

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“EVENTOS ADVERSOS DURANTE EL USO DE ANESTESIA REGIONAL EN PACIENTES PEDIATRICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO 2021.”

QUE PRESENTA:

DRA. SHEILA LICELI TELLO MEJIA

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA PEDIATRICA

TUTOR DE TESIS.

DRA. JANETH GLORIA ORTIZ BAUTISTA.

ANESTESIOLOGA PEDIATRA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO. 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Contenido

DEDICATORIA	3
HOJA DE AUTORIZACION	4
INTRODUCCION.....	5
FARMACOLOGIA.....	6
FARMACOCINETICA.....	6
MECANISMO DE ACCION.....	7
CLASIFICACION DE ANESTESICOS LOCALES.....	8
TOXICIDAD DE ANESTESICOS LOCALES.....	9
COMPLICACIONES EN ANESTESIA REGIONAL	13
BLOQUEOS NEUROAXIALES CENTRALES.....	16
BLOQUEO PERIDURAL CAUDAL.....	23
BLOQUEO PERIDURAL LUMBAR Y TORACICO.....	27
BLOQUEO ESPINAL.....	30
BLOQUEOS REGIONALES O DE NERVIOS PERIFERICOS.....	32
BLOQUEOS REGIONALES DE LA PARED ABDOMINAL.....	33
BLOQUEOS REGIONALES DE MIEMBRO SUPERIOR.....	38
BLOQUEOS REGIONALES DE MIEMBRO INFERIOR.....	42
EVENTO ADVERSO	52
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	53
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	55
PREGUNTA DE INVESTIGACION	55
JUSTIFICACION.....	55
OBJETIVOS.....	56
OBJETIVO PRINCIPAL	56
OBJETIVOS ESPECIFICOS	56
METODOLOGIA.....	57
TIPO DE INVESTIGACION	57
FUENTE DE INFORMACION	57
POBLACION DE ESTUDIO	57
AREA DE TRABAJO	57
CRITERIOS DE ESTUDIO.....	57
ANALISIS ESTADISTICO.....	57
VARIABLES.....	57
RESULTADOS	59

DISCUSION.....	62
CONCLUSIONES.....	63
ANEXOS.....	64
CALENDARIO DE ACTIVIDADES 2021.....	64
BIBLIOGRAFIA.....	65

DEDICATORIA

“LOS QUE DE CORAZÓN SE QUIEREN SOLO CON EL CORAZÓN SE HABLAN”

A MI AMOR JAAR POR ESTAR CONMIGO DESDE EL INICIO DE TODO Y TODOS LOS DÍAS FACILES O DIFICILES, POR AYUDARME A CUMPLIR ESTOS SUEÑOS QUE MAS QUE MIO SON NUESTROS.

TENGO MUCHAS PALABRAS PARA TI MI AMOR, AUNQUE NO ESTEMOS FISICAMENTE JUNTOS, TE LLEVO EN EL CORAZON Y ES POR TI Y POR TODO EL AMOR QUE NOS TENEMOS, POR TODO EL APOYO, LA CONFIANZA, LA ADMIRACION, EL RESPETO Y TODO LO QUE HICIMOS JUNTOS QUE TERMINO ESTA ETAPA DE LA VIDA, AUNQUE SIN TI, SABES QUE NO LO HUBIERA LOGRADO SIN TU COMPAÑIA, SIN TU AMOR Y SIN TU APOYO. TE DEDICO TODO MI ESFUERZO, TODO LO APRENDIDO, TODO MI AMOR, TE AMO JESUS, TE LLEVARE CONMIGO SIEMPRE.

“UN SUEÑO QUE SUEÑAS SOLO, ES SOLO UN SUEÑO, UN SUEÑO QUE SUEÑAS CON ALGUIEN MAS, ES UNA REALIDAD”

UNA VEZ MAS, A MI FAMILIA, PERO PRINCIPALMENTE A MIS PADRES POR EL APOYO INCONDICIONAL Y EL AMOR QUE SIEMPRE HAN TENIDO PARA MI, POR NO DEJARME RENDIR Y APOYARME EN CADA ETAPA.

AL DOCTOR IGNACIO VARGAS POR NO DEJARME TIRAR LA TOALLA EN EL MOMENTO MAS OSCURO DE MI EXISTENCIA, POR AYUDARME A VOLVER A TOMAR FUERZA PARA TERMINAR ESTE SUEÑO, GRACIAS POR NO DEJARME RENDIR.

A LA DOCTORA SILVIA PEÑA OLVERA POR GUIARME, TENERME PACIENCIA, ENSEÑARME INFINITAMENTE CON DULZURA Y SER ESTRUCTA SIEMPRE QUE FUE NECESARIO, POR APOYARME EMOCIONALMENTE CUANDO LO NECESITE.

A LA DOCTORA JANETH ORTIZ POR ACOMPAÑARME Y GUIARME DURANTE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO Y TODAS LAS ENSEÑANZAS.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE RESIDENCIA POR COMPARTIR LOS DESVELOS, EL CONOCIMIENTO Y LA AMISTAD FORJADA EN EL INSTITUTO.

TITULO DE TESIS:

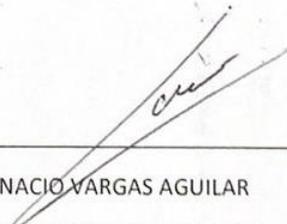
“EVENTOS ADVERSOS DURANTE EL USO DE ANESTESIA REGIONAL EN
PACIENTES PEDIATRICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA EN EL
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2021.”



DR. JOSE NICOLAS REYNES MANZUR
DIRECTOR DE ENSEÑANZA



DR. MANUEL ENRIQUE FLORES LANDERO
JEFE DE DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



DR. IGNACIO VARGAS AGUILAR
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE LA SUBESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGIA PEDIATRICA



DRA. JANETH GLORIA ORTIZ BAUTISTA
TUTORA DE TESIS

INTRODUCCION.

El perioperatorio, es un periodo crítico en los paciente, incluye desde la etapa preanestésica, transanestésico y posanestésica. Una de las implicaciones más importantes en anestesiología pediátrica es lograr que las técnicas y vigilancia anestésica sean adecuada en el paciente para mantenerlo sin dolor, esto se vuelve fundamental en el postoperatorio inmediato. Las técnicas de bloqueo tanto regionales como centrales, tienen un papel principal en el mantenimiento anestésico, así como en la analgesia postoperatoria¹.

En anestesia regional, con el objetivo de disminuir la incidencia de complicaciones, aparte de las guías para el manejo de pacientes con tratamiento anticoagulante o antiagregante plaquetario, las recomendaciones de seguridad del paciente, también se implementa en bloqueos de nervio periférico el uso de ultrasonografía para guiar la técnica de punción, así como la utilización del neuro estimulador¹. Esta técnica anestésica es utilizada como estrategia de manejo multimodal en el dolor perioperatorio, con la cual se ha visto una disminución en los requerimientos de analgésicos de cualquier tipo en el postoperatorio, además de mermar la incidencia de dolor crónico en la población adulta y pediátrica².

La historia de la anestesia regional (AR) está íntimamente ligada al descubrimiento de las propiedades analgésicas de la cocaína en 1884 por Carl Koller. El primer reporte de anestesia espinal utilizando cocaína en niños fue hecho por Bier en 1898 y posteriormente Gray reporta 100 casos con estovaína en 1909. A partir de entonces hubo reportes esporádicos de estos procedimientos hasta 1933 cuando Campbell reportó en 33 niños un buen resultado con el uso de anestesia caudal para llevar a cabo procedimientos urológicos. Fue en la segunda mitad del siglo XX cuando la anestesia regional en niños empieza a desarrollarse y surgen publicaciones que impulsan su utilización y el desarrollo de nuevas técnicas como el uso del neuro estimulador (NS) y en el transcurso de este siglo, los bloqueos guiados por ultrasonido (USG)³.

La relevancia de las técnicas anestésicas regionales es el alivio del dolor superando otras técnicas, la literatura menciona incluso una reducción de complicaciones respiratorias y gastrointestinales entre otras, principalmente asociadas a la utilización de fármacos anestésicos. Con este tipo de técnicas, se provee al paciente analgesia postoperatoria adecuada, que facilita la rehabilitación temprana, así como reincorporación a actividades diarias. De acuerdo con algunas cifras, se estima que en Estados Unidos cerca del 50% de los pacientes quirúrgicos, son sometidos a procedimientos ambulatorios, al incluir técnicas regionales para la anestesia permite una disminución en la estancia en la unidad de cuidados posanestésico y en paciente hospitalizados se asocia a menor incidencia de náusea y vómito postoperatorio⁴.

Se debe mencionar que existen ventajas y desventajas de las técnicas de anestesia regional⁵.

Ventajas:

- A) Analgesia intra y postoperatoria.
- B) Relajación muscular.
- C) Supresión de reflejos autónomos.
- D) Modificación de la respuesta al estrés.
- E) Menor impacto económico.
- F) En combinación con anestesia general inhalada se reduce la CAM de los anestésicos inhalados y la necesidad de fármacos como relajantes musculares, así como emersión más rápida.

Desventajas:

- a) Exige destreza.
- b) Conocimiento de anatomía.
- c) Tiempo.
 - a. Explicar el procedimiento al paciente.
 - b. Realizar el procedimiento.
 - c. Para alcanzar el efecto analgésico adecuado.

Existen diferentes técnicas de bloqueos, podemos dividirlos en neuro axial o central y de nervios periféricos. Las técnicas de bloqueo neuro axial son: bloqueo peridural, bloqueo subaracnoideo, bloqueo mixto, bloqueo caudal. Las técnicas de bloqueo de nervios periféricos: ecoguiadas, guiadas por neuro estimulador, y guiadas por neuro estimulador y ecografía, incluye nervios del Core, de extremidad superior, extremidad inferior. Antes debemos conocer la farmacología de los anestésicos locales, que son los agentes utilizados para realizar dichos bloqueos^{1, 3, 5}.

FARMACOLOGIA.

Los anestésicos locales son fármacos capaces de bloquear de manera reversible la conducción del impulso nervioso en cualquier parte del sistema nervioso a la que se apliquen.

Se dividen en 2 grupos. Aminas y ésteres. El enlace tipo éster se hidroliza con mayor rapidez que el tipo amida al ser degradado, a nivel sanguíneo, por las colinesterasas plasmáticas versus la degradación hepática que requiere el enlace amida^{1, 6}.

Estructuralmente este grupo tiene 3 elementos básicos^{1, 2}:

- Grupo hidrofóbico. Formado por un anillo aromático bencénico. Determina la liposolubilidad, difusión y fijación de la molécula. A mayor liposolubilidad mayor potencia.
- Cadena intermedia con un enlace tipo amida o éster, determina el tipo de metabolismo del fármaco, así como la velocidad de metabolización ya sea por pseudocolinesterasas plasmáticas (amino ésteres) o bien a nivel hepático (amino amidas), determina la duración de acción y toxicidad.
- Grupo hidrofílico. Un grupo amina secundaria o terciaria que modula la hidrosolubilidad y unión a proteínas plasmática, por consiguiente, su difusión sanguínea y ionización.

Los anestésicos locales son bases débiles que poseen un valor de pKa variable entre 7,5-9, y están ionizados parcialmente a pH fisiológico. La fracción no ionizada, liposoluble, es la fracción capaz de atravesar las vainas lipófilas que cubren el nervio y, por tanto, la fracción capaz de acceder hasta el axón. Los anestésicos que posean un valor de pKa próximo al pH fisiológico presentarán mayor proporción de forma no ionizada y serán los que con mayor rapidez penetren a través de las membranas de los nervios hasta el espacio intraaxonal e inicien su acción anestésica, es decir, son los que presentan un menor tiempo de latencia. Sin embargo, la forma activa del fármaco es la molécula ionizada -cargada positivamente-, que será la forma que tenga capacidad de interactuar con el receptor y, por tanto, mediar la acción anestésica¹.

FARMACOCINETICA.

ABSORCION. Los anestésicos locales difunden desde el punto de administración y pasan a la circulación sistémica. Depende de la dosis, lugar de administración, liposolubilidad, concentración, vascularización y tipo de administración y presencia o ausencia de vasoconstrictores asociados^{1, 7}.

De forma general la velocidad de resorción crece de la siguiente manera¹:

1. Anestesia raquídea.
2. Bloqueo de plexo braquial.
3. Inyección peridural.
4. Inyección caudal.
5. Inyección intercostal.
6. Inyección intrapleural.
7. Aplicación tópica en vía aérea.

DISTRIBUCION. Depende de las características fisicoquímicas, coeficiente de solubilidad y unión a proteínas plasmáticas. Este tipo de fármacos se unen en diferente proporción a proteínas como la alfa -1 glucoproteína ácida con alta afinidad, pero poca capacidad de transporte y a la albumina plasmática con menor afinidad, pero mayor capacidad de transporte^{1,7}.

BIOTRANSFORMACION. El metabolismo va a depender del tipo de estructura, por lo tanto, si el enlace es tipo éster se hidroliza con mayor rapidez a través de las pseudocolinesterasas plasmáticas y hepáticas. Por el contrario si se trata del enlace tipo amida, requiere metabolismo hepático ya que sufre una N-desalquilación seguida de hidrólisis principalmente por el citocromo P450, en su isoforma principal CYP3A4, se encarga del metabolismo de lidocaína y bupivacaína, y CYP1A2 metaboliza a la Ropivacaína, como consideración en pediatría, recordemos que el CYP3A4 está inmaduro al nacimiento, por lo que hasta el primer mes la depuración de la Bupivacaína es solo del 1/3 del adulto, el cual aumenta a 2/3 a los 6 meses, por otro lado el CYP1A2 completa su maduración a los 3 años, alcanzando su máximo efecto para metabolizar a la Ropivacaína hasta los 8 años; por otro lado el volumen de distribución en neonatos y lactantes es mayor que en adultos, por lo tanto, el riesgo de una concentración plasmática elevada es raro tras una dosis única, lo cual cambia en caso de infusión continua o dosis repetidas, ya que el riesgo de acumulación está incrementado. La fracción libre de fármaco será mayor en neonatos y lactantes ya que presentan menor concentración de proteínas de transporte que los adultos^{1,7,8}.

ELIMINACION. Una vez metabolizados, este tipo de fármacos se van a eliminar vía renal, esta eliminación puede estar modificada si se alcaliniza (aumenta) o acidifica (disminuye) la orina^{1,8}.

MECANISMO DE ACCION.

Los estímulos nerviosos generan un impulso, un potencial eléctrico o potencial de acción, que por medio de la fibra nerviosa se propaga manteniendo la misma intensidad inicial. La estructura de bicapa fosfolipídica de la membrana celular impide la libre circulación de iones del interior al exterior celular por su alta hidrofobicidad, por lo cual los cambios en la permeabilidad de la membrana son el resultado de la apertura y cierre de canales iónicos. La diferencia de potencial resultante entre la parte interna y la parte externa de la membrana es debida a la permeabilidad selectiva de la misma a ciertos iones, siendo los más implicados en la transmisión nerviosa el ion sodio y el ion potasio. La membrana neuronal en estado de reposo mantiene una diferencia de potencial de 60-90 mV mediante la bomba Na-K, un mecanismo activo que introduce iones potasio en el interior celular y extrae iones sodio hacia el exterior. La membrana en esta situación está despolarizada, estando los canales de sodio en reposo e impidiendo así el paso de Na⁺ a través de sí^{1,4,7,8}.

Al producirse un estímulo nervioso se inicia la despolarización de la membrana: se activan los canales de Na⁺, permitiendo la introducción al espacio intracelular de iones Na⁺. Al alcanzarse la máxima despolarización, la permeabilidad del canal de sodio disminuye bloqueando la entrada de este ion al interior celular. Paralelamente, el canal de potasio incrementa su permeabilidad facilitando que el ion potasio pase del espacio intracelular al extracelular por gradiente de concentración. El paso siguiente es la repolarización de la membrana: el restablecimiento de las condiciones iniciales, siendo los iones Na⁺ y K⁺ transportados, en dirección inversa, gracias a la bomba de Na-K y pasando el canal de sodio de estado inactivo a estado de reposo^{1,4}.

Los anestésicos locales actúan impidiendo la propagación de los potenciales de acción en las membranas neuronales mediante el bloqueo de los canales de Na⁺ voltaje dependiente, disminuyendo así la entrada de ion Na⁺ al espacio intracelular. La forma no ionizada del anestésico es la que actúa como vehículo transportador para atravesar la fase lipídica de la membrana neuronal, no obstante, una vez se halla en el interior del canal, la forma ionizada es la causante de la interacción con el receptor y, por lo tanto, de la actividad farmacológica. El bloqueo del canal en su forma inactiva conlleva que el número de potenciales de

acción que el nervio es capaz de transmitir por unidad de tiempo disminuya, de forma que al aumentar la concentración de anestésico que interacciona con el receptor se alcance un bloqueo completo, siendo entonces el nervio incapaz de despolarizarse. La acción del anestésico local se verá condicionada por varios factores^{1,4,7}:

- 1) Los anestésicos locales pueden actuar en cualquier punto de una neurona (soma, dendritas, axón, terminación sináptica y terminación receptora), en cualquier centro o grupo neuronal (ganglios, núcleos y áreas) e, incluso, en la membrana muscular y en el miocardio. Existen distintos tipos de fibras con distinta sensibilidad frente a la acción anestésica, pero, en general, hay un orden de pérdida de la sensibilidad: fibras autonómicas, algésicas, propioceptivas, sensibilidad táctil y depresión y finalmente las motoras^{1,4}.
- 2) Cantidad de fármaco disponible en el lugar de acción o concentración mínima inhibitoria: la cantidad de fármaco disponible en el lugar de acción para que se materialice la interacción anestésico-receptor, que será un factor crítico para que se produzca el bloqueo de la conducción nerviosa^{1,7}.
- 3) Características farmacológicas del propio anestésico, de los excipientes y de la forma galénica en la que se vehicula¹.
- 4) La frecuencia del impulso: la repetición del impulso y por tanto la mayor actividad del canal de sodio en respuesta al cambio de potencial facilita que el fármaco alcance más rápidamente el lugar específico de acción¹.

CLASIFICACION DE ANESTESICOS LOCALES.

Los anestésicos locales se pueden clasificar en amino amidas y amino ésteres¹.

- Amino amidas. Lidocaína, prilocaína, mepivacaína, bupivacaína, levo bupivacaína y ropivacaína, articaina.
- Amino ésteres. Cocaína, benzocaína, procaína, novocaína, tetracaína.

La mayoría de estos fármacos presentan una alta eficacia y han sido experimentados en la práctica clínica ampliamente, sin embargo, no por ello están exentos de toxicidad, que es su principal inconveniente.

Los anestésicos locales pueden producir reacciones adversas de distinto grado y a diferentes niveles. Las reacciones menos graves son las locales, normalmente asociadas a la punción con aguja, manifestándose en forma de edema, eritema, prurito, isquemia y hematoma¹.

Descripción de los anestésicos locales más utilizados en anestesia regional actualmente¹.

Tabla 1-1. Características farmacológicas de los anestésicos locales más empleados

Fármaco	Peso molecular	pK _a	Potencia	Latencia (min)	Duración (min)	Dosis (mg/kg)
Lidocaína	234	7,9	4	5-10	100	4
Prilocaína	220	7,7	3	10-15	60-120	6
Mepivacaína	246	7,6	2	10-15	90-180	5
Bupivacaína	288	8,1	8-16	20-30	180-360	2
L-bupivacaína	325	8,1	8-16	10-12	180-360	3
Etidocaína	276	7,7	8-16	5-10	180-360	6
Ropivacaína	329	8,1	8-12	6-7	160-290	2

- **Lidocaína.** Anestésico de acción corta, utilizado también como antiarrítmico. Poco usado en anestesia regional en pediatría, ya que se busca analgesia postoperatoria prolongada como prioridad, pero puede

tener uso efectivo en bloqueos con infusión continua con un catéter. No debe utilizarse vía espinal ya que se asocia a radiculitis y cauda equina. duración y latencia cortas, potencia media-baja. Unión a proteínas 70%. Tiene un metabolito activo, la monoetilglicinexilidida. Prácticamente toda la droga es metabolizada en el hígado antes de ser excretada vía renal^{1,8}.

- **Bupivacaína.** Uno de los más utilizados, duración y latencia larga, potencia alta. Elevada toxicidad sistémica, especialmente cardíaca. Utilizada en soluciones hiperbaras para anestesia raquídea, en perfusión peridural continua provoca menos acumulación plasmática que con otros anestésicos locales. la analgesia posterior a dosis única se espera máximo hasta 4 horas. Se utiliza frecuentemente a concentración 0.25% para bloqueo de nervio periférico, para bloqueos peridurales 0.0625-0.1%. alta unión a proteínas^{1,8}.

- **Ropivacaína.** estructuralmente similar a la bupivacaína, produce un bloqueo diferencial más sensitivo que moto, duración larga, potencia menor que bupivacaína y menos cardiotoxicidad, este beneficio desaparece a dosis equipotentes^{1,8}.

Tabla 1-2. Características farmacocinéticas y posología de los anestésicos locales más empleados

Fármaco	Unión a proteínas (%)	Aclaramiento plasmático (l/min)	Concentración de uso habitual (%)	Dosis convulsivante (mg/kg)	Dosis máxima con adrenalina (mg/kg)
Lidocaína	70	0,95	0,5-1-2	14,2	7
Prilocaina	55	2,84	0,5-1-2-3	18,1	10
Mepivacaína	77,5	0,78	0,5-1-2	18,8	7
Bupivacaína	96	0,47	0,125-0,25-0,5	4,4	2,5
L-bupivacaína	> 97	0,65	0,125-0,25-0,5	4,5	4
Etidocaína	94	1,22	0,5-1-1,5	5,4	8
Ropivacaína	85-90	0,45	0,1-0,25-0,5-0,75-1	4,9	2

TOXICIDAD DE ANESTÉSICOS LOCALES.

La toxicidad sistémica afecta principalmente el sistema nervioso central y es consecuencia de la alta concentración plasmática alcanzada, normalmente por inyección intravascular accidental, y de su rápido paso al cerebro debido a su liposolubilidad. En primer lugar, los síntomas que se observan son entumecimiento peri oral y lingual, aturdimiento y acúfenos, inquietud y verborrea, nistagmos, escalofríos, espasmos musculares y convulsiones generalizadas; a dosis más elevadas se manifiesta depresión generalizada del sistema nervioso central con coma, paro respiratorio y muerte^{9,10}.

La toxicidad a nivel cardiovascular requiere mayor nivel sanguíneo de anestésico local. Está correlacionada con la potencia anestésica del fármaco. En una primera fase producen un aumento de la tensión arterial y frecuencia cardíaca, por estimulación simpática, para posteriormente producir hipotensión por acción vasodilatadora y finalmente colapso cardiovascular^{1,9}.

La toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST: Por sus siglas en inglés), es una complicación rara pero fatal en la mayoría de los casos en las técnicas de anestesia regional⁹.

LAST es una complicación dosis dependiente y se caracteriza por síntomas neurológicos y cardiovasculares, con una progresión de síntomas conforme se incrementa la concentración de anestésico local en la sangre. El tiempo de instalación de un cuadro por toxicidad por AL suele ser muy rápido, después de una sola inyección por 50 segundos o menos en la mitad de los casos, se produce antes de 5 minutos en tres cuartas partes de los casos⁹.

Concentración del AL	Manifestación SNC	Manifestación CV
Baja	Vértigo Somnolencia Sabor metálico Tinnitus Intranquilidad Entumecimiento perioral	
Mediana a alta	Datos de estimulación del SNC Taquicardia Confusión Agitación Disartria y disforia Contracciones musculares involuntarias Convulsiones tónico-clónicas	Cambios segmento ST Hipertensión Arritmias (FV y/o TV)
Alta	Datos de depresión del SNC Pérdida de la conciencia Coma Paro respiratorio	Hipotensión arterial Complejos anchos Bradicardia Asistolia/paro cardíaco

NEUROTOXICIDAD. De acuerdo con los casos reportados en el estudio retrospectivo de Di Gregorio en el 89% de los 93 casos presentaron datos de toxicidad neurológica, sin presentar datos de cardiotoxicidad. Los síntomas más comúnmente reportados son: crisis convulsivas 68%, agitación 11% y pérdida del estado de conciencia 7%, otros síntomas que son considerados como pródromos tal como disartria, adormecimiento peri oral y confusión 18%⁹.

CARDIOTOXICIDAD. De acuerdo con el estudio realizado por Di Gregorio, en el 55% de los casos revisados presentan datos de cardiotoxicidad, de éstos el 44% se acompañan con signos de neurotoxicidad, y 11% sólo datos de cardiotoxicidad. La bradicardia e hipotensión son los primeros signos reportados, que eventualmente progresan a asistolia o arritmias ventriculares malignas. Las arritmias reportadas fueron bradicardia y asistolia 27%, taquicardia 16%, hipotensión 18%, complejos amplios 12%, extrasístoles ventriculares 5%, cambios en el ST, apneas, disnea e hipertensión en el 9%, fibrilación y taquicardia ventricular 13%^{1,9}.

MECANISMO DE LA CARDIOTOXICIDAD.

Los mecanismos por los que los anestésicos locales inducen la cardiotoxicidad no se conocen con exactitud. Recordemos que la despolarización inicia con la rápida entrada de sodio (Na+) al miocito, produciendo la despolarización celular y la contracción cardíaca. Los AL no ionizados lipofílicos, pueden pasar a través de la membrana de las células neurales y cardíacas, cerrando los canales de sodio en estado inactivo; esto retrasa la generación y propagación de los potenciales de acción. A concentraciones bajas de bupivacaina se produce una depresión dosis dependiente en el potencial de acción en la aurícula y en el nivel por debajo del nodo, disminuyendo la conducción ventricular. Los potenciales de acción de las células de Purkinje y del ventrículo están disminuidos. El isómero R (+) de bupivacaina bloquea más rápidamente y más profundamente los canales de sodio que L-bupivacaina, lo que explica la gran toxicidad de los enantiómeros R (+)^{1,9}.

Altas concentraciones plasmáticas de bupivacaina disminuyen el potencial de acción sobre el nodo sinoauricular y el nodo atrio ventricular por un efecto inhibitorio sobre los canales de calcio (L-Ca²⁺), lo que permite entender la bradicardia sinusal y la lenta conducción aurículo-ventricular. El potasio en el exterior de la célula depende de los canales sensibles a ATP, lo que acelera la repolarización del corazón, y bupivacaina inhibe el flujo de K⁺, esto resulta en una prolongación de la duración de los potenciales de acción y en un incremento en el intervalo QT. Bupivacaina es más potente que L-bupivacaina y ropivacaína en bloquear los canales de K⁺ dependientes de ATP. L-bupivacaina es 7 veces menos potente para bloquear los canales de K⁺ que su enantiómero R (+). Se necesitan dosis mayores de bupivacaina para inhibir los canales de K⁺ en comparación con los canales de Na⁺. Se ha demostrado que los canales de K⁺ abiertos, producen una conducción A/V errónea, induciendo a depresión cardíaca por un incremento en el flujo sanguíneo coronario y en la extracción de oxígeno^{8,9}.

PREVENCIÓN. La Sociedad Americana de Anestesia Regional y Medicina del Dolor (ASRA), realizó un consenso para la prevención y reducción en la frecuencia y severidad de la toxicidad por AL, sin embargo, ninguna intervención ha sido identificada de forma fiable que puede eliminar el riesgo. Actualmente, el uso del ultrasonido (USG) en la anestesia regional permite visualizar directamente las estructuras vasculares, observar el cuerpo de la aguja, disminución del volumen y concentración de AL, identificación de signos indirectos de inyección intravascular, esto último por la distribución del AL⁹.

DIAGNÓSTICO. De acuerdo con las recomendaciones de la ASRA para el diagnóstico oportuno de toxicidad por AL, en la cual mencionan: La descripción clásica de toxicidad por AL representada por los síntomas subjetivos de excitación del sistema nervioso central (SNC) como lo son: agitación, cambios auditivos, sabor metálico o aparición súbita de síntomas psiquiátricos, seguidos de convulsiones o depresión del SNC con somnolencia, coma y/o paro respiratorio. Los signos iniciales de cardiotoxicidad (hipertensión, taquicardia o arritmias ventriculares) son suplantados por la depresión cardíaca (bradicardia, bloqueo de la conducción, asistolia, disminución de la contractilidad), sin embargo, no existe una variación sustancial en esta descripción clásica, incluyendo⁹:

- Presentación simultánea de toxicidad SNC o cardíaca.
- Toxicidad cardíaca sin signos o pródromos o síntomas de toxicidad del SNC.
- Por lo tanto, el médico debe estar alerta ante una presentación atípica o inesperada de toxicidad por AL.

El tiempo de presentación es variable, inmediatamente (> 60 s) esto sugiere inyección intravascular del AL con acceso directo al cerebro; mientras si la sintomatología se presenta 1 a 5 min sugiere una administración intravascular intermitente. Puede presentarse después de > 15 min, en los pacientes que reciben dosis potencialmente tóxicas de AL deben ser monitorizados estrechamente por lo menos 30 min después de la administración⁹.

TRATAMIENTO. La prioridad en el tratamiento para toxicidad por AL consiste en asegurar la vía aérea, el soporte circulatorio y disminución de los efectos sistémicos de los AL, la prevención de la hipoxia y la acidosis por el restablecimiento inmediato de la oxigenación y la ventilación puede detener la progresión de colapso cardiovascular y facilitar la reanimación^{1, 8, 9}.

Si se presentan convulsiones inmediatamente debe administrar benzodicepinas para evitar lesiones en el paciente o progresión hacia la acidosis, recomiendan otros medicamentos como Propofol o tiopental, sin embargo, la disminución de la tensión arterial sugiere uso de dosis menores. De persistir las convulsiones recomiendan el uso de dosis pequeñas de succinilcolina o relajantes musculares similares para evitar la progresión de la hipoxia y acidosis^{1, 8, 9}.

El paro cardíaco inducido por AL exige un rápido restablecimiento de la presión de perfusión coronaria para mejorar la contractilidad del miocardio y teóricamente con el lavado de los AL del tejido cardíaco mejora la perfusión tisular. El mantener el gasto cardíaco y la perfusión tisular son indispensable para la prevención y

tratamiento de la acidosis. El reconocimiento del paro cardíaco o presencia de arritmias e iniciar el manejo de acuerdo con las guías de soporte (Cardiac Life Support) con algunas modificaciones como^{1, 8, 9}:

1. Epinefrina en pequeñas dosis (10-100 µg en bolo en adultos), recordando que se consideran altamente arritmogénico.
2. No se recomienda la vasopresina, ya que está asociada y hemorragia pulmonar.
3. Evitar los bloqueadores de los canales de calcio y bloqueadores β-adrenérgicos.
4. En presencia de arritmias ventriculares recomiendan amiodarona mientras que el uso de AL como lidocaína o procainamida no están recomendados.

Tratamiento con lípidos. La terapia de lípidos en emulsión fue mencionado como uno de los nuevos tratamientos en el simposio de 2001, y desde entonces, ha sido el único tratamiento de tal manera que se ha utilizado con aparente éxito en un entorno clínico, el mecanismo por el cual los lípidos pueden ser eficaces aun es incompleta, pero su mecanismo predominante se relaciona probablemente a su capacidad para extraer bupivacaína (o drogas lipofílicas) a partir de su forma acuosa en el plasma o tejidos, lo que reduce su concentración efectiva en los sitios blanco de la acción (lipid skin)^{1, 8, 9}.

Se plantea que los lípidos revertirían la inhibición de la enzima carnitina translocasa encargada de transportar ácidos grasos hacia la mitocondria donde serán oxidados. De acuerdo con el consenso realizado por la ASRA sugiere los lineamientos para el tratamiento para toxicidad por AL^{1, 8, 9}:

1. Se considera la administración de emulsión de lípidos al primer signo de toxicidad por AL, después asegurar la vía aérea, de acuerdo con las siguientes dosis:
 - a) 1.5 mL/kg lípidos 20% en bolo,
 - b) Infusión de 0.25 mL/kg por minuto, continuó durante al menos 10 minutos después de alcanzar la estabilidad circulatoria.
 - c) Si la estabilidad circulatoria no se alcanza, considere la posibilidad de otro bolo y el aumento de la infusión de 0.5 mL/kg por minuto.
 - d) Se recomienda como dosis máxima 10 mL/ kg por 30 min, como límite superior de la dosis inicial.

Emulsión lípida 20%	
Pacientes de peso menor a 70 kg	Pacientes de peso mayor a 70 kg
Bolo 1.5 mL/kg Emulsión lípida 20% en 2-3 min	Bolo 100 mL emulsión lípida 20% rápidamente en 2-3 min
Infusión de emulsión lípida ~ 0.25 mL/kg/min (peso ideal)	Infusión de emulsión lípida 200-250 mL en 15-20 min
Si el paciente permanece inestable: Administrar uno o dos bolos con la misma dosis y aumentar la velocidad de la infusión al doble; no exceder de 12 mL/kg tanto en niños como en adultos. Monitoreo continuo del paciente	

La ASRA publica una lista de chequeo para el tratamiento en caso de LAST, enfatiza que el manejo farmacológico es distinto a otros escenarios de arresto cardíaco, recomienda estar preparado, ser sensible y vigilante. El tratamiento debe ser una intervención rápida con oxigenación, ventilación asistida para corregir la hipoxemia e hipercarbia, compresiones cardíacas, epinefrina y/o desfibrilación de acuerdo con las guías de la AHA (PALS) y The American Society for Regional Anesthesia and Pain Medicine (ASRA) que en este caso tiene las siguientes modificaciones^{1, 8, 9}:

1. No utilizar vasopresina.
2. No usar bloqueadores de calcio.
3. No utilizar bloqueadores de receptores β adrenérgicos (carbedilol, propranolol, atenolol, metoprolol, etcétera).
4. En caso de arritmia ventricular se prefiere el uso de Amiodarona.

COMPLICACIONES EN ANESTESIA REGIONAL

Secundario al análisis de 2018 de anestesia regional en pediatría, los datos obtenidos por el Reino Unido, Irlanda, el estudio ADARPEF y 2 del estudio PRAN de Estados Unidos para evaluar los riesgos y complicaciones asociados a la anestesia regional en pediatría, se obtiene la siguiente lista de complicaciones presentadas durante la Anestesia Regional^{1,7, 11}:

1. Complicaciones neurológicas como parestesia o déficit neurológico.
2. Toxicidad sistémica de los anestésicos locales, moderada (síntomas y cambios electrocardiográficos) o severa (convulsiones o paro cardíaco).
3. Riesgo de infección. De tejidos superficiales o profundos, así como formación de abscesos.
4. Vasculares. Formación de hematomas o punción de estructuras vasculares.
5. Respiratorias. Neumotórax, depresión respiratoria.
6. Malfuncionamiento de catéter por oclusión, fuga, migración, desplazamiento, anudamiento o ruptura de catéter.
7. Punción de duramadre. Con Observación de salida de líquido cefalorraquídeo o cefalea post punción.
8. Otros específicos de cada tipo de bloqueo.

Este tipo de eventos adversos se pueden dividir en dos grandes grupos¹²:

I. Los que se presentan de acuerdo con el tiempo de inicio^{1, 12}.

a) Inmediatos: Son aquellos que se presentan desde el inicio de la técnica, hasta 15 minutos después de aplicado el anestésico local u otros fármacos adyuvantes.

b) Mediatos: Van desde los siguientes 15 minutos de administrado el fármaco, hasta el alta del paciente de sala de recuperación. Es decir, son aquellos que se presentan mientras dura el efecto de la anestesia neuroaxial o regional.

c) Tardíos: Se observan después de la salida de la sala de recuperación y hasta 60 días posteriores al alta hospitalaria.

II. Los que aparecen con relación a sus factores causales^{1, 12}.

a) Inmediatos y mediatos.

- a. Eventos adversos por problemas con la aguja y previos a la localización del espacio peridural o subaracnoideo.
 - Previos a la localización de los espacios peridural o subaracnoideo.
 - Dificultad para introducir la aguja de Tuohy o la guía para la aguja de raquia (Intentos fallidos).
 - Por la posición de la aguja: ¿Paralela o perpendicular a las fibras de la duramadre?
 - Parestesias con la aguja. Dolor lancinante irradiado durante la introducción de la aguja.
 - Por la técnica de localización del espacio. Dogliotti. Gota suspendida de Gutiérrez. Ausencia de líquido cefalorraquídeo.
 - Punción roja.
 - Punción accidental de la duramadre con la aguja de Tuohy: Advertida o inadvertida.
- b. Eventos adversos por problemas con el catéter. Después de identificar el espacio peridural o el subaracnoideo.
 - Al tratar de introducir el catéter: ¿No pasa? ¿Se dobla? ¿Es muy rígido?
 - Por la dirección del catéter: Cefálico o caudal.
 - Por la cantidad de catéter introducido: Anudamiento, deslizamiento.
 - Catéter con sangre. Catéter tapado con coágulo al tratar de aplicar la dosis.

- Dificultad para extraer el catéter. Ruptura y/o degollamiento durante la introducción o la extracción.
 - Eventos adversos por micro catéteres espinales.
 - c. Eventos adversos cardíacos, circulatorios, respiratorios y digestivos después de administrar la dosis del anestésico local, opiáceo u otro fármaco.
 - Al administrar la dosis de prueba:
 - Colapso (Síncope vasovagal).
 - Inyección intravascular.
 - Inyección subaracnoidea.
 - Al administrar la dosis total. Eventos Adversos cardíacos, circulatorios, respiratorios y digestivos.
 - Hipotensión arterial de más del 25%. Taquicardia, bradicardia.
 - Dificultad respiratoria. Depresión. Apnea.
 - Trastornos digestivos: Náusea y vómito.
 - Hipotermia. Escalofrío. Tremor muscular.
 - Anestesia espinal total.
 - Anestesia peridural masiva.
 - Anestesia subdural.
 - Analgesia insuficiente. Tablero de ajedrez. Lateralización.
 - d. Eventos adversos por toxicidad a los fármacos: anestésicos locales, opiáceos, epinefrina, bicarbonato, ketamina, vasoconstrictores, etc.
 - Anestésicos locales y aditivos (Complicaciones locales y generales).
 - Bicarbonato de sodio.
 - Vasopresores.
 - Opiáceos (Depresión respiratoria, prurito, retención urinaria).
 - Ketamina. Clonidina.
 - Sustancias líticas: Fenol. Alcohol
 - e. Eventos adversos por condiciones propias del paciente.
 - Estómago lleno. Trombocitopenia. Anticoagulantes. Trastornos psicológicos. Enfermedades neurológicas previas (Neuropatía diabética, SIDA, neoplasias, toxoplasmosis), insuficiencia suprarrenal, etc.
 - Por cambios anatomofuncionales de la columna vertebral en las distintas etapas de la vida (infancia, adolescencia, edad adulta, embarazada, vejez) y en algunas patologías (distrofias músculo-esqueléticas, artritis, obesidad mórbida, enanismo y talla baja, gigantismo, cifosis, lordosis, escoliosis, cirugía de columna vertebral. esclerosis múltiple.
 - f. Eventos adversos en el feto y en el neonato post anestesia neuroaxial materna y por la aplicación de esta en el paciente pediátrico.
- b) tardíos.

Son todos los eventos adversos neurológicos^{1, 12}.

- a. Leves. Bloqueo sensorial o motor prolongado.
- b. Moderados. Parestesias y zonas de adormecimiento. Prolapso discal. Lumbalgia. Síndromes ajenos a la anestesia y relacionados con el evento obstétrico.
- c. Severos o graves:
 - i. Eventos neurológicos menores. reversibles o transitorios.
 - Zonas de hiperalgesia y disestesias leves.
 - Paresias y zonas de debilidad motora persistentes.
 - Cefalea postpunción accidental de duramadre.
 - Eventos adversos por el parche hidráulico.
 - Eventos adversos por el parche hemático.

- ii. Eventos neurológicos mayores e irreversibles o permanentes.
 - Síndrome de cauda equina.
 - Aracnoiditis adhesiva crónica.
 - Meningitis infecciosa séptica y aséptica.
 - Síndrome de la arteria espinal anterior.
 - Absceso postanestesia regional.
 - Hematoma peridural y subaracnoideo.
 - Paro cardíaco. Daño cerebral. Muerte.
- iii. Eventos adversos neurológicos fetales

Cuadro I. Clasificación etiológica de los E A de la anestesia neuroaxial.

Inmediatos y mediatos	Tardíos
A. E A Por factores técnicos con la aguja	E A Neurológicos:
B. E A Por factores técnicos con el catéter	A. Leves: Bloqueo sensorial o motor pasajeros.
C. E A Cardíacos, circulatorios, respiratorios, y digestivos después de administrar la dosis del anestésico local, opiode u otro fármaco	B. Moderados: Bloqueo sensorial o motor prolongados, lumbalgia, parestias y zonas de adormecimiento, prolapso discal, síndromes ajenos a la anestesia y relacionados con el evento obstétrico.
D. E A Por toxicidad a los fármacos: Anestésicos locales. Opioides. Epinefrina, bicarbonato.	C. Severos o graves:
Ketamina. Vasoconstrictores. Etc.	C.1 EA Neurológicos menores y reversibles o transitorios: Zonas de hiperalgesia, debilidad motora, cefalea postpunción accidental de duramadre, EA por parche hidráulico, EA por parche hemático CPAD, PH, PH.
E. EA Por condiciones propias de la paciente.	C.2 EA Neurológicos mayores e irreversibles o permanentes: Síndrome de cauda equina, síndrome de arteria espinal anterior, hematoma, absceso, paraplejía, aracnoiditis, meningitis, paro cardíaco
F. EA En el feto y en el paciente pediátrico que recibe anestesia neuroaxial	D. EA Neurológicos fetales

BLOQUEOS NEUROAXIALES CENTRALES

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS^{1, 5, 12}.

El conocimiento anatómico de la columna vertebral es importante para la realización de cualquier bloqueo central. Un factor clave para localizar los puntos en los que se va a realizar la anestesia regional es conseguir una relación entre la anatomía superficial y la anatomía ósea:

ANATOMIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL¹.

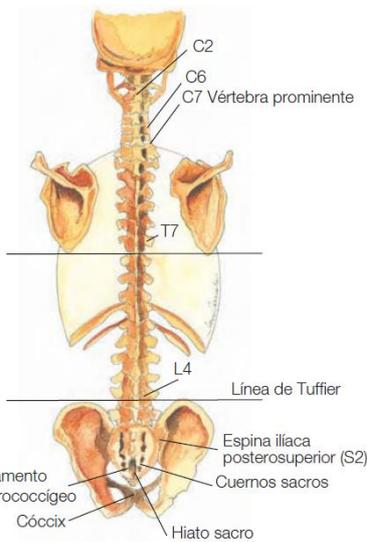


Figura 13-1 Relaciones superficiales de la anatomía de la columna.

1. A nivel cefálico, inmediatamente debajo de la protuberancia occipital se puede palpar C2.
2. La unión cervicotorácica se identifica por la apófisis espinosa de la C7, ya que ésta es la estructura más prominente a la altura del cuello en la línea media.
3. Trazando una línea que una los **bordes inferiores de ambas escápulas**, ésta cruzará la columna vertebral en T7.
4. La extensión más caudal de la médula espinal (cono medular) no es constante y suele llegar hasta la mitad del cuerpo de L2 en adultos e incluso hasta L3 en niños. Es importante conocer esta referencia para no originar lesiones medulares.
5. Proyectando una nueva línea, en este caso tangencialmente a los bordes superiores de ambas crestas ilíacas (**línea de Tuffier**), ésta cruzará la columna vertebral a nivel de la apófisis espinosa de L4.

6. Dibujando otra línea que une ambas espinas ilíacas posterosuperiores, cortará la columna vertebral en S2 y localizará la extensión más caudal del saco dural, que contiene líquido cefalorraquídeo.
7. En el hueso sacro existe en una depresión fácilmente palpable en individuos delgados, en forma de «V» invertida que corresponde al hiato sacro, cuya localización es fundamental para la realización del bloqueo caudal.

Una vértebra típica tiene partes similares estructuralmente, como el cuerpo vertebral, el agujero intervertebral, una apófisis espinosa, dos apófisis transversas, cuatro apófisis articulares, dos láminas y dos pedículos^{1, 2, 5}.

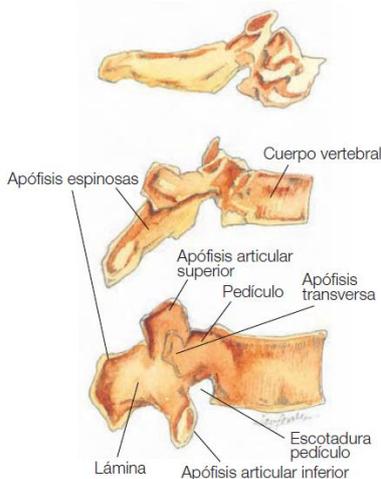


Figura 13-2 Morfología de las distintas vértebras según su región.

El cuerpo vertebral, presente en todas las vértebras excepto en C1 o atlas, sería similar a una más a de hueso esponjoso groseramente cilíndrico, achatado, el cual se uniría con el inmediatamente superior e inferior mediante una almohadilla que correspondería al disco intervertebral. Este disco estaría constituido por dos partes, una externa y más potente (anillo fibroso) y otra interna menos consistente (núcleo pulposo). Ambas estructuras, cuerpo y disco, se unen entre sí mediante dos ligamentos, el ligamento vertebral común anterior, por delante, y el ligamento vertebral común posterior, por detrás, constituyendo una unidad que proporcionará a la columna su estabilidad anterior.

Externas a las apófisis articulares se encuentran las apófisis transversas, que van a acomodar inserciones musculares. La localización de estas apófisis es vital al realizar un bloqueo paravertebral. Hacia detrás, las apófisis articulares se continúan con las láminas, unidas entre sí mediante el ligamento amarillo o flavum^{1, 2, 5}.

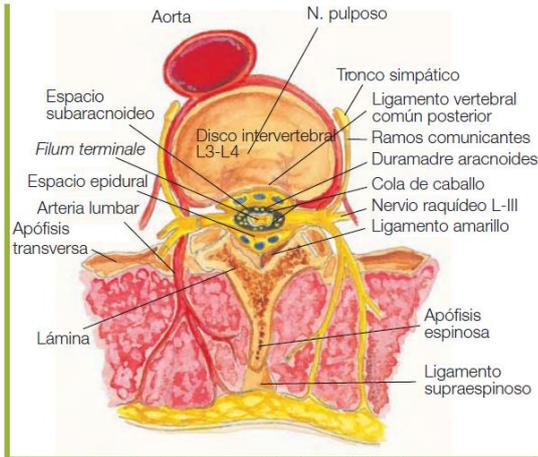


Figura 13-5 Corte transversal de la región lumbar.

El espacio creado entre la duramadre y el ligamento amarillo es el espacio epidural, que confluye lateralmente con los manguitos duros, que rodean a los nervios raquídeos que salen; ésta es la base anatómica del bloqueo epidural. La consistencia de este ligamento al paso de una aguja. Posteriormente se perciben una serie de « clics » para después aparecer una pérdida de resistencia que nos indica el haber entrado en el espacio epidural.

Cada apófisis espinosa está unida con la adyacente (en su parte más horizontal) mediante el ligamento interespinoso; por detrás de esta estructura se encuentra el ligamento supraespinoso que une las apófisis espinosas por su parte más dorsal. De tal forma que, si se quisiera realizar una técnica epidural, se tendría que atravesar el ligamento supraespinoso primero, posteriormente el interespinoso y finalizar con el ligamento amarillo; si se continuase penetrando con la aguja, se atravesarían las estructuras que contiene el conducto o canal vertebral^{1, 2, 5}.

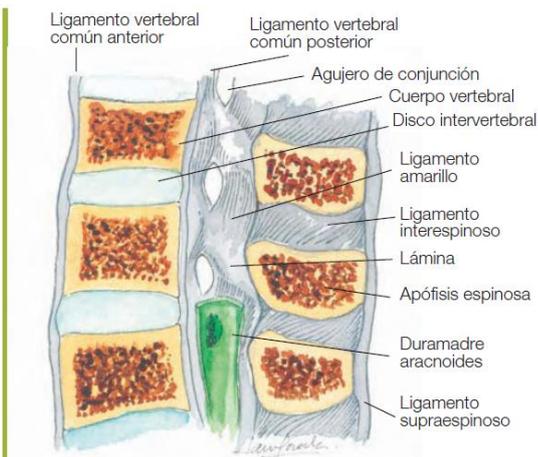


Figura 13-4 Corte sagital de la región lumbar.

El espacio epidural también puede ser abordado en su parte más distal mediante el bloqueo caudal. Éste se realiza en el llamado hiato sacro, constituido por la falta de fusión de las láminas de S5 y parte de S4, formando así una zona en forma de «V» invertida o «diamante» y cubierta por el ligamento sacrococcígeo, que hará las veces de ligamento amarillo. Para realizar el bloqueo caudal, se localiza el hiato sacro palpando los cuernos del sacro (vestigios de las apófisis transversas de S5) y se perfora el ligamento sacrococcígeo hasta llegar al espacio epidural^{1, 2, 5}.

La prolongación más caudal de las meninges constituye el filum terminale (extensión de la piamadre iniciada en el cono medular) que forma un cordón fibroso que se fundirá con el ligamento sacrococcígeo.

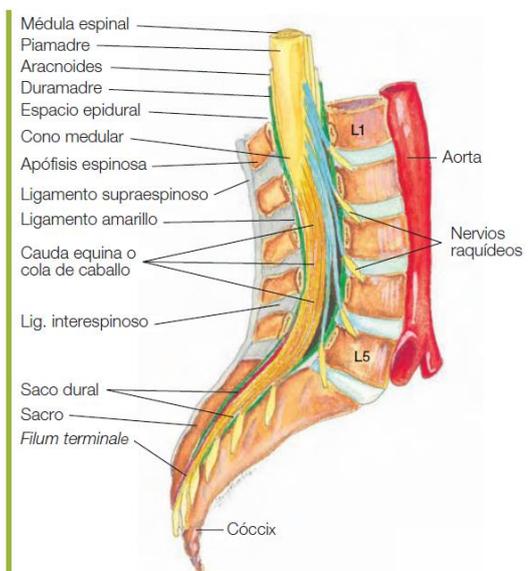


Figura 13-7 Corte parasagital de la región lumbosacra.

IRRIGACION ARTERIAL^{1, 2, 5}.

Está compuesta por un sistema longitudinal y otro transversal interconectados.

1. Consiste en dos arterias espinales posteriores y una arteria espinal anterior con el flujo sanguíneo en sentido cráneo-caudal.

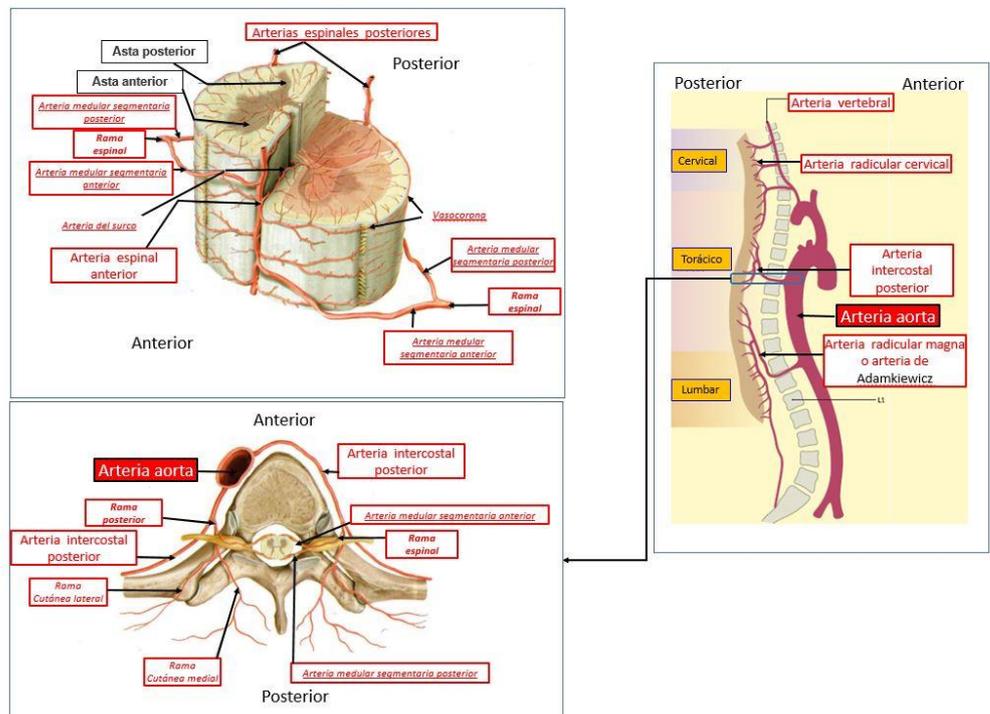
Las arterias espinales posteriores son ramas de las arterias cerebelosas posteroinferiores que descienden en forma medial a las raíces nerviosas posteriores, enviando vasos penetrantes a la médula y recibiendo el aporte de las arterias radicales posteriores.

La arteria espinal anterior proviene de las ramas terminales de las arterias vertebrales posteriores y desciende por el surco longitudinal anterior medular, dando numerosos vasos circunferenciales que irrigan la periferia medular y envían ramas a través del surco longitudinal al centro de la médula y a las columnas anteriores y laterales, la arteria espinal posee un flujo sanguíneo limitado, siendo necesario el suplemento que le provee el sistema transversal.

2. El sistema transversal está representado por las arterias radicales anteriores y posteriores que nutren las raíces nerviosas y posibilitan, luego de anastomosarse con las arterias del sistema longitudinal, un adecuado flujo sanguíneo a toda la médula.
 - En la porción cervical la irrigación está dada por las arterias vertebrales y las cervicales ascendentes
 - En la región torácica por las arterias intercostales posteriores.
 - A nivel toracolumbar, la más importante es la arteria radicular magna o arteria de Adamkiewicz.

En el 85% de los casos la arteria de Adamkiewicz ingresa a través del foramen intervertebral del lado izquierdo, entre T9 y L2, y es la principal proveedora de sangre del engrosamiento lumbar y el cono de la médula. Debido al escaso número de anastomosis entre los segmentos cervicales, torácicos y lumbares de la arteria espinal anterior, la lesión de la arteria de Adamkiewicz provoca parálisis motora de los miembros inferiores o síndrome de la arteria espinal anterior, ya que el sistema anterior irriga los dos tercios anteriores de la médula, incluyendo las neuronas motoras del asta anterior.

En un 15% de los casos, la arteria de Adamkiewicz tiene un nacimiento más alto a nivel de T5, por lo que la principal proveedora al sistema longitudinal anterior son ramas de las arterias ilíacas que ingresan a través de los forámenes lumbares. A ese nivel, la lesión de estos vasos durante una cirugía pelviana o una aguja también puede afectar la irrigación y producir isquemia del cono medular.



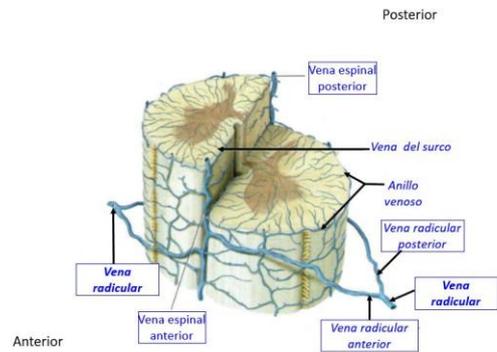
DRENAJE VENOSO^{1, 2, 5}.

El drenaje venoso en ambas porciones está dado principalmente por las venas espinales que forman los plexos venosos vertebrales interno y externo.

El plexo se sitúa principalmente en la región anterolateral del espacio peridural. Este plexo venoso peridural interno drena la médula y el cuerpo vertebral, y también contribuye a remover el exceso de LCR producido. Las venas longitudinales se conectan entre sí por las venas coronales, que rodean la médula formando otra red extramedular.

El plexo venoso vertebral postero-interno está contenido en el espacio epidural, entre la duramadre y el periostio vertebral. Formado por dos o más canales venosos longitudinales, anterior y posterior, se conectan entre sí en muchos niveles, desde el canal basilar del occipital hasta los plexos venosos pélvicos, sin pasar por los pulmones, por lo que constituye una vía de diseminación metastásica desde la pelvis hasta el encéfalo. Se encuentra localizado en la grasa epidural y consiste en un par de canales venosos longitudinales, cada canal situado postero lateralmente en el espacio epidural.

Este par de venas longitudinales están interconectadas por múltiples anastomosis transversales, situadas usualmente debajo de cada arco vertebral, dando la apariencia de una escalera.



Parece existir una variabilidad morfológica de este plexo según el individuo, pero se ha logrado discernir un patrón^{1, 2, 5}:

- El plexo venoso vertebral postero-interno cervical consiste en un número limitado de pequeñas venas horizontales. En C1 y C6-C7, el plexo es más pronunciado y consiste en una densa red venosa.
- El plexo venoso vertebral postero-interno torácico, es más extenso en comparación con el cervical, es más extenso y voluminoso en su parte superior que en la inferior.
- Tiene grandes canales posterolaterales que están interconectados por paquetes segmentados de venas transversas.
- En general, la configuración de las venas transversas torácicas asemeja a una “V” invertida, con el vértice apuntado en dirección rostral.
- El plexo venoso vertebral postero-interno lumbar, presenta grandes puentes anastomóticos que conectan ambos canales longitudinales posterolaterales.
- La porción sacra de este plexo venoso consiste en dos canales longitudinales posterolaterales.

La circulación venosa se continúa por las venas segmentarias o radicales, que acompañan de salida del canal medular a las raíces nerviosas, aunque en un número menor que las arterias (unas 6 a 9 en la cara anterior y unas 5 a 10 venas radicales posteriores), hasta desembocar en el plexo venoso vertebral interno, este plexo vertebral interno se dirige hacia arriba por el foramen magno para comunicarse con los senos de la duramadre craneal y las venas vertebrales del cráneo. Asimismo, el plexo vertebral interno también se comunica con el **plexo vertebral externo de la cara superficial de las vértebras** y termina drenando a la vena cava superior a través de las venas vertebrales (a nivel cervical), intercostales (a nivel torácico), y lumbares. Desembocando en el sistema álgico que sube por el lado derecho del tórax y termina en la vena cava superior. También se comunica con la vena cava inferior a través de vasos pélvicos^{1, 2, 5}.

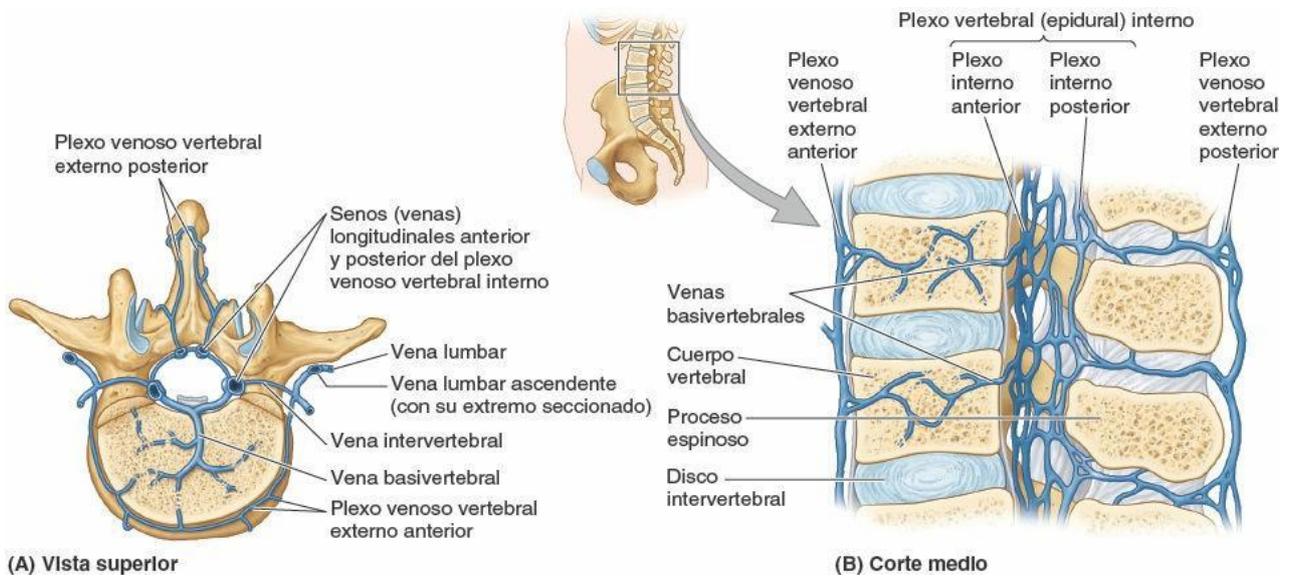
Las venas y los plexos venosos espinales no poseen válvulas. Esto puede facilitar procesos en los que desde el torrente venoso se alcanza la médula en dirección retrógrada, como en el caso de los infartos por embolismo fibrocartilaginoso (fragmentos del núcleo pulposo de los discos intervertebrales que embolizan

hacia la médula por degeneración previa y aumento de la presión local acompañando algún movimiento brusco espinal que los fragmenta y propulsa).

El plexo venoso vertebral antero-interno corre por el espacio epidural anterior, por la parte dorsal de los cuerpos y discos vertebrales. Consiste en un par de troncos venosos. Estos están localizados en forma anterolateral al canal vertebral. La porción craneal de este plexo se continúa como el plexo venoso basilar. Ambos canales longitudinales se desvían de manera lateral, dorsal a cada disco vertebral y convergen a la mitad de cada cuerpo vertebral donde se unen con la vena basivertebral. En este punto forman una densa red retro corporal que está en contacto íntimo con la parte medial de los pedículos vertebrales^{1, 2, 5}.

El ligamento longitudinal vertebral posterior está parcialmente pegado a los cuerpos vertebrales. A nivel de los discos vertebrales, este plexo venoso, está situado posterior al PLL. En contraste con el plexo venoso vertebral posterior interno, este plexo anterior mantiene un patrón morfológico constante.

La parte cervical de este plexo es la más pequeña. Mientras desciende el canal vertebral, este plexo se hace más voluminoso y pronunciado (alcanzando su máximo en L4 y L5). Se nota un descenso abrupto en el área del sacro^{1, 2, 5}.



Plexo venoso de Batson o sacro.

El plexo venoso vertebral de Batson, comunica los vasos intercostales posteriores con el plexo vertebral, carece de válvulas por lo que la sangre puede fluir en ambas direcciones, lo que representa un paso importante en el establecimiento de metástasis vertebrales.

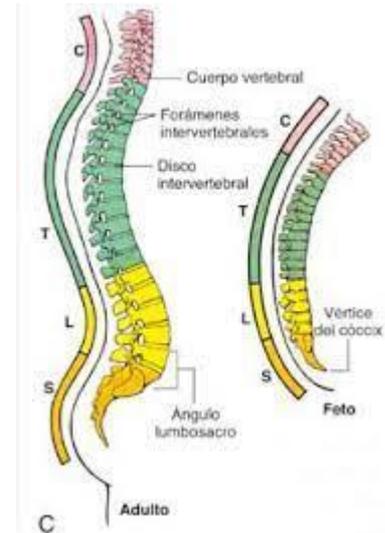
Se nombro tras los trabajos del Dr. Oscar Vivian Batson en la década de los 40:

Demostó que la sangre de mama y pelvis retorna a la vena cava pero también a un sistema de bajas presiones y grandes volúmenes, constituido por venas vertebrales que se comunican con venas costales^{1, 2, 5}.

El plexo venoso de Batson también puede permitir la propagación de la infección de una manera similar. Las infecciones de vías urinarias como la pielonefritis han demostrado extenderse a través de esta ruta para causar osteomielitis de las vértebras. La osteomielitis en tal caso se resuelve simultáneamente con el mismo antibiótico que actúa sobre la infección del tracto urinario debido a que ambas infecciones son del mismo organismo^{1, 2, 5}.

Consideraciones fisiológicas en pediatría^{1, 2, 5, 13}.

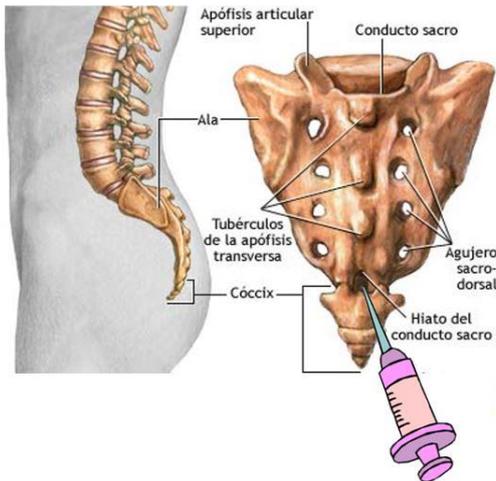
- Columna vertebral. Al nacimiento presenta una curvatura única de concavidad anterior, las curvaturas aparecen de acuerdo con el desarrollo del niño, a nivel cervical la lordosis se hace presente a partir de los 3 meses, secundario al sostén cefálico; a partir de los 6 meses, secundario con la posición erecta, se forma la lordosis lumbar.
- Hiato sacro. Se forma de la falta de fusión de los arcos posteriores de las vértebras sacras S4 y S5, cerrándose alrededor de los 6-8 años.
- El ligamento flavum que es cada una de las secciones del ligamento amarillo situado entre porciones intervertebrales, es más delgado y menos denso, por lo que ofrece menor resistencia.
- En neonatos la pelvis tiene un diámetro vertical mayor al horizontal, por lo que las referencias anatómicas como la línea de Tuffier varía de acuerdo con la edad: en neonato L5-S1, lactante L4-L5 a partir de 1 año se localiza L3-L4.
- Medula espinal. Durante la 16 SDG ocupa todo el canal vertebral, al presentar un crecimiento más rápido de la columna vertebral, esto provoca regresión rostral de la medula, por lo que al nacimiento se encuentra como medular en L3 y el saco dural en S4 (menos de 1 cm del hiato sacro), la posición definitiva se logra a partir de 1 año, en L1 y S1-S2 respectivamente.
- Espacio peridural al nacimiento es más estrecho con una presión mayor, hasta los 3 meses presenta poca cantidad de grasa epidural favoreciendo así la absorción sistémica. A partir de los 3 meses y hasta los 7 años aumenta el contenido de dicha grasa, facilitando la progresión de un catéter.
- La producción de líquido cefalorraquídeo en niños menores de 15 kg es de 4 ml/kg, 50% se encuentra en el canal espinal la producción es de 0,35ml/min, renovándose varias veces al día, por lo que hay difusión de los anestésicos locales, por lo tanto, menor duración del bloqueo espinal y menor incidencia de cefalea post punción. En el adulto la producción de líquido cefalorraquídeo es de 2 ml/kg.
- La mielinización inicia durante la gestación, al nacimiento se alcanza 20%, durante los primeros años de vida se mieliniza el córtex, medula y sistema neurovegetativo hasta los 6 años alcanzando 80%, esta mielinización se completa durante la edad adulta.
- La transmisión nociceptiva en el neonato es eficaz y funcional, tanto las vías espinotalámica y espinoreticular, como los receptores opioides, sin embargo, el sistema inhibitorio descendente madura al final de la lactancia, por lo que la analgesia en niños durante el primer año de vida es de suma importancia.
- El sistema neurovegetativo termina de madurar alrededor de los 2 años, por lo que el bloqueo simpático con anestésicos locales a nivel central es nulo o leve.
- En niños menores de 8 años los cambios hemodinámicos derivados de la anestesia neuroaxial son poco evidentes ya que presentan bajas resistencias periféricas y predominio de la superficie corporal en la mitad superior del cuerpo.
- El gasto cardíaco en niños mantiene un aumento del flujo sanguíneo regional, por lo tanto, aumento de la absorción sistémica de anestésico local.
- Las proteínas plasmáticas tienen menor concentración durante la lactancia principalmente albumina 60-80% y a-glicoproteína ácida al 50% respecto al adulto, por lo que la fracción libre del anestésico local será mayor y así también el riesgo de toxicidad.
- En neonatos y lactantes el volumen de distribución es mayor, presenta más cantidad de agua corporal total.
- El metabolismo y excreción de anestésicos locales es más lento por la inmadurez de la vía de metabolismo hepático, así como menor filtrado glomerular.



Los anestésicos locales epidurales actúan en diversas localizaciones, de fuera adentro^{1, 2, 8,13}:

1. Raíces nerviosas extradurales, adonde los anestésicos llegan por difusión a través de los espacios paravertebrales. Su papel en el bloqueo es relativamente pequeño, especialmente en los ancianos, en los que el espacio paravertebral es de reducido tamaño.
2. Ganglios dorsales de las raíces nerviosas. La concentración de anestésico local alcanzada en ellos es baja y su contribución al bloqueo es pequeña.
3. Raíces nerviosas intradurales, dorsales y ventrales, a las que el anestésico llega por difusión a través de vellosidades aracnoideas.
 - Es el mecanismo de bloqueo más importante, alcanzando los anestésicos locales la mayor concentración en el líquido cefalorraquídeo entre 10 y 20 min después de la administración epidural.
4. Médula espinal, adonde los anestésicos locales llegan desde el espacio epidural, a través de vellosidades aracnoideas y arterias radicales. Su influencia en el bloqueo es variable, especialmente alta en caso de anestésicos locales más liposolubles.

BLOQUEO PERIDURAL CAUDAL.



Es una técnica fácil y segura, por lo que en el ámbito pediátrico es la más popular, proporciona bloqueo analgésico hasta T4, dependiente del volumen administrado.

La analgesia por la vía caudal puede administrarse en bolo, o en forma continua mediante la introducción de un catéter por el hiato sacro^{1, 2, 5,13}.

El hiato sacro se forma por la falta de fusión del quinto arco vertebral sacro, cuyo remanente está representado por dos prominencias óseas, conocidas como las astas del sacro, que constituyen la referencia anatómica más importante en este bloqueo.

Estas dos astas se articulan a las astas del coxis, formando el hiato sacro, el cual es fácil de identificar en los niños.

El ligamento sacrococcígeo, está formado por varios ligamentos que unen el vértice del sacro a la base del coxis. El ligamento sacrococcígeo ventral, desciende sobre la superficie pélvica de la lámina del sacro y el coxis. El ligamento sacrococcígeo dorsal superficial, completa la parte inferior del canal sacro.

El ligamento sacrococcígeo dorsal profundo, se extiende desde la superficie dorsal de la quinta vértebra sacra, a la superficie dorsal del coxis (este es el ligamento que se perfora para entrar al espacio epidural). El ligamento entre las astas une estas al coxis, y el ligamento sacrococcígeo lateral, conecta el coxis al ángulo lateral inferior del sacro^{1,5,13}.

La médula espinal ocupa todo el canal vertebral, hasta el tercer mes de la gestación. A partir de este momento las vértebras crecen más rápidamente que la médula. Es importante señalar que la médula espinal al nacimiento se localiza en L3 y alcanza su posición permanente en L1-L2 al año de edad; el saco de la dura al nacer se encuentra en S4 y al año de edad entre S1-S2¹³. La grasa epidural en niños menores de 6 años tiene consistencia semisólida, que facilita que los anestésicos locales se difundan uniformemente. Muchos autores han sugerido que estas características de la grasa epidural son en parte responsables de la extensión predecible del bloqueo caudal que ocurre en los niños y la limitada e impredecible extensión, por segmentos que se observa clínicamente en los adultos^{1,5,13}.

INDICACIONES.

Cirugía digestiva, cirugía en región inguinal, pélvica, urogenital (abdominopélvico y perineal), ortopédica en extremidades inferiores, en caso de pacientes con patología de tracto respiratorio, prematuros con historia de apnea, para disminuir o evitar el riesgo de apnea postoperatoria^{1,5,13}.

CONTRAINDICACIONES.

Relativas. Negativa de los padres, coagulopatía, infección cutánea en la zona de punción, sepsis, hipovolemia no corregida.

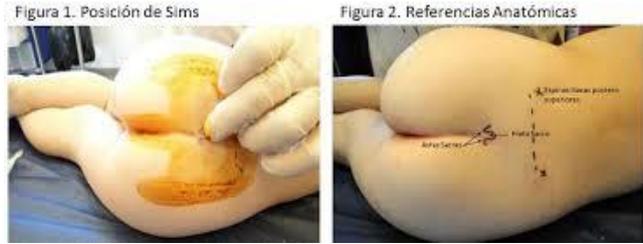
Absolutas. Cirugía caudal previa, anomalías del SNC, espina bífida, médula espinal anclada, escoliosis, o deformidades de la columna vertebral, cambios locales en la piel que pueda estar asociado a anomalías vertebrales no diagnosticadas (hoyuelos, parches peludos, pigmentación anormal)^{1,13}.

Referencias anatómicas^{1,13}.

Tiene forma de U invertida.

a) Las espinas ilíacas posterior superior son identificadas con 2 dedos y el cuerno sacro es palpado con el dedo medio.

1 mm/kg de peso se estima la distancia desde la piel al espacio epidural para niños de 6 meses a 10 años.



Posición.

Decúbito prono: Los brazos se colocan hacia adelante. El tronco y las extremidades inferiores deben formar un ángulo de 35 grados, con la horizontal. Posición de navaja.

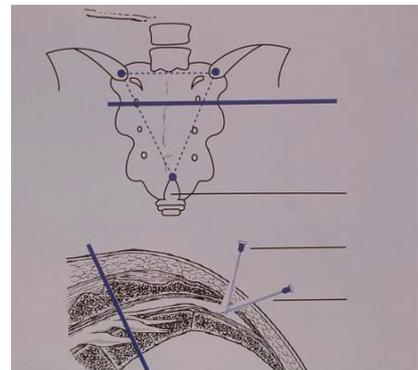
Se debe colocar a nivel de las espinas ilíacas anterosuperiores una almohadilla, maniobra que mejora la exposición del sacro, con la precaución de que no se compriman las ramas de la vena cava inferior. Si los pies miran hacia adentro, y los tobillos hacia afuera, se logra la relajación de los glúteos, especialmente del glúteo mayor.



Figura 4. Recién nacido de «pretérmino» en el que se muestra la posición para el bloqueo caudal.

Decúbito lateral: Es la posición más usada. La cadera y las rodillas se reflejan en un ángulo de 90°, con relación al cuerpo.

Técnica clásica. Se localiza el hiato sacro, se introduce aguja a 60° en relación con el neuroeje, una vez pasado el ligamento sacrococcígeo se horizontaliza a 20° y se introduce en el espacio caudal. Esta técnica tiene mayor riesgo de punción dural y ósea.



Técnica no turn. Se introduce la aguja a 60° sin redireccionar una vez pasado el ligamento sacrococcígeo. Esta técnica tiene menor riesgo de punción dural y ósea, pero presenta mayor índice de fracaso, por lo que requiere mayor experiencia.

El uso de catéter peridural caudal nos permite mantener una analgesia peridural postoperatoria continua, con bloqueos lumbares y torácicos más selectivos, es posible verificar la adecuada colocación de la punta del catéter con epidurograma o con el USG, principalmente en lactantes, ya que la osificación está incompleta, también existe la prueba de Tsui mediante catéter electroestimulador^{1, 2, 5,13}.

La dosificación de los anestésicos locales depende principalmente^{1, 2, 5,6, 13}:

- Anestésico local elegido.
- Intensidad del bloqueo deseado (depende de la concentración del anestésico local).
- Duración del bloqueo (depende del anestésico local y la adición de fármacos adyuvantes).



Figura 8. Neonato en decúbito prono, con aguja Tuohy pediátrica #20 que muestra la inserción del catéter por vía caudal.

Cálculo de dosis.

1. Cálculo de volumen a administrar.

- a. **Formula de Armitage^{1,13}.**
 - i. Nivel sacro 0.5ml/kg
 - ii. Nivel lumbar 1 ml/kg
 - iii. Nivel torácico 1.25 ml/kg
- b. **Formula de Melman^{1,13}.**
 - i. Nivel T4-T6 1.6 ml/kg
 - ii. Nivel T10 1.4 ml/kg
 - iii. Nivel T12 1.2 ml/kg
- c. **Formula de Takasaki^{1,13}.**
 - i. 0.05ml/kg/dermatoma

Tabla 1 Fórmulas para el cálculo de volumen anestésico a nivel epidural y caudal

Armitage (caudal)	Takasaki (caudal y epidural)
Nivel sacro: 0,5 mL Kg ⁻¹	0,05 mL Kg ⁻¹
Nivel lumbar: 1 mL Kg ⁻¹	dermatoma
Nivel torácico: 1,25 mL Kg ⁻¹	

2. Cálculo de la concentración del anestésico local.

- a. **Verificar dosis toxica para no superarla.**
 - i. Lidocaína simple 5 mg/kg.
 - ii. Lidocaína con epinefrina y mepivacaína 7 mg/kg.
 - iii. Ropivacaína y bupivacaína 2.5-3mg/kg.
 - iv. Hay que recordar que, en menores de 6 meses, se debe reducir 30% dosis por sus características fisiológicas.

b. **Concentración deseada de anestésico local.**

- i. Para bloqueo sensitivo profundo.
 - 1. Bupivacaína concentración mayor de 0.25%
 - 2. Ropivacaína concentración mayor 0.3%
- ii. Para analgesia sin bloqueo motor.
 - 1. Bupivacaína a concentración 0.065-0.125%
 - 2. Ropivacaína a concentración de 0.2%
- iii. Fórmula para concentración deseada.
 - 1. ML DE ANESTESICO LOCAL QUE NECESITO =

$$\frac{(\text{CONCENTRACION DESEADA}) (\text{ML DESEADOS})}{(\text{CONCENTRACION ACTUAL})}$$

Tabla 2 Dosis-concentración de anestésico local a nivel epidural

Anestésicos locales epidurales	Bloqueo sensitivo	Bloqueo sensitivo profundo	Bloqueo motor (sin anestesia general)
Bupivacaína, levobupivacaína, %	0,125	0,25	0,375
Ropivacaína, %	0,2	0,3	0,4

3. Utilización de adyuvantes que ayudan a prolongar el efecto del anestésico local o mejoran el bloqueo sensitivo^{1,3,13}.

- i. Los opioides deben ser utilizados de manera juiciosa debido a los problemas de depresión respiratoria, retención urinaria y náuseas.
 - 1. Los lactantes y niños están en riesgo especial y deben ser monitoreados por al menos 12 horas hasta 18 horas después de la administración.
 - 2. Los niños que también reciben opioides sistémicos están en riesgo adicional debido al efecto sinérgico.
- ii. Clonidina (1 a 2 µg/kg)

Puede prolongar la duración de la anestesia, también tiene efectos sedantes sistémicos potencialmente indeseables.
- iii. Ketamina (0,5 mg/kg)
 - 1. Puede prolongar la duración de la anestesia.
 - 2. La formulación libre de preservativos es muy difícil de encontrar.

Tabla 3 Adyuvantes epidurales

Adrenalina	5 µg Kg ⁻¹
Morfina	30-50 µg Kg ⁻¹
Fentanilo	1-3 µg Kg ⁻¹
Tramadol	1-2 mg Kg ⁻¹
Ketamina	0,5-1 mg Kg ⁻¹
Clonidina	1-2 µg Kg ⁻¹
Dexmedetomidina	2 µg Kg ⁻¹
Neostigmina	50 µg Kg ⁻¹
Magnesio	50 mg (dosis única)
Dexametasona	0,1 mg Kg ⁻¹

COMPLICACIONES Y EVENTOS ADVERSOS^{1, 2, 5,13}.

- Perforación rectal.
- Retención urinaria.
- Hipotensión.
- Convulsiones.
- Colapso cardiovascular por absorción masiva de anestésico local por punción inadvertida de dura.
- Punción inadvertida o advertida de dura.
- Punción intravascular.
- Bloqueo fallido o en parches.
- Multipunciones.
- Infección.
- Lesión nerviosa.

BLOQUEO PERIDURAL LUMBAR Y TORÁCICO.

Bloqueo peridural es el bloqueo nervioso continuo más utilizado en la práctica clínica tanto como técnica anestésica como para tratamiento del dolor agudo y crónico.

El espacio peridural se extiende desde la base del cráneo hasta la membrana sacrococcígea. La elección del lugar de punción a lo largo del neuroeje viene determinada por la inervación segmentaria de la zona a bloquear y debe hacerse lo más cercano a dicha área^{1, 2, 12,13}.

Consideraciones anatómicas. El espacio peridural a nivel torácico es más estrecho de 3 a 4 mm que a nivel lumbar de 5-6mm en adultos. A partir de los 6 meses de vida se prefieren catéteres próximos a la zona quirúrgica mediante abordaje lumbar o torácico, ya que proporcionan un bloqueo más selectivo y analgesia continua en el postoperatorio. Hay menor índice de fracaso y menor riesgo de contaminación que con el abordaje caudal^{1, 2, 12,13}.

Hay que recordar que la columna del lactante presenta una única curvatura (sin lordosis lumbar o cifosis torácica), existiendo mayor distancia entre las apófisis espinosas, realizándose la punción perpendicular a la piel. El ligamento flavum es más fino y menos denso. Esto, sumado a un paciente dormido y en decúbito lateral (menor presión epidural), condiciona que la pérdida de resistencia sea menos evidente. Hay que tener especial precaución en el abordaje torácico, ya que los ligamentos son más laxos que a nivel lumbar y la médula está presente en el canal espinal. Se debe realizar por anestesiólogos experimentados o bajo su supervisión^{1, 2, 12,13}.

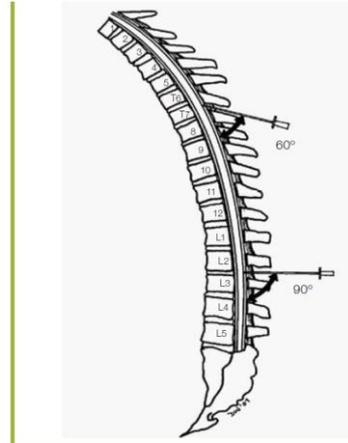


Figura 15-1 Ángulo de las apófisis espinosas.

INDICACIONES. Cirugía torácica abierta, cirugía abdominopélvica mayor, cirugía del raquis y tratamiento de dolor crónico.

CONTRAINDICACIONES. Infección en el sitio de punción, trombocitopenia, alteración de la coagulación

REFERENCIAS ANATOMICAS. Existen 12 vertebral torácicas. La vertebra T1 inmediatamente después de C7 que es la más prominente cuando el cuello esta flexionado.

T3 se encuentra a nivel de la raíz de la espina de la escapula y a nivel interescapular corresponde T7.

La punta de la última costilla con la primera vértebra lumbar.

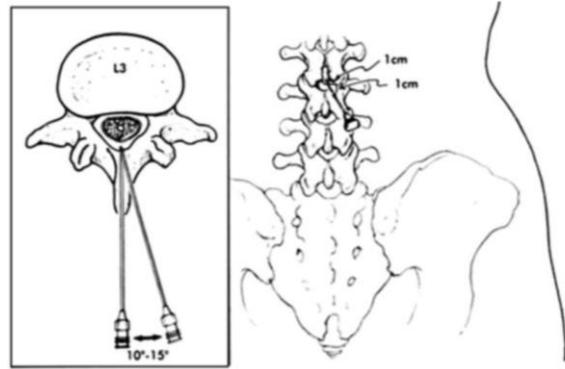
TÉCNICA.

El acceso medial es el más utilizado tanto a nivel cervical como lumbar, a nivel torácico se prefiere vía para medial por la disposición anatómica de las apófisis espinosas de las vértebras, que se encuentran oblicuas y sin capacidad de flexión.

Técnica medial. Se palpan las apófisis espinosas, con la inserción de la aguja en ángulo recto entre dos espacios intervertebrales por el borde inferior de la apófisis espinosa superior. Se progresa la aguja lentamente hasta encontrarse con el borde superior de la apófisis espinosa inferior y se redirige la aguja en sentido paralelo a la apófisis espinosa. Resiguiendo la apófisis espinosa se llegará al ligamento amarillo.



Técnica paramedial. Se palpan las apófisis espinosas y se hace un habón con anestésico local 1-1,5 cm, lateral al borde inferior de la apófisis espinosa elegida. El borde inferior de la apófisis espinosa se enfrenta a la lámina de la vértebra dorsal inmediatamente inferior; así, utilizando una aguja de anestesia espinal 22 GA, se profundiza perpendicularmente a la piel hasta localizar la lámina ósea, se infiltra con anestésico local y se retira la aguja, tomando la referencia de la distancia a la lámina. Después, se inserta la aguja epidural con una inclinación de unos 10° en sentido cefálico y de 10° hacia la línea media; si la aguja choca con hueso, la vamos angulando más hasta que sentimos que pasa el reborde superior de la lámina, atraviesa el ligamento amarillo y tenemos la pérdida de resistencia al entrar en el espacio epidural^{1, 2, 12,13}.



Abordajes medial y paramedial (PACS)

La localización del espacio epidural se puede realizar mediante técnica de pérdida de resistencia, con aire o suero salino. Parece que con aire es más seguro que con suero en niños menores de 2 años, siendo más fácil su identificación y menor el riesgo de punción dural, pero mayor el de neumoencéfalo, embolia aérea y parestesia, siendo determinante minimizar la inyección de aire epidural. También se puede aplicar la gota pendiente, teniendo un elevado porcentaje de éxito y bajo de complicaciones (más frecuentes en niños menores de 10 Kg)^{1, 2, 12,13}.

Tabla 4 Fórmulas para el cálculo de la distancia piel-espacio epidural

Bosenberg	Busoni (mm)
1 mm Kg^{-1} (5-10 mm en < 6 meses)	$10 + (\text{edad} \times 2)$

DOSIFICACION.

Se prefieren anestésicos con elevada fijación a proteínas plasmáticas (mejor perfil de seguridad), como Bupivacaina, Levobupivacaina y Ropivacaína, siendo la dosis-infusión máxima recomendada de 0,4 mg/Kg/h, reduciéndose un 30% en lactantes menores de 6 meses. Se debe evitar el bloqueo sensitivo profundo y motor para no enmascarar el síndrome compartimental de miembros inferiores, así como descartarlo siempre ante cualquier dolor irruptivo tras cirugía traumatológica u ortopédica^{1, 2, 12,13}.

Para el período intraoperatorio, si queremos efecto analgésico potente con mayor bloqueo motor:

a) Bupivacaina o Levobupivacaina al 0,25% o 0,5%.

Para analgesia postoperatoria utilizaremos soluciones de Bupivacaina, Levobupivacaina o Ropivacaína a concentraciones entre 0,1 y 0,25%, con lo que conseguiremos analgesia con mínimo bloqueo motor^{1, 2, 12,13}.

Tabla 14-1. Pauta recomendada de administración epidural de anestésicos locales

Fármaco	Tiempo de inicio	Desaparición del efecto (2 dermatomas)	Repetición de 2.ª dosis (tiempo recomendado)
Lidocaína 2%	15 ± 5 min	100 ± 40 min	60 min
Lidocaína 2% + adrenalina*	15 ± 5 min	150 ± 40 min	90 min
Mepivacaína 2%	15 ± 5 min	120 ± 40 min	60 min
Bupivacaina 0,5%	18 ± 10 min	200 ± 40 min	120 min

*Adrenalina 1:200.000.

Dependiendo de la edad, para el bloqueo epidural dorsal se toma como referencia la administración de 1 ml de anestésico por cada dermatoma que se pretende bloquear. Una segunda dosis de un 20% de la inicial, repetida aproximadamente a los 20 min de ésta, favorece la consolidación del bloqueo sin aumentar la extensión de éste. Posteriormente, se administran dosis repetidas de un 50% de la inicial para mantener el bloqueo cuando el nivel superior de éste ha descendido un dermatoma^{1, 2, 12, 13}.

COMPLICACIONES Y EVENTOS ADVERSOS.

- Hipotensión arterial. Incidencia mayor hasta 2 veces en anestesia combinada.
- Fallo en la localización del espacio 4%.
- Punción vascular. 3-12%
- Punción dural inadvertida 0,1-1,3%
- Daño de estructuras neurovasculares.
- Infección del catéter 1/20 000
- Hematoma peridural con paraplejia asociada 1/150 000 procedimientos.

BLOQUEO ESPINAL.

Es una técnica segura y efectiva, utilizada en cirugía abdominal inferior, abdominal superior en neonatos y lactantes y miembros inferiores de duración corta. Cuenta con ciertas ventajas respecto a la anestesia general, por ejemplo, menor costo, menor tiempo de estancia^{1, 2, 12,13}.

INDICACIONES.

- Exprematuro menor 60 semanas post concepción, mayor riesgo de complicaciones respiratorias.
- Vía aérea difícil
- Enfermedades respiratorias
- Hipertermia maligna
- Epidermólisis bullosa
- Cardiopatías congénitas.

CONTRAINDICACIONES.

- Similares a bloqueos peridurales
- Hipertensión intracraneal
- Mielomeningocele

CONSIDERACIONES ANATOMICAS.

La línea de Tuffier, debido al diferente crecimiento de la columna y los huesos pélvicos, así como a la regresión medular, es un espacio libre de médula y, por tanto, seguro en todas las edades. La distancia piel-espacio subaracnoideo ese nivel es: 10-15 mm (neonatos), 15-25 mm (menores de 5 años), 30-40 mm (5 a 8 años)^{1, 2, 12,13}.

Se puede calcular usando la fórmula (mm): $0,8 \times (\text{peso} + 10)$. Parece no haber diferencias entre localizar el espacio de punción mediante ecografía o palpación manual, siempre que esta la realicen anestesiólogos experimentados.

CONSIDERACIONES TECNICAS.

La inyección debe realizarse en unos 10-20 s para evitar la excesiva dilución del anestésico en el LCR; esperar 5 s antes de retirar la aguja para evitar la salida de anestésico por el agujero de punción, así como retirar esta con el mandril introducido para evitar fístulas de Líquido cefalorraquídeo. No deben levantarse los miembros inferiores tras la técnica para evitar un bloqueo espinal alto o completo.

DOSIFICACION

La duración media de un bloqueo es de 80 minutos, siendo requerimientos mayores dependiendo de la edad. La Morfina (4-15 mcg/Kg), el Fentanilo (0,2- 2 mcg/Kg), la Clonidina (1-2 mcg/Kg) y la Neostigmina (1-2 mcg/Kg) pueden prolongar el bloqueo y la analgesia postoperatoria.

Raquianestesia pediátrica	Bupivacaína, levobupivacaína, tetracaína	Ropivacaína
< 5 Kg	0,5	0,5-1
5-15 Kg	0,4	0,5
> 15 Kg	0,3	0,5

Datos expresados en mg Kg⁻¹.

COMPLICACIONES^{1, 2, 12,14, 15, 16}

Técnicas

- Imposibilidad de llevarse a cabo.
- Fracaso total o parcial.
- Altura insuficiente.
- Migración del catéter.

Punción

- Subcutánea.
- Intravascular o intraósea.
- Intradural (no deseada) o CPPD.

Infecciosas

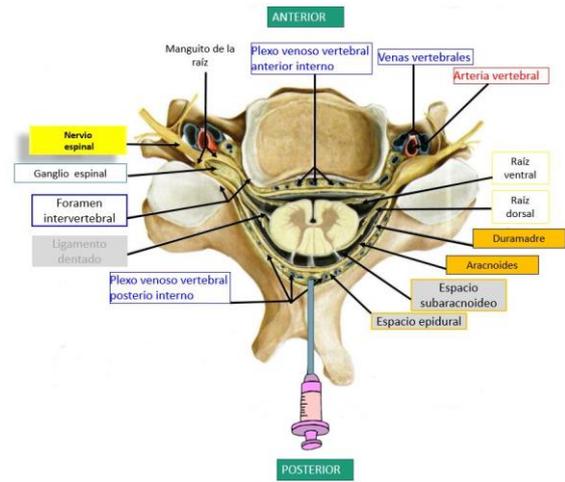
- Cutánea.
- Meningitis o absceso epidural.
- Osteomielitis.

Neurológicas

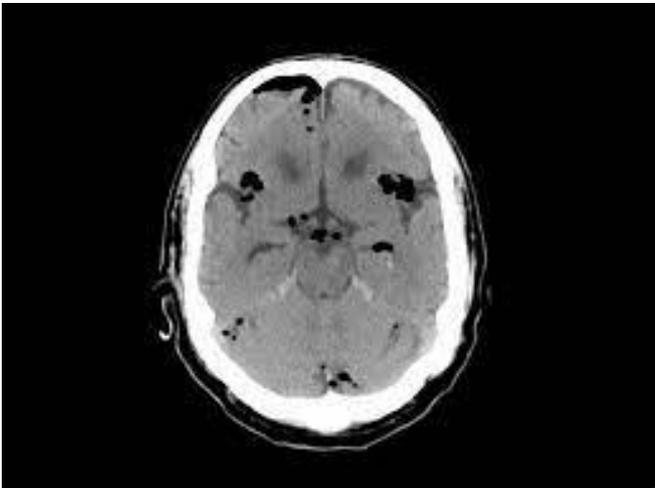
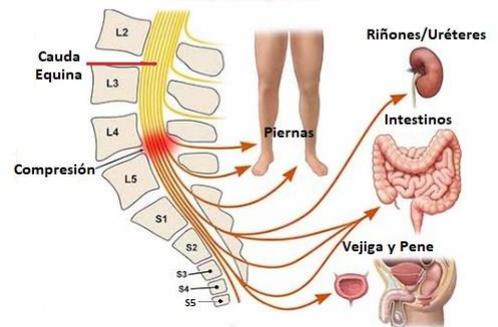
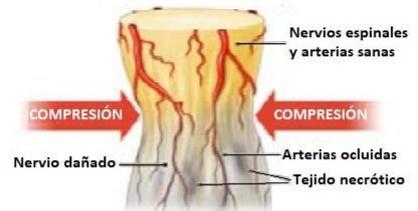
- Síntomas neurológicos transitorios.
- Retención urinaria.
- Bloqueo espinal alto o total.
- Hematoma epidural.
- Síndrome de cola de caballo o síndrome de arteria espinal anterior.
- Tumor epidérmico o meningitis aséptica.

Sistémicas

- Toxicidad del sistema nervioso central.
- Toxicidad cardíaca.
- Alteración hemodinámica o hipoglucemia.
- Embolia aérea



Daño del nervio espinal



BLOQUEOS REGIONALES O DE NERVIOS PERIFÉRICOS.

Uno de los avances tecnológicos más trascendentales en anestesia regional (AR) en pediatría fue el ultrasonido basado en la introducción de imágenes anatómicas para facilitar la localización nerviosa. Las técnicas de AR mediante bloqueos de nervios periféricos en niños fueron reportadas por P. Marhofer en Viena, en niños mayores de tres meses cuyas estructuras relevantes pueden ser visualizadas, aunque esta visibilidad gradualmente disminuye de manera dependiente de la edad. Las estructuras neuro axiales pueden ser fácilmente visualizadas, aun en niños mayores; la dura madre es tan visible como el ligamento amarillo en infantes y niños mayores^{1, 2, 10, 15}.

El índice de éxito, la eficacia y complicaciones de los bloqueos de nervios periféricos con ultrasonido comparado con técnicas de neuroestimulación o basado en marcaje anatómico fueron reportados en 2009, demostrando que la guía por ultrasonido tiene ventajas sobre las técnicas de neuroestimulación^{1, 2, 10, 17}:

- Tiempo de realización de bloqueo más corto
- Índice de éxitos mayor
- Tiempo de inicio más corto
- Duración mayor del bloqueo
- Menos volumen de anestésico local
- Visibilidad de las estructuras neuro axiales.

Las mediciones en estudios clínicos de bloqueos neuro axiales, llevados a cabo con ultrasonido contra la pérdida de la resistencia, mostraron que las epidurales ejecutadas con USG fueron más rápidas que con la pérdida de la resistencia y que la analgesia intra- y postoperatoria obtenida fue mejor en el grupo de ultrasonido^{1, 2, 12, 13}.

Cuadro I. Principales bloqueos descritos en el paciente pediátrico por ultrasonido.

Extremidad superior	Supraclavicular Infraclavicular Axilar	
Extremidad inferior	Femoral Safeno Glúteo Subglúteo Ciático poplíteo Plexo lumbar	
Bloqueos de pared abdominal	Ilio-inguinal/Ilio-hipogástrico TAP Vaina recto anterior Dorsal del pene	
Neuroeje	Abordaje lumbar Abordaje caudal	
Bloqueos especiales	Bloqueos continuos en dolor crónico o agudo con colocación de catéteres	Intercostales PETS

Cuadro II. Volúmenes de anestésico local según abordaje.

Abordaje	Dosis x USG	Dosis x anatomía
Supraclavicular	0.3 mL/kg	0.5 mL/kg
Infraclavicular	0.2 mL/kg	0.5 mL/kg
Ciático	0.2 mL/kg	0.2 mL/kg
Femoral	0.15 mL/kg	0.3 mL/kg
Vaina del recto anterior	0.10 mL/kg	0.3 mL/kg
Ilio-inguinal	0.10 mL/kg	0.4 mL/kg

BLOQUEOS REGIONALES DE LA PARED ABDOMINAL

Los bloqueos de la pared abdominal tienen indicación principalmente para analgesia post operatoria, para su realización es importante conocer la anatomía de la región.

Las capas de la pared abdominal de forma descendente son^{1, 8, 18}:

1. Piel
2. Tejido adiposo
3. Fascia superficiales
4. Tejido celular subcutánea. Donde se encuentran las ramificaciones nerviosas
5. Músculos de la pared anterolateral del abdomen:
 - a. Oblicuo externo
 - b. Oblicuo interno
 - c. Transverso
 - d. Músculos rectos mayores
6. Fascia transversalis
7. Fascia extraperitoneal
8. Peritoneo parietal.

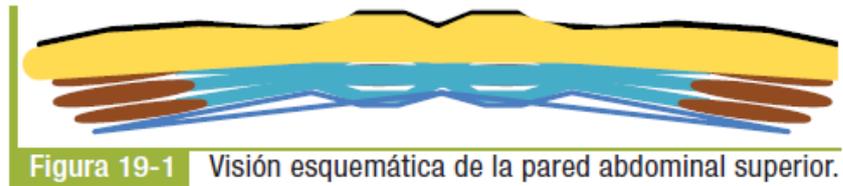


Figura 19-1 Visión esquemática de la pared abdominal superior.

REGION INGUINOABDOMINAL^{1, 8, 18}.

Esta región está delimitada:

- Inferior: ligamento inguinal
- Superior: línea horizontal desde espina iliaca anterosuperior al borde externo del recto abdominal
- Medial: borde lateral del recto abdominal.

La inervación sensitiva de esta región:

- Terminaciones cutáneas de los nervios intercostales T7-T11
- Nervio subcostal T12
- Nervios ilioinguinal e iliohipogástrico: discurren entre el musculo transverso del abdomen y oblicuo internos antes de hacerse superficiales.

Fármacos^{1, 8, 18}:

La Bupivacaina ha sido el anestésico utilizado con este objetivo. Empleada a concentraciones entre el 0,25% y el 0,5%, proporciona una analgesia postoperatoria de larga duración (10 a 15 horas). Los riesgos de aparición de toxicidad, fundamentalmente cardíaca o neurológica.

También se utiliza levo bupivacaina y ropivacaína.

Las dosis recomendadas varían dependiendo del bloqueo, sin embargo, el promedio es 2 mg/kg para ropivacaína y 2,5 mg/kg para Levobupivacaína. La dosis de infusión continua para bloqueos epidurales y peri neurales son de 0,2-0,6 mg/kg/h para ambos medicamentos.

Aunque los bloqueos neuro axiales en niños han sido utilizados como técnicas analgésicas con excelentes resultados, tienen efectos secundarios no deseables. Los bloqueos periféricos pueden obviar esto, proporcionando analgesia similar.

La realización de estos bloqueos con US ha demostrado ser más efectiva que las técnicas basadas en referencias anatómicas^{1, 8, 18}.

BLOQUEO TRANSVERSO DEL ABDOMEN.

Este bloqueo fue descrito por Rafi, como técnica a ciegas y aunque fue utilizada durante años, el US ha difundido más su utilización^{1, 8, 18}.

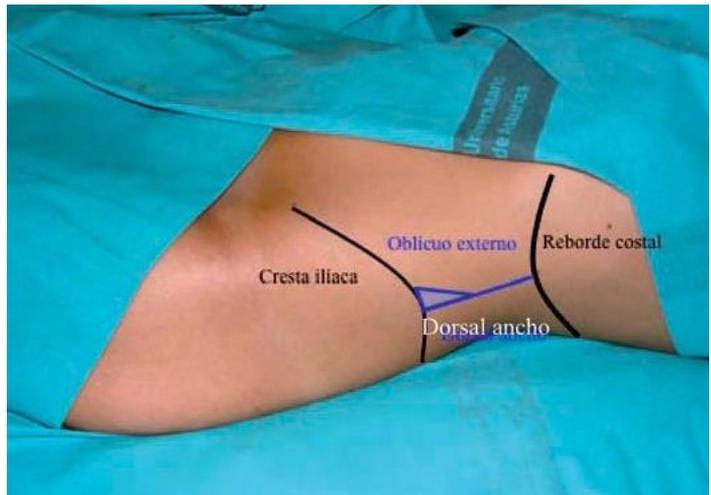
Consideración anatómica. La pared abdominal está inervada por ramas anteriores de T6 a L1, que viajan entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen, el nervio subcostal T12 y nervios iliohipogástrico e ilioinguinal.

Indicaciones: son cirugías de pared abdominal (T9-L1), urología y condiciones del paciente que contraindiquen bloqueos neuro axiales.

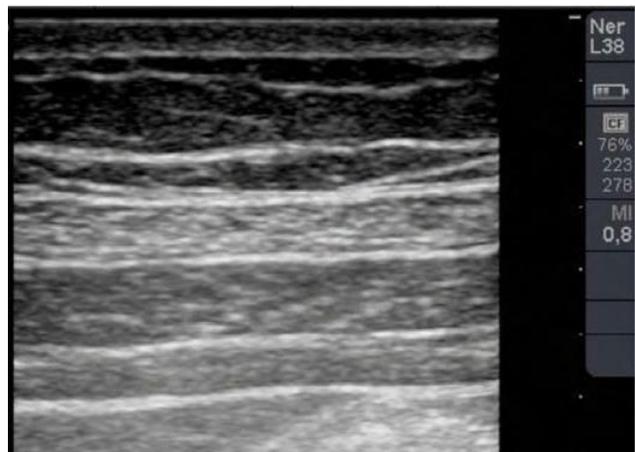
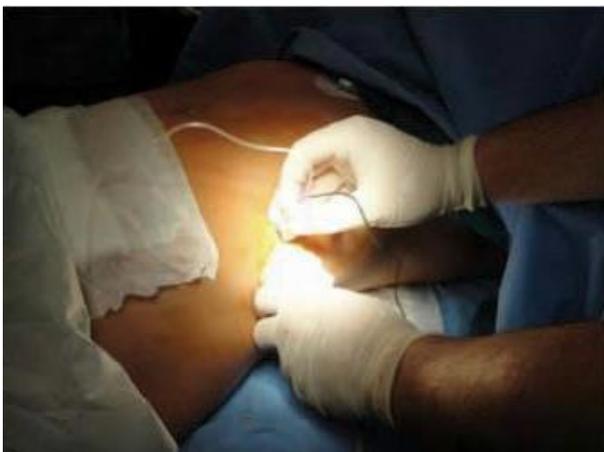
Tiene mayor duración y mejor calidad de analgesia que la infiltración de herida quirúrgica en niños entre 2-8 años. Por ser bloqueo analgésico, se recomiendan AL de larga duración y a bajas concentraciones^{1, 8, 18}.

Técnica.

Por anatomía. para la realización del bloqueo se localiza el triángulo de Petit, el punto de punción se sitúa justo por encima de la cresta ilíaca, ligeramente por detrás de la línea medio axilar, en el interior del triángulo de Petit. En pacientes en los que no se palpa el triángulo se sugiere realizar la punción 2,5 cm por detrás del punto más alto de la cresta ilíaca. A una profundidad variable en función del panículo adiposo, se percibe un primer clic al atravesar la fascia del oblicuo externo, y un segundo clic al pasar al plano entre los músculos transverso abdominal y oblicuo interno, donde se inyectan 25-30 ml de anestésico local o se coloca un catéter^{1, 8, 18}.



Por USG. Con el paciente en decúbito supino, la sonda se coloca transversalmente a la línea medio axilar en el punto medio entre el reborde costal y la cresta ilíaca, identificar las tres capas musculares sobre el peritoneo, La inserción de la aguja se realiza a unos 2-3 cm de la sonda, en plano, en dirección anteroposterior, observando el paso de la aguja a través de la piel, tejido subcutáneo, oblicuos externo e interno, para dejar la punta de la aguja en el plano por encima del músculo transverso se observa la aparición del líquido (hipoecoico) justo por debajo de la fascia del oblicuo interno (hiperecoica) y por encima del transverso. Se inyecta el volumen restante, viendo cómo difunde por el plano entre los dos músculos^{1, 8, 18}.



BLOQUEO ILIOINGUINAL E ILIOHIPOGÁSTRICO.

Utilizado para procedimientos de región inguinal y urológicos. Ha mostrado ser equivalente al bloqueo caudal, con reportes que incluyen mayor duración de analgesia y menos analgésicos de rescate.

Recuerdo anatómico^{1, 8, 18,19}.

Nervio Iliohipogástrico está constituido por la rama superior del ramo anterior del nervio espinal L1 junto con contribuciones de T12. La rama cutánea anterior inerva la piel del hipogastrio, la rama cutánea lateral inerva la piel de la región glútea supero lateral.

Nervio Ilioinguinal es la rama inferior del ramo anterior del nervio espinal L1 y surge del psoas justo por debajo del iliohipogástrico. Atraviesa inervando el músculo oblicuo interno y se dirige junto al cordón espermático para pasar por el anillo inguinal superficial e inervar la piel de la región supero interna del muslo.

Nervio Genitofemoral se origina de las divisiones anteriores de las raíces L1 y L2. Se divide la rama femoral descende paralela a la arteria iliaca externa dentro del paquete neurovascular, inerva la piel del triángulo de Scarpa en la región anterosuperior del mismo. La rama genital atraviesa la fascia transversalis, inerva el musculo cremáster y el escroto o labios mayores^{1, 8, 18,19}.

Indicaciones. Técnica anestésica en cirugía del canal inguinal o como analgesia en el PO. Cirugías del canal inguinal, varicocele, cesáreas, histerectomías con incisión de pfannenstiel.

Técnica.

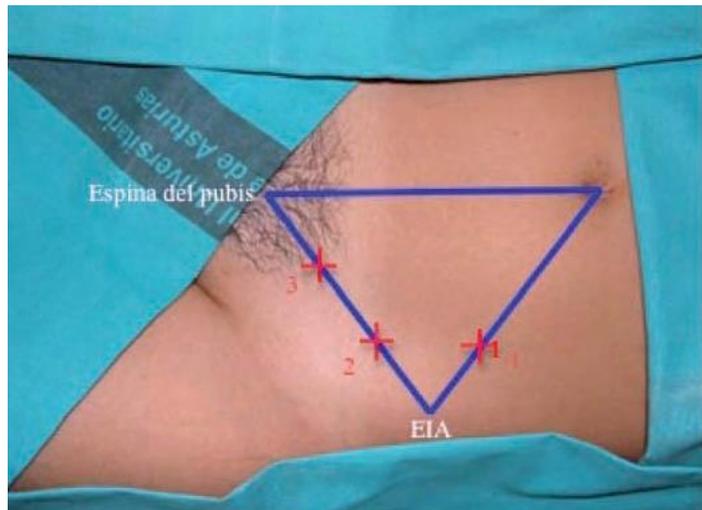
Por anatomía. Se realiza por 3 punciones, las dos primeras se bloquean las ramas terminales de los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico. La tercera busca bloquear la rama femoral del genitofemoral.

Con el paciente en decúbito supino, se hace un campo estéril que exponga la cresta ilíaca, el ombligo y la ingle^{1, 8, 18,19}.

El **primer punto** de punción está situado en la unión entre el tercio externo y los dos tercios internos de una línea trazada entre la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo. se introduce en profundidad buscando un primer clic correspondiente a la fascia del oblicuo externo, se inclina la aguja en dirección medial en un plano de 45° respecto a la piel, se administra la mitad de la dosis, Se continúa progresando la aguja en profundidad hasta notar un nuevo clic que corresponde al paso de la fascia del oblicuo interno, se administra el resto de la dosis^{1, 8, 18,19}.

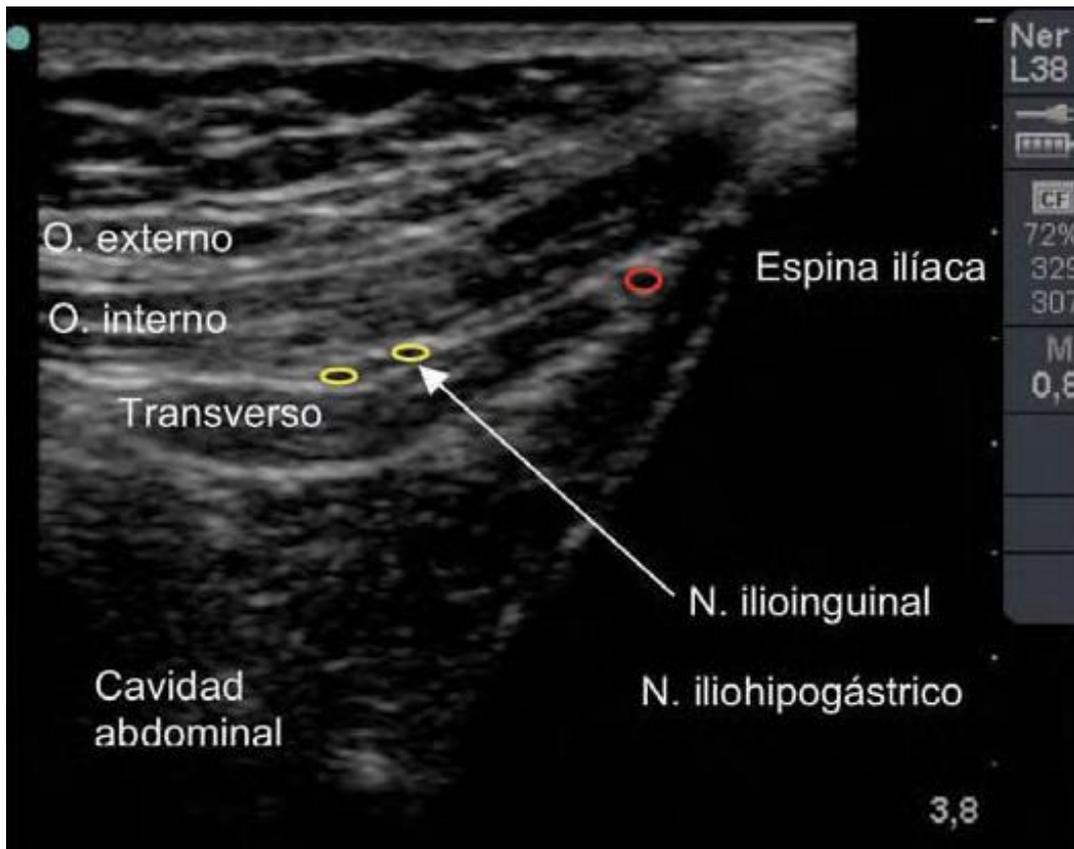
El **segundo punto** corresponde a la unión entre el tercio externo y los dos tercios internos de una línea trazada entre la espina ilíaca anterosuperior y la espina del pubis. Se avanza la aguja en profundidad hasta notar el clic aponeurótico correspondiente a la fascia del oblicuo externo, se coloca la aguja en dirección medial con un ángulo de 45° respecto a la piel, se administra el anestésico local^{1, 8, 18,19}.

El **tercer punto** está situado en la unión entre los dos tercios externos y el tercio interno de la línea trazada entre la espina ilíaca anterosuperior y la espina del pubis, Se profundiza la aguja hasta notar el clic correspondiente a la aponeurosis del oblicuo externo donde, inclinando la aguja 45° respecto a la piel en dirección medial, para optimizar el bloqueo es conveniente infiltrar las ramas sensitivas de los intercostales T11 y T12 bilaterales y del nervio ilioinguinal contralateral, lo que se consigue mediante infiltración de la zona



de incisión o realizando una infiltración subcutánea a lo largo de la línea que une la espina ilíaca anterosuperior con el ombligo y la línea que une el ombligo con la sínfisis del pubis^{1, 8, 18,19}.

Por USG. EL USG permite visualizar cresta iliaca, nervios II-IH, grupos musculares y peritoneo. El objetivo del bloqueo es llegar a la fascia que separa el oblicuo interno del transverso. Se utiliza un transductor lineal de 10 a 12 MHz que se coloca inmediatamente medial y superior a la espina ilíaca anterosuperior en dirección oblicua, sobre la línea que une la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo. Se localizan los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico, de apariencia generalmente hipoecoica, por encima de la espina ilíaca anterosuperior en el plano entre los músculos transverso y oblicuo interno. La introducción de la aguja se realiza en plano con la sonda, siendo sencilla su visualización en todo el recorrido al tratarse de un bloqueo muy superficial. Tras comprobar la posición correcta de la punta de la aguja mediante hidrodissección del plano adecuado con la inyección y se administra el fármaco^{1, 8, 18,19}.



BLOQUEO VAINA DE LOS RECTOS.

Su utilización en niños fue descrita por Ferguson y Courreges para herniorrafias umbilicales, píloromiotomías, e incisiones en línea media abdominal. Las raíces nerviosas corren entre la vaina posterior formada por la fascia de los músculos oblicuo interno y transversal. El US ha incrementado el uso de este bloqueo por su facilidad y efectividad^{1, 8, 18,19}.

Recuerdo anatómico. Consiste en bloquear las ramas cutáneas anteriores, responsables de la inervación de la zona más anterior de la pared abdominal. Estas ramas cutáneas anteriores se hacen superficiales al atravesar la vaina de los rectos. Proceden de los nervios intercostales T7 a T11 y del subcostal (T12).

Indicaciones: intervenciones para reparar dehiscencias de rectos, pero su indicación fundamental es proporcionar analgesia postoperatoria en la línea media de la pared anterior abdominal^{1, 8, 18,19}.

Técnica.

Por anatomía. Se realizan tres punciones a cada lado del borde externo de ambos músculos rectos, espaciadas de 3 a 5 cm. la punción en el borde externo del músculo recto mayor en dirección perpendicular y se avanza hasta notar el primer clic correspondiente a la hoja anterior de la vaina de los rectos, a una distancia variable en función del grosor del panículo adiposo.

Una alternativa consiste en realizar dos únicas infiltraciones bilaterales, entrando unos 7 cm por debajo del reborde costal e inyectando un volumen de 20 ml en cada lado para lograr el bloqueo completo, basándose en la difusión del anestésico entre el recto y su vaina posterior^{1, 8, 18,19}.



Guiado por USG. La sonda lineal se coloca transversalmente buscando identificar los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transversal, cuyas aponeurosis al unirse anteriormente forman la vaina de los rectos mayores. punción de lateral a medial. Hasta que la punta de la aguja alcance la hoja posterior de la vaina del recto. La localización adecuada para una distribución correcta del anestésico local es entre el músculo y la vaina^{1, 8, 18,19}.



BLOQUEOS REGIONALES DE MIEMBRO SUPERIOR

El plexo braquial está formado por la unión de las divisiones anteriores de los nervios cervicales C5 - C8 y T1.

Los troncos primarios superior (C5-C6), medio (C7) e inferior (C8- T1).

En el cuello, el plexo braquial se sitúa en el triángulo cervical posterior, está cubierto por la piel, el músculo platisma y la fascia profunda.

Cada tronco forma una división anterior y otra posterior antes de alcanzar el tercio distal de la arteria subclavia^{1, 8, 21}.

La fosa supraclavicular está limitada por la clavícula en su tercio medio, el borde externo del músculo esternocleidomastoideo y el borde anterior del trapecio y el fondo, por los escalenos.

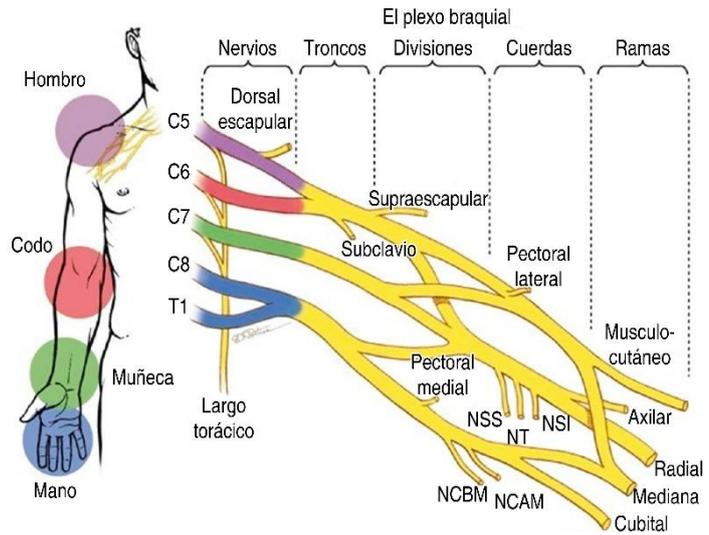


Tabla 8-1. Análisis comparativo de los distintos abordajes del plexo

	Interescalénico	Supraclavicular	Infraclavicular	Axilar
Espacio anatómico	Supraclavicular	Supraclavicular	Infraclavicular	Infraclavicular
Parte plexo	Raíces anteriores	Troncos primarios	Fascículos	Nervios terminales
Referencias anat.	No siempre fáciles	No siempre fáciles	Fáciles	Fáciles
Nivel bloqueo	+	-	-	-
P. cervical	+	+	-	-
N. supraescapular	+	+	+	+/-
N. circunflejo	+	+	+	+/-
N. musculocutáneo	+	+	+	+
N. radial	+	+	+	+
N. mediano	-	+/-	+	+
N. cubital	-	+/-	+	+
N. cutáneo braquial medial (CBM) y cutáneo antero-braquial medial (CABM)				
Movilización brazo	No	No	Si/No	Si
Cateterización	Difícil	Difícil	Fácil	Fácil
Volumen anestésico local	20-40 ml	10-30 ml	30-40 ml	40-50 ml

La arteria subclavia y el plexo braquial pasan por el suelo de este triángulo, encontrándose el plexo externo a la arteria^{1, 8, 21}.

Las divisiones posteriores de los tres troncos, superior, medio e inferior forman el cordón posterior que se sitúa tras la arteria axilar.

Indicaciones	C. hombro	Brazo-antebrazo-mano	Brazo-antebrazo-mano	Antebrazo-mano
Contraindicaciones	Insuf. respiratoria Bloqueo bilateral	Insuf. respiratoria Bloqueo bilateral Cir. ambulatoria		Infección axilar Imposibilidad movilización
Complicaciones	Extremadamente raro	0,5-6% 40-60%	Extremadamente raro	-
Neumotórax	100%			
Bloqueo frénico	+	+	Extremadamente raro	-
B. n. recurrente	+	+		-
B. estrellado				-
B. epidural-subdural-intradural	+	-	-	-
(A. vertebral)		+		
(A. subclavia)				
Punción vascular	Extremadamente raro	Extremadamente raro	-	+ (Axilar)
Infección			+ (Subclavia-axilar)	Posible
			Extremadamente raro	

Los siguientes abordajes son los más usados para el plexo braquial mediante guía ultrasonográfica.

BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL VÍA INTERESCALENICO

El número de publicaciones para este bloqueo en población pediátrica es en general anecdótico. Este abordaje del plexo braquial, a nivel del espacio Interescalenico, logra un bloqueo eficaz de los plexos cervical y braquial^{1, 8, 21}.

Indicaciones. Procedimientos en hombro, brazo, codo incluso antebrazo.

Contraindicaciones. Parálisis de cuerda vocal contralateral, parálisis frénica contralateral, infección en el lugar de punción, disfunción respiratoria grave.

Complicaciones. Parálisis frénica ipsilateral (más frecuente, dado por bloqueo de C3-C5), bloqueo del nervio laríngeo recurrente ipsilateral (disfonía, puede causar insuficiencia respiratoria aguda por obstrucción laríngea grave), daño nervioso temporal o permanente, neumotórax, síndrome de Horner, anestesia intradural o epidural, punción de la arteria vertebral, reflejo de Bezold-Jarisch (hipotensión, bradicardia brusca incluso paro cardiaco), broncoespasmo, síndrome de Tapia (bloqueo de los pares craneales X y XII), toxicidad sistémica por anestésicos locales^{1, 8, 21}.

La anestesia se aplicará sobre las raíces y/o troncos nerviosos por lo que la anestesia conseguida será de distribución metamérica.

Técnica. paciente en decúbito dorsal, con brazos extendidos, con la cabeza girada 45° hacia el lado contrario a la punción. Se localiza el cartílago cricoides (en C6) y trazamos una línea imaginaria transversal al plano longitudinal del paciente hasta que se cruce con el surco Interescalenico del lado a bloquear, siendo éste el punto de abordaje del plexo^{1, 8, 21}.

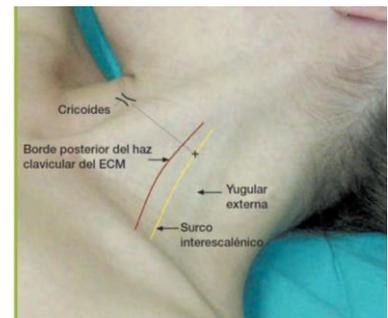
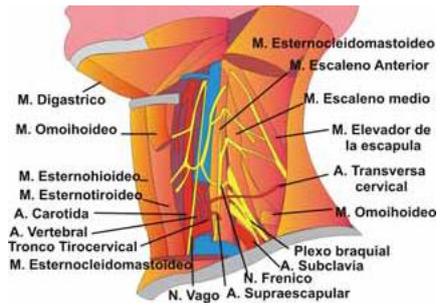


Figura 9-1 Referencias anatómicas. Surco interescalenico.

Bloqueo guiado por USG.

El bloqueo Interescalenico guiado por ecografía es considerado como de nivel 1 dentro de un rango de cuatro niveles de dificultad. Es por tanto sencillo, ya que las estructuras nerviosas a bloquear se encuentran muy superficiales, lo que facilita su localización ecográfica^{1, 8, 21}.



La sonda se sitúa en un plano transversal al eje longitudinal del paciente, angulándola para que el haz de ultrasonidos incida sobre los troncos nerviosos con un inclinación lo más cercana posible a 90°. De esta manera, la cantidad de ultrasonidos reflejada y captada de nuevo por la sonda es mayor, y la imagen ecográfica de los troncos es la mejor posible. Este plano es denominado plano axial oblicuo^{1, 8, 21}.

Sondeo inicial, en el cartílago cricoides a nivel de C6, se desplaza la sonda lateralmente, se visualiza la arteria carótida, lateral y superficial se encuentra la vena yugular interna, lateral a ellas se encuentran los músculos escalenos, se debe buscar en si espesor la presencia de los troncos nerviosos, la imagen típica muscular ecográfica es heterogénea, mezcla de líneas hiperecoica sobre un tejido circundante hipoeicoico envuelto por una estructura más ecogénica correspondiente a la fascia muscular, a este nivel se ven como estructuras redondeadas u ovaladas, hipoeicoicas, situadas entre el músculo escaleno anterior y el medio, en sentido cefalocaudal, se debe observar la continuidad de



Figura 9-10 Imagen ecográfica. Músculos escalenos.

los troncos nerviosos desde su salida de los agujeros de conjunción, hasta si reunión en la cara anterolateral de la arteria subclavia, debajo de la clavícula^{1, 8, 21, 22}.

BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL VÍA SUPRACLAVICULAR

Este bloqueo ha sido controversial por la proximidad a la arteria subclavia y pleura. Indicado en procedimientos debajo del nivel medio humeral.

Con el US se ha incrementado su uso. Se recomienda realizarlo por dentro del plano de lateral a medial. Comparado con el abordaje infraclavicular, tiene menor latencia y mayor efectividad^{1, 8, 21}.

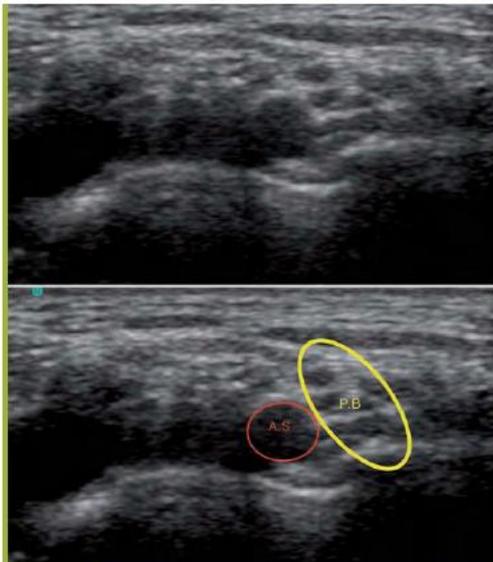
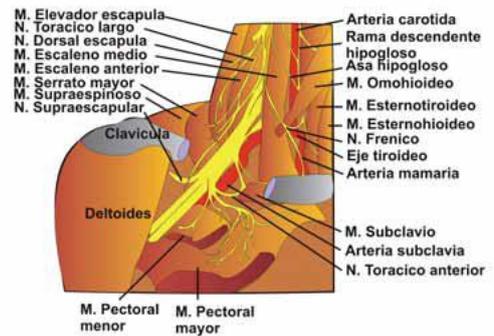


Figura 10-5 Imagen ecográfica del plexo braquial a nivel supraclavicular. AS: arteria subclavia; PB: plexo braquial.



Figura 10-2 Vía supraclavicular: abordaje clásico.

Complicaciones.

1. Neumotórax.
2. Punción de la arteria subclavia.
3. Toxicidad sistémica por inyección intravascular o absorción del anestésico.
4. Síndrome de Claude Bernard-Horner por afectación del ganglio estrellado.
5. Bloqueo del nervio frénico ipsilateral.
6. Bloqueo del nervio laríngeo recurrente derecho produciendo disfonía.
7. Infección.

BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL VÍA INFRACLAVICULAR.

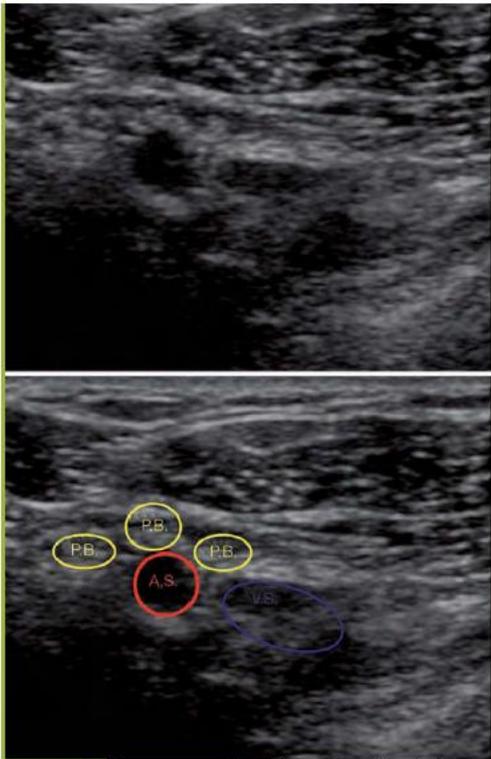
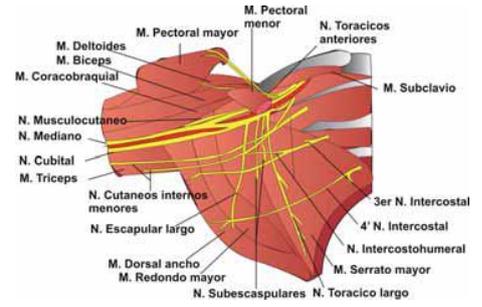
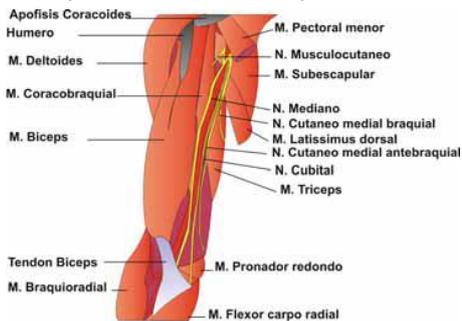


Figura 10-9 Imagen ecográfica del plexo braquial a nivel infraclavicular. AS: arteria subclavia; PB: plexo braquial; VS: vena subclavia.

Es una alternativa al abordaje descrito anteriormente y se recomienda cuando la visión ultrasonográfica de este es mejor la del abordaje supraclavicular. Técnicas por fuera o dentro del plano proveen adecuados resultados^{1, 8, 21,23, 24}.



BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL VÍA AXILAR.



A pesar de ser popular en adultos, en niños se prefieren abordajes peri claviculares porque evitan la abducción de un miembro superior lesionado y porque en muchos casos la visualización de estructuras tan superficiales es difícil. Indicado en cirugías de antebrazo y mano. Se recomienda utilizar técnicas por dentro del plano^{1, 8, 21,23}.



Figura 11-2 Punto de punción para el bloqueo axilar. Localización de la arteria axilar, lo más próxima al músculo pectoral mayor. Colocación de la sonda de ultrasonidos y la aguja "en plano".

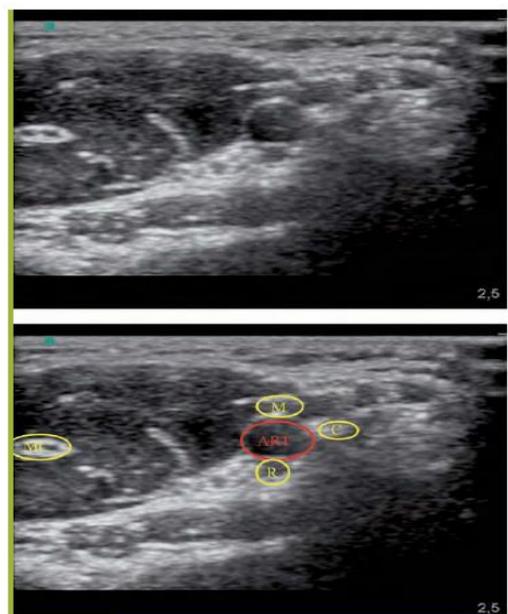


Figura 11-4 Imagen ecográfica de un corte transversal a nivel axilar. MC: musculocutáneo; M: mediano; R: radial; C: cubital; ART: arteria.

BLOQUEOS REGIONALES DE MIEMBRO INFERIOR

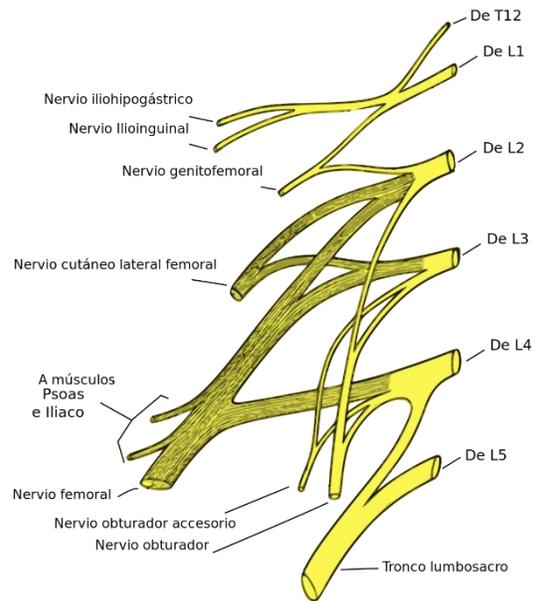
La mayoría de los procedimientos en miembro inferior pueden beneficiarse de técnicas regionales, aunque frecuentemente requieren del bloqueo de al menos 2 nervios.

La inervación del miembro inferior esta dada por plexo lumbar y el plexo sacro.

Plexo lumbar: configurado por fibras sensitivas motoras y simpáticas^{1, 8, 24}.

Consideraciones anatómicas.

- Se origina de las ramas anteriores de los nervios espinales L1 a L4 y contribución de T12. Con una variabilidad: 70-75% de los casos, está formado por las cuatro ramas anteriores de L1 a L4; 20-25% está formado por cinco raíces que a su vez pueden ser o bien T12 a L4, o bien L1 a L5 y en un 5% está formado por las seis raíces anteriores, de T12 a L5.
- Se localiza entre los músculos psoas y cuadrado lumbar: vía posterior se llama bloqueo del compartimiento del psoas, se continua con los agujeros intervertebrales L4 y L5 razón por la que los anestésicos locales y los catéteres pueden alcanzar el espacio peridural.
- El plexo lumbar es adyacente al retroperitoneo y cavidad peritoneal y el polo renal inferior en L3.
- el plexo lumbar desciende acompañando a la vena lumbar ascendente y a las arterias lumbares, por el compartimento del músculo psoas o espacio de Bonio, que, situado a nivel paravertebral y formado por los fascículos superficial y profundo del mismo, es el punto de referencia para el bloqueo del plexo.



Anatomía neurológica^{1, 8, 24-26}:

- L1 se une a T12, se bifurca en 2 ramos superior e inferior, el superior se divide en nervio abdominogenital superior e inferior, y el ramo inferior se denomina nervio genitofemoral.
- L2-L4 se unen forman ramos dorsales y ventrales. L2 y L3 ramos dorsales se unen y forman el femorocutáneo y una parte de estos se unen a L4 formar nervio crural o femoral.
- Los ramos ventrales L2 a L4 forman el nervio obturador y el nervio accesorio del obturador de ramos ventrales L3 y L4.
- L4 se divide enseguida en tres ramas: una rama ascendente que se une al nervio crural, una rama media que se une al ramo del nervio obturador procedente de L3, y una rama descendente que se une a L5 como parte del plexo sacro o plexo lumbosacro.

Ramas colaterales del plexo^{1, 8, 24-26}:

1. Nervio abdominogenital mayor o iliohipogástrico, de L1 y L2 lateral al psoas y detrás de los músculos transversos y oblicuos menores, 2 ramos cutáneos. El ramo superior inerva la musculatura y piel del abdomen; el ramo inferior inerva la piel del pubis y cara superointerna del muslo hasta la nalga, pasando por el conducto inguinal dando sensibilidad a los genitales.
2. Nervio abdominogenital menor o ilioinguinal. De L1 y T12, junto al abdominogenital mayor, pasa por el conducto inguinal acompañando al cordón espermático o al ligamento redondo, sale por el anillo externo e inerva piel proximal del muslo, raíz del pene y parte superior del escroto y labios mayores.

3. **Nervio genitocrural.** De L1 y L2 atraviesa el psoas, cruza detrás del uréter y se divide por arriba del conducto inguinal en la rama dividirse en dos ramos: ramo genital, que desciende a los genitales a través del conducto inguinal inervando la piel escrotal (labios mayores) y el cremáster, y ramo crural, que acompañando a la arteria ilíaca externa se mete por el anillo crural llegando al triángulo de Escarpa, donde se sitúa por delante de la arteria femoral haciéndose superficial y emitiendo ramificaciones que recogen la sensibilidad de la región anterosuperior del muslo.
4. **Nervio femorocutáneo.** Nervio sensitivo puro, formado por L1 y L3, del borde lateral del psoas y delante del musculo iliaco, inerva peritoneo parietal en la fosa iliaca, pasa a través del sartorio se divide en rama anterior o femoral tras pasar por el ligamento inguinal junto a la cresta ilíaca anterosuperior, reaparece unos 10 cm más abajo para llegar hasta la rodilla recogiendo la piel de la zona anteroexterna del muslo hasta la rodilla y el ramo posterior o glúteo, perfora la fascia lata inerva la piel de la cara lateral del miembro desde el trocánter mayor, a zona inferior de la piel glútea hasta medio muslo.

Nervios terminales^{1, 8, 24-26}:

1. **Nervio obturador.** De L2 a L4, sale medial al psoas lateral a vasos iliacos internos, bordea la articulación sacroilíaca y sigue la cara interna de la pelvis, quedando externo al uréter y relacionándose con la cara inferior externa de la vejiga y la uretra prostática en el varón, para dirigirse al agujero obturador por donde desciende, emite ramas que inervan los músculos obturador, recto interno, aductores y pectíneo, así como ramos articulares para la cadera y la cara posterior de la rodilla, y ramos cutáneos para la cara interna del muslo, y la cara medial y un poco de la cara posteromedial de la rodilla.
2. **Nervio obturador accesorio.** Se presenta en un 10-20% de los individuos, formado L3 y L4, son 2 ramos uno inerva la cadera y otro se conecta al nervio obturador. Se anastomosa con el tronco principal al final de su trayecto bajo el musculo pectíneo.
3. **Nervio femoral o crural.** Rama dorsal del plexo, se origina en L1, L2, L3 y L4 y es el nervio raquídeo más largo del cuerpo y el más grueso del plexo lumbar, emerge debajo del psoas, ramo interno o nervio del psoas, ramo externo al músculo ilíaco y ramo inferior a la arteria femoral. A nivel del ligamento inguinal, se coloca lateral dentro de la vaina vasculonerviosa femoral (nervio externo, arteria intermedia y vena interna), pasando en el 85-90% de las veces por debajo del ligamento, entra en el muslo y se divide en cuatro ramas terminales:
 - a) **Nervio musculocutáneo externo.** Inerva el músculo sartorio y la piel de las caras anterior e interna del muslo, e interna de la rodilla.
 - b) **Nervio musculocutáneo interno.** Ofrece inervación a los músculos pectíneo y aductor mediano y recoge la sensibilidad de las regiones superointernas del muslo.
 - c) **Nervio del cuádriceps.** Inerva los músculos cuádriceps y crural y emite ramos al fémur y la rótula y, en ocasiones, a la articulación de la rodilla.
 - d) **Nervio safeno interno.** Rama terminal del nervio crural, lleva fibras exclusivamente sensitivas y acompaña en su descenso a los vasos femorales, situándose por fuera de la vaina vasculonerviosa hasta la unión del tercio superior y medio del fémur, punto en el que se introduce en ella situándose por delante de la arteria. A este nivel, emite ramos para la articulación de la rodilla y la piel de la zona posteroinferior del muslo. Cuando llega a nivel del tercer aductor, atraviesa el músculo sartorio y emite dos ramos:
 - Un ramo cutáneo rotuliano
 - Un ramo tibial, que se dirige hacia abajo por el surco creado entre los músculos sartorio y vasto interno, y que tras pasar el tendón de este último, desciende junto con la vena safena interna hacia la garganta del pie, inervando en este trayecto la piel de la mitad interna de la pierna, la articulación tibiotarsiana y el borde interno del pie hasta el dedo gordo.

Plexo Sacro^{1, 8, 24-26}.

Consideraciones anatómicas.

Formado por las raíces anteriores de L5, S1, S2, S3 y S4, contiene las fibras sensitivo motoras destinadas a la inervación de la extremidad inferior. las diferentes raíces evolucionan para formar los distintos nervios, de la siguiente manera:

- L5 se une a la rama anastomótica enviada por L4 para formar el nervio lumbosacro.
- S1 se une al nervio lumbosacro a nivel de la escotadura ciática mayor.
- S2 hace lo mismo que S1 y al mismo nivel.
- S3 también se une al conjunto de fibras precedentes.
- S4 se divide en dos ramas: una superior, que se une a S3, y otra inferior, que se une a S5, para formar parte del plexo sacrococcígeo.

Tras su salida, el plexo se divide en ramas colaterales y terminales destinadas, preferentemente, a la parte posterior de la extremidad inferior.

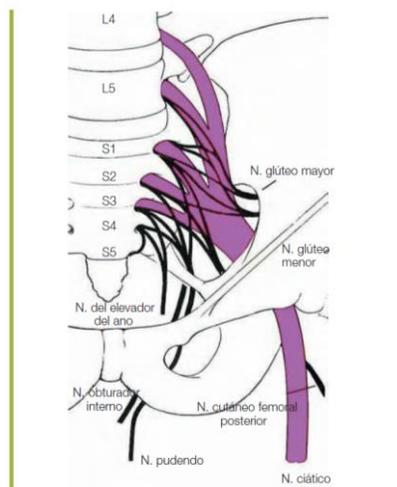


Figura 20-4 Plexo sacro.

Ramas colaterales anteriores^{1, 8, 24-26}.

1. Nervio obturador interno, que inerva el músculo obturador.
2. Nervio anal y hemorroidal, que inerva el esfínter anal externo y la piel perianal.
3. Nervio elevador del ano, que inerva el músculo elevador del ano.
4. Nervio pudendo interno, originado en S2-S4, abandona la pelvis acompañando a su arteria homónima por la escotadura ciática mayor para entrar de nuevo en ella por la tuberosidad ciática menor. Tras esto, avanza por la fosa isquiorrectal o conducto de Alcock y se divide en dos ramas:

a) Ramo inferior o perianal, que se subdivide a su vez en un ramo cutáneo que inerva la piel perianal y perineal, el escroto, la cara ventral del pene y la mucosa uretral y un ramo musculouretral, que inerva los músculos esfínter anal externo, isquiocavernoso/isquioclitorideo, bulbocavernoso/constrictor vaginal, y transverso, así como el bulbo de la uretra, la mucosa uretral, la porción esponjosa de la uretra y el glande.

b) Ramo superior o peneal o nervio dorsal del pene, que inerva la cara dorsal del pene, los cuerpos cavernosos y el glande o el clítoris en la mujer.

5. Nervios viscerales, que se anastomosan con fibras simpáticas, configurando el plexo hipogástrico y que inervan el recto y el trígono vesical.

Ramas colaterales posteriores^{1, 8, 24-26}.

1. Nervio glúteo superior (L5-S2). Atraviesa la escotadura sacro ciática mayor y pasa sobre el músculo piramidal y por la fosa supra piriforme, situándose entre los músculos glúteo mediano y menor para inervarlos, y llegando e inervando el músculo tensor de la fascia lata.
2. Nervio piramidal (S1-S2) que inerva el músculo del mismo nombre.
3. Nervio del gémimo superior, que se dirige al músculo gémimo superior.
4. Nervio del gémimo inferior o del cuadrado crural.
5. Nervio glúteo inferior o ciático menor (L5-S2), que sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor y desciende a ese nivel junto al nervio ciático mayor. Sin embargo, al llegar al isquion se sitúa entre la fascia y el grupo muscular posterior inervando el músculo glúteo mayor.
6. Nervio cutáneo femoral posterior (S1-S3). Se trata de un nervio sensitivo puro, que abandona la pelvis acompañando al nervio ciático y al glúteo inferior a través del orificio infrapiriforme, llegando bajo el músculo glúteo mayor a la cara posterior del muslo, donde emite ramos cutáneos para la piel de la nalga, del periné, región perianal, el escroto y los labios mayores (mediante una anastomosis con el nervio pudendo).

Posteriormente, desciende por la cara posterior del muslo, inmediatamente por debajo de la fascia lata, para llegar hasta el hueso poplíteo. Durante este recorrido, emite ramos femorales, para la piel de la cara posterosuperior del muslo y la parte posterosuperior de la pierna.

Ramas terminales^{1, 8, 24-26}

1. **Nervio ciático mayor (L4-S3)**. Rama terminal única del plexo sacro, este nervio está formado por la unión de todas las raíces del plexo. En su origen, queda cubierto por el músculo piramidal. Sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor

pasando por el orificio infrapiramidal para entrar en la nalga, donde queda situado entre el músculo glúteo mayor (por detrás) y el tendón del músculo obturador interno y el bíceps crural (por delante). En su descenso, va acompañado en paralelo por el nervio ciático menor y la arteria glútea inferior. Al salir de la nalga, entra en el muslo descendiendo por el canal formado por el isquion (por dentro) y el trocánter mayor (por fuera) siguiendo la línea áspera del fémur. A este nivel, se relaciona por delante con el músculo aductor mayor y la porción corta del bíceps, y por detrás con la porción larga del bíceps, más abajo con el borde externo de los músculos semitendinoso y semimembranoso hasta alcanzar el vértice superior del hueso poplíteo, donde se bifurca a 4-5 traveses de dedo por encima de la articulación de la rodilla.

A lo largo de este gran recorrido, el nervio ciático mayor emite diferentes ramas colaterales para la inervación sensitiva motora del muslo dando lugar a los siguientes ramos:

- Porción larga y corta del bíceps
- Semimembranoso
- Semitendinoso
- Aductor mayor
- Nervio de la articulación de la cadera.

Finalmente, al llegar al hueso poplíteo, el nervio ciático mayor se bifurca en dos ramas terminales.



Figura 20-6 Nervio ciático poplíteo externo.

a) **Nervio ciático poplíteo externo o peroneo común (L4- S2)**. Originado en el vértice del hueso poplíteo bajo la aponeurosis vasculonerviosa, se dirige oblicuamente de arriba abajo y de dentro afuera, dejando la vena poplíteo y el nervio ciático poplíteo interno por dentro, hasta colocarse detrás de la cabeza del peroné. Tras rodearla completamente por fuera, continúa su descenso ofreciendo varios ramos colaterales:

- Ramo articular, que recoge sensibilidad de la zona posteroexterna de la rodilla.
- Nervio accesorio del safeno externo, que surge a nivel del maléolo femoral, como un tronco común con el nervio cutáneo peroneo, y se trata de un ramo anastomótico que se une al nervio safeno externo en un punto nada constante de la cara dorsal de la pierna, para recoger la sensibilidad del maléolo externo y la cara externa del talón.
- Nervio cutáneo peroneo. Nace del mismo tronco, inerva la piel de la cara externa de la pierna.
- Ramos musculares, originados a la altura de la cabeza del peroné y destinados al músculo tibial anterior.

Cuando, en su descenso, el nervio ciático poplíteo externo alcanza el músculo peroneo lateral largo, se divide en dos ramas terminales^{1, 8, 24-26}:

- Nervio musculocutáneo o peroneo superficial Este nervio desciende subaponeurótico por la cara externa del peroné entre los músculos peroneo lateral largo y corto, emitiendo ramas para éstos y la piel de la zona inferoexterna de la pierna y el

dorso del pie. Al llegar al tercio inferior de la pierna, atraviesa la aponeurosis y emite dos ramas terminales que se dirigen al dorso del pie.

El ramo interno da lugar a los nervios colaterales dorsales de los tres primeros dedos y presenta anastomosis con el nervio tibial anterior y el nervio safeno externo.

El ramo externo es origen de los nervios colaterales dorsales del tercer y cuarto dedos y, a veces, del quinto dedo. En todos los casos, la inervación de los dedos se refiere a las dos primeras falanges, pues la tercera es territorio de los nervios plantares.

– Nervio tibial anterior o peroneo profundo Es la rama terminal interna y se origina en la cara externa de la cabeza del peroné, desde donde se dirige a la membrana interósea, para descender acompañando por fuera a la arteria tibial anterior hasta el tercio inferior de la pierna, punto en el que el nervio cruza la arteria y se coloca por dentro. Ambas estructuras descienden, en primer lugar, entre los músculos tibial anterior y extensor común y, posteriormente, entre el tibial anterior y el extensor largo del primer dedo. En este recorrido, el nervio emite ramos para los músculos tibial anterior, extensor corto común de los dedos, extensor largo del primer dedo y peroneo anterior, y para la piel de la cara dorsal de la articulación del pie. Continuando su descenso, alcanza la articulación del pie, donde se sitúa bajo la aponeurosis, en paralelo a la arteria tibial anterior, y se divide en dos ramos terminales a unos 3-4 cm distalmente a dicha articulación:

Un ramo externo que inerva las articulaciones del tarso y metatarso, parte de las metatarsofalángicas y el músculo pedio.

Un ramo interno que desciende por el primer espacio interóseo junto a la arteria pedía, anastomosándose con el ramo interno del nervio musculo cutáneo, para inervar la piel de las dos primeras falanges del borde interno del primer dedo y externo del segundo, y dar lugar a los tres primeros nervios colaterales dorsales. Como antes, la tercera falange corresponde a los nervios plantares^{1, 8, 24-26}.

b) **Nervio ciático poplíteo interno o tibial** (L4-S3). Nace en el vértice superior del hueco poplíteo y desciende en vertical acompañando por fuera a la arteria y vena poplíteo (arteria interna, vena media y nervio externo), hasta llegar al anillo del músculo sóleo y, tras atravesarlo, pasa a llamarse nervio tibial posterior.

Durante el trayecto hasta el anillo del músculo sóleo, se observan los siguientes ramos colaterales:

– Ramos musculares para la inervación de los músculos gemelos, delgado plantar, sóleo y poplíteo. Del ramo poplíteo surge el nervio interóseo crural que baja por la cara posterior de la membrana interósea, inervando las articulaciones tibioperonea y tibioperoneo-astragalina.

– Ramos articulares para la articulación de la rodilla.

c) **Nervio safeno externo o sural**, que nace en la mitad del hueco poplíteo y desciende acompañado por la vena homónima, por el surco que forman los dos gemelos y por dentro de la aponeurosis muscular, hasta la mitad de la pierna. Entonces atraviesa la aponeurosis, se hace subcutáneo y continúa bajando hasta llegar al borde externo del tendón de Aquiles, bordea el maléolo externo de atrás adelante y continúa hasta el quinto dedo por el borde externo del pie. Este nervio recoge la sensibilidad cutánea de la zona inferoexterna de la pierna, el maléolo externo, la cara externa del talón, las articulaciones

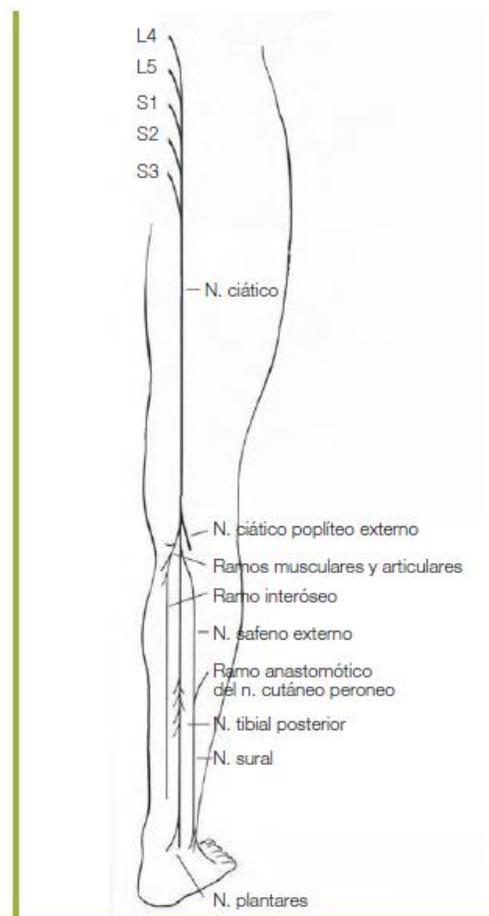


Figura 20-7 Nervio ciático poplíteo interno.

tibio tarsiana y astragalocalcánea, el borde externo del pie, el quinto dedo (ambos nervios colaterales dorsales) y la mitad externa del cuarto (nervio colateral dorsal externo) ^{1, 8, 24-26}.

Tras pasar el anillo del sóleo, se transforma en la única rama terminal que ofrece:

– **Nervio tibial posterior.** En su origen se encuentra muy profundo, situándose detrás de los músculos tibial posterior, flexor largo del primer dedo y común de los dedos, acompañado por la arteria y vena tibiales, que se colocan mediales al nervio y delante del sóleo, los gemelos y el plantar delgado. Durante su descenso emite ramos colaterales motores y sensitivos:

Ramos musculares. Para los músculos poplíteo, tibial posterior, flexor del primer dedo, flexor común de los dedos y sóleo.

Ramos sensitivos. Borde externo de la articulación tibio-astragalina, calcáneo y planta del pie.

- Nervio plantar interno, es la rama más gruesa y discurre bajo el retináculo de los músculos flexores y abductor del primer dedo. Inerva la piel de la cara inferior del talón y la cara plantar externa del pie, y los músculos aductor del primer dedo, flexor corto común de los dedos, flexor corto del primer dedo y accesorio del flexor largo común de los dedos. Entonces se ramifica para formar los nervios digitales plantares comunes que inervan los músculos lumbricales de los espacios interóseos 1.º y 2.º y, finalmente, éstos se subdividen formando los nervios colaterales plantares de los tres primeros dedos y el colateral plantar interno del cuarto dedo, que recogen la sensibilidad de estos espacios interdigitales.

– Nervio plantar externo que, acompañado por la arteria homónima, discurre bajo el músculo flexor corto de los dedos y llega hasta el quinto metatarsiano. En este trayecto, emite dos ramos: superficial y profundo. El primero de ellos se bifurca en los nervios colaterales plantares de los espacios interóseos 3.º y 4.º, que inervan los correspondientes lumbricales internos y los músculos flexor propio del quinto dedo, abductor del quinto dedo y oponente del quinto dedo. La rama profunda forma un arco que acompaña al arco arterial plantar inervando los lumbricales externos y el abductor del primer dedo, y la sensibilidad de las articulaciones tarsometatarsianas ^{1, 8, 24-26}.

BLOQUEO DE PLEXO LUMBAR

El bloque de plexo lumbar se utiliza para cirugías de miembro inferior. 1, 8, 24-26

• Técnicas

1. L4-L5 (Winnie) se identifica el punto medio de L4-L5 y la línea intercrestas, se traza una línea paralela a L4-L5 que pasa por la cresta ilíaca posterosuperior y en el punto donde esta línea se intercepta con la intercrestas es el sitio de punción. Se avanza la aguja hasta contactar con el proceso lateral de L5 y se redirige caudalmente (Figura 2a) muy similar al abordaje descrito por Capdevilla.

2. L4 (Chayen) se identifica L4 y se traza una línea de 3 cm caudalmente y luego otra lateral de 5 cm, éste es el punto de punción, se avanza la aguja hasta contactar con el proceso lateral de L5 y se redirige la aguja cranealmente (Figura 2b).

3. L3 (Parkinson) se localiza la línea media de L3 y 3-4 cm lateral se introduce la aguja, se avanza hasta contactar con el proceso lateral de L3, se redirige caudalmente (Figura 2c).

4. Capdevilla se identifica el punto medio de L4 y la línea intercrestas, se traza una línea paralela a L4 que pasa por la cresta ilíaca posterosuperior y en el punto donde esta línea se intercepta con las Inter crestas es el sitio de punción (Figura 2d). Se avanza la aguja hasta contactar con el proceso lateral de L4, se redirige caudalmente y se continúa avanzando gentilmente. Esta técnica es la mas validada para precisar imagenologicamente el punto de entrada y márgenes de avance.

5. L4 (Alternativo) Sobre la línea intercrestas se marca un punto a 4 centímetros de la línea media de L4 y en este sitio se punciona, se avanza la aguja hasta contactar con el proceso lateral de L4 y se redirige la aguja 5 a 10 grados cranealmente.

6. L4 (Hadzick). Se localizó el sitio de punción con la siguiente fórmula $20 + \text{peso} \times 0.5 = \text{distancia de la línea media de L4}$.

En cada uno de los abordajes se introduce la aguja hasta contactar con el proceso espinoso de L3, L4 o L5 de acuerdo con el sitio de punción, se redirige la aguja en sentido caudal o craneal hasta obtener respuesta del músculo cuádriceps femoral, se realiza aspiración previa a la aplicación del anestésico local.

Cuadro I. Abordajes al plexo lumbar por autor

Autor	Localización	Sitio de punción
Winnie. Anesthesiol Rev 1974;1:1-6	L4-L5	Línea media de L4-L5 en su unión con la línea EIPS
Chayen. Anesthesiology 1976;45:95-99	L4	3 cm caudal, 5 lateral
Parkinson. Anesth Analg 1989;68:243-248	L3	3-4 cm lateral a la línea media de L3
Capdevilla. Anesth Analg 2002;94:1606-13	L4	Unión de línea intercrestas con línea de EIPS
NYSORA. nysora.com 2005	L4	Sobre línea intercrestas a 4 cm de la línea media

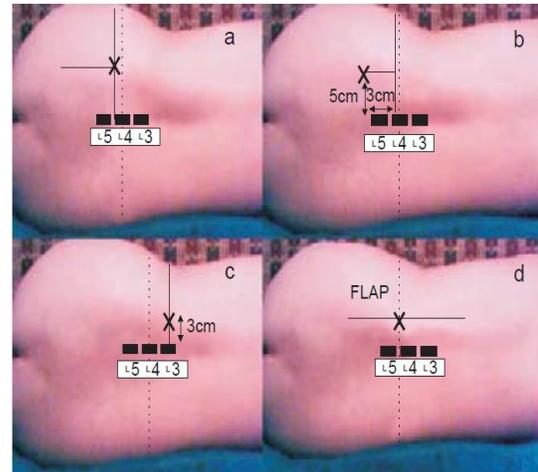


Figura 2. Abordajes al plexo lumbar. a-Winnie, b-Chayen, c-Parkinson, d-Capdevilla, X= sitio de punción.



Figura 4. Abordaje al plexo lumbar en paciente pediátrico.

El neuro estimulador se programa con una intensidad de 1- 1.5 mA con una frecuencia de 2 Hz, una duración de 0.1 milisegundos, una vez que se encuentra la respuesta muscular se disminuye la intensidad hasta 0.5 mA para depositar el anestésico local.

La primer respuesta es la contracción del músculo cuadrado lumbar, al avanzar lentamente la aguja se obtiene la contracción del músculo cuádriceps, esta última debe permanecer a una intensidad de 0.5 mA. Se puede obtener estimulación del nervio ciático, esto ocurre cuando la punta de la aguja se encuentra en dirección caudal como resultado de la estimulación de las raíces de L4 y L5. Al no encontrar la respuesta la aguja se redirecciona 15º en forma cefálica o caudal^{1, 8, 24-26}.

El porcentaje de éxito de bloqueo sensitivo de acuerdo con la distribución de los nervios es: Femoral 100%, obturador 93%, femorocutáneo lateral 91%. Se requiere utilizar una aguja de 50 mm en niños y de 100 a 150 mm en adultos de acuerdo con la complejión del paciente, aunque esta última es muy raro utilizarla.

- **Complicaciones:** lesión neural principalmente del nervio femoral, inyección intravascular, toxicidad cardíaca o neurológica por AL, inyección subaracnoidea o epidural, hematoma retroperitoneal, punción renal, hematoma renal, dolor postinyección debido al espasmo muscular lumbar.

En pediatría: el abordaje debe realizarse utilizando $\frac{3}{4}$ partes de la distancia de una línea trazada entre el cuerpo vertebral de L4 con una línea que pase por la espina ílica anterosuperior, él concluye que este abordaje es más adecuado que el de Dalens debido a que no se presenta difusión epidural y esto lo corroboraron realizando tomografía axial computada, utilizando un abordaje en donde se utiliza una línea que una la apófisis espinosa de L4 y la cresta ílica anterosuperior y se hace la punción en el primer tercio de dicha línea, en este estudio no se presentan efectos adversos graves^{24,26}.

Guiado por USG se ha posicionado como la alternativa más confiable en la actualidad ya que permite ver el objetivo. Para su realización, a su vez, hay múltiples técnicas como la del “Tridente”, para mediana transversa y la de “Shamrock” o trébol, que permite una mejor visualización del psoas y la aguja, lo que se traduce en una ejecución más fácil, en esta última la imagen a obtener es la del cuerpo vertebral y apófisis transversa de L3 o L4, asociado a tres masas musculares; el erector de la columna por posterior, el cuadrado lumbar insertándose en la apófisis y el psoas entre el cuerpo vertebral y la apófisis.

Una vez lograda esta imagen, se puede hacer un sutil desplazamiento o inclinación hacia caudal para desproyectar la apófisis transversa para luego avanzar desde posterior a anterior una aguja de entre 80 y 100 mm.

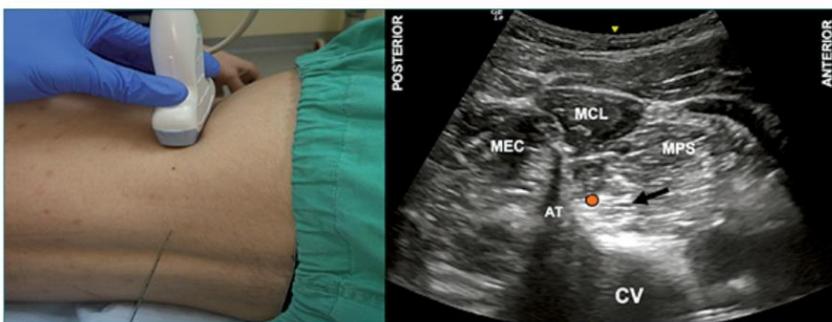


Figura 3. Bloqueo de plexo lumbar (BLP). **A.** Posición transductor BPL; **B.** Sonoanatomía BPL: MEC: músculo erector de la columna; MCL: músculo cuadrado lumbar; MPS: músculo psoas; CV: cuerpo vertebral; AT: apófisis transversa; Punto naranja: punto inyección cuadrante pósteromedial músculo psoas.

BLOQUEO DE LA FASCIA ILIACA.

Este tipo de bloqueo tiene 2 vías, anterior e inguinal, sin embargo, ninguna ha demostrado cubrir los 3 nervios deseados, esto se debe a que la difusión del anestésico local no logra ascender lo suficiente para alcanzar el plexo, por lo que no alcanza las ramas articulares a la cadera del nervio femoral ni al nervio obturador²⁶.

Vía suprainguinal, Inicialmente descrito como técnica de pérdida de resistencia (doble pop), sin embargo, el abordaje ha prosperado mediante el uso de US, Con el paciente en supino y con extensión de cadera, se emplea un transductor lineal de alta frecuencia que se ubica parasagitalmente medial a la EIAS y perpendicular al Ligamento Inguinal, hacia caudal una imagen triangular del extremo proximal del músculo sartorio y hacia cefálico una imagen similar en espejo que corresponde al oblicuo interno. El punto de contacto de ambos músculos genera la característica imagen de corbatín y constituye el punto de profundización hacia la Fosa Iliaca. Se avanza una aguja en plano desde latero-caudal a súpero-medial y, una vez que se atraviesa la FI, se confirma el plano mediante hidrodissección, para progresivamente avanzar hacia cefálico en el bolsillo que se va creando, procurando observar la elevación del plano del oblicuo interno y de la arteria circunfleja profunda²⁴⁻²⁶.



Figura 4. Bloqueo de fascia iliaca suprainguinal (BFIS). **A.** Posición transductor BFIS; **B.** Sonoanatomía BFIS: MS: músculo sartorio; MOI: músculo obturador interno; MI: músculo iliopsoas; I: hueso ilíaco; AICP: arteria circunfleja ilíaca profunda; Punto naranja: punto de entrada de aguja en fascia iliaca; Punto azul: sitio de inyección suprainguinal.

Existe el riesgo teórico de hematoma o inyección intravascular por punción de la arteria circunfleja profunda, daño del NF si es que no se tiene la precaución de identificarlo previo a la inyección, y de avanzar intraperitoneal y generar una lesión visceral. Además, al contemplar el bloqueo del NF, existe el riesgo inherente de caídas secundarias a bloqueo motor²⁴⁻²⁶.

BLOQUEO DE NERVIOS FEMORALES.

De los tres nervios a la extremidad inferior éste es el más importante en términos de analgesia bajo la cadera. Al comparar US versus el uso conjunto de US más NE o US versus NE no existen diferencias de eficacia, pero el uso de US consume menos tiempo, requiere de menos pases de agujas y permite ahorrar anestésicos locales.

Útil en osteosíntesis de fracturas de fémur, artroscopias y reconstrucción de ligamentos en rodilla, entre otros²⁵.

Técnica.

El bloqueo se realiza con el paciente en decúbito supino y la extremidad inferior extendida.

Para la técnica con US se emplea un transductor lineal de alta frecuencia que se ubica paralelamente entre el pliegue y el Ligamento Inguinal, se coloca la sonda en pliegue femoral, localizando la arteria femoral (AF). Se recomienda insertar la aguja dentro del plano e ingresar de lateral a posteromedial. En este corte el Nervio Femoral se ve en eje corto, lateral a la arteria, como una estructura hiperecoica ovalada o fusiforme, que reposa sobre el músculo iliopsoas y bajo dos líneas que corresponden a las fascias lata e ilíaca, una vez identificado ya sea el nervio o su compartimento, se inserta una aguja de 50 mm a 100 mm en plano con US desde lateral, con el objetivo de alcanzar el borde lateral o profundo del nervio femoral.

Cuando se utiliza Neuroestimulador, obtener respuesta motora del Musculo Sartorio o del cuádriceps resulta igualmente efectivo, y por otra parte, al emplear US no hay evidencia que avale la necesidad de inyección circunferencial versus parcial alrededor el nervio.

Si bien es un bloqueo básico, existe el riesgo de lesión neural y vascular. El riesgo de caídas por bloqueo del cuádriceps es un elemento que tener en consideración²⁴⁻²⁶.

Complicaciones. Hematoma, inyección intravascular inadvertida, neuropatía, infección.

BLOQUEO DE NERVIOS CUTÁNEO FEMORAL LATERAL

Útil para toma de injertos o biopsias de la zona de inervación, prevenir dolor por torniquete y como complemento en cirugías de rodilla. Se recomienda identificar el nervio y vasos femorales y seguir la fascia iliaca lateralmente, hacia la espina iliaca anterosuperior (EIAS), hasta localizar una estructura redonda hiperecogénica. Abordajes por fuera y dentro del plano pueden ser utilizados.

BLOQUEO DE NERVIOS OBTURADOR

Recomendado como complemento a la analgesia de un bloqueo femoral en cirugías de rodilla. Los reportes de la literatura del bloqueo del nervio obturador (NO) en pediatría son escasos. Para realizarlo, se identifica la AF en pliegue inguinal, la sonda se avanza medialmente en dirección a la sínfisis púbica, hasta identificar los 3 músculos aductores. Las 2 ramas del NO se encuentran superficial y profunda al aductor corto. Se puede utilizar abordajes por fuera o dentro del plano.

BLOQUEO DE NERVIOS SAFENO

Puede usarse como complemento al bloqueo del nervio ciático en cirugías de pie y tobillo. El bloqueo selectivo del NS evita debilidad del cuádriceps femoral. Para el abordaje subsartorial, el niño se coloca con ligera rotación externa de cadera y flexión de rodilla. Se localiza la AF a nivel medio del muslo. Se avanza en dirección caudal hasta observar separación de arteria y nervio. La aguja entra en dirección anteroposterior, entre en vasto medial y sartorio.

EVENTO ADVERSO

Un evento adverso de acuerdo con la CONAMED se describe como: Todo incidente imprevisto e inesperado como consecuencia de la atención (mayoritariamente) hospitalaria que produce la muerte, una discapacidad, la prolongación o estancia, o el reingreso subsecuente, así mismo un evento adverso prevenible es: Incidente que no se habría producido si el paciente hubiese recibido la atención adecuada para la ocasión. Se van a dividir de acuerdo con la gravedad en^{4,7,11,12}:

Evento Adverso leve: Si ocasiona lesión o complicación sin prolongación de la estancia hospitalaria.

Evento Adverso moderado: Si ocasiona prolongación de la estancia hospitalaria al menos de un día de duración.

Evento Adverso grave: Evento adverso que ocasiona la muerte, contribuye a ella, produce una discapacidad o genera una intervención quirúrgica.

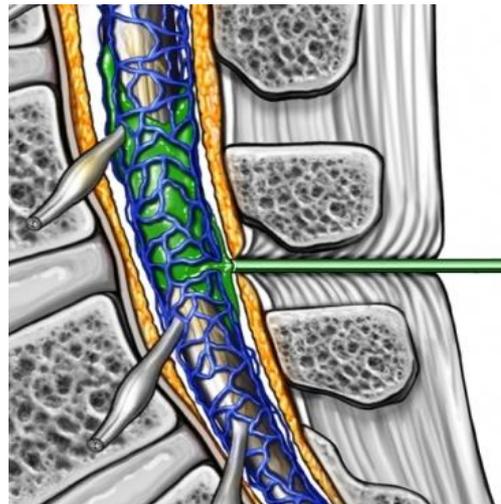
Están descritas medidas generales para la utilización segura de la anestesia regional^{4,7,11,12}:

- Conocer la anatomía y las referencias anatómicas.
- Establecer una vía endovenosa previa al bloqueo.
- Medicación preoperatoria (sin atropina) en niños mayores de seis meses de edad.
- Monitorización adecuada.
- Mantenimiento de la temperatura corporal.
- Equipo anestésico para resolver cualquier emergencia que se presente y específico para analgesia regional pediátrica como agujas hipodérmicas cortas y sobre todo de bisel corto, Tuohy para caudal y/o lumbar-torácico, así como catéteres radiopacos.
- Técnica estéril estricta. Tunelizar el catéter cuando se elige la técnica continua.

Las complicaciones de la anestesia regional son una medida indirecta de la calidad del acto anestésico ejecutado, las cuales dependen en gran medida de la técnica a utilizar, afortunadamente son muy raras. La mayoría ocurren «al final de la aguja», durante el bloqueo o en el quirófano (fracaso de la técnica, punción de dura o inyección intravascular)³.

Estas complicaciones, pueden deberse a³:

1. Neurotoxicidad directa en la fibra nerviosa.
2. Neurotoxicidad a nivel central (por sobredosificación).
3. Cardiotoxicidad (por sobredosificación).
4. Respuesta alérgica.
5. Complicaciones mecánicas:
 - a. Punción Dural (Cefalea postpunción).
 - b. Punción nerviosa.
 - c. Hematomas.
6. Infección en el sitio de punción.



Desde el punto de vista de calidad en la atención, las complicaciones se clasifican como mayores, que son aquellas que producen un daño severo en el organismo y puede llegar a incapacitar, aumentando los costos y la estancia hospitalaria. Las complicaciones menores son las que no generan incapacidad, son transitorias y no elevan el nivel de atención, normalmente tienen una resolución rápida y usualmente dentro del quirófano³.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El tiempo indispensable para un entrenamiento adecuado en AR es de un año, se recomienda una base de datos de los médicos graduados y sería ideal que se lograra la acreditación de los anestesiólogos capacitados en el uso de US. El adiestramiento en el uso del US es básico en la formación del regionalista, se requiere obtener habilidades propias, aunque no ofrece mayor éxito, sí aumenta la seguridad por disminuir el número de redirecciones, la dosis y la latencia, mejorando así la calidad. La alineación exacta entre aguja y transductor se alcanza después de aproximadamente procedimientos supervisados. Si se utiliza el NES como complemento no se recomienda insistir en la obtención de respuesta, pues podría condicionar mayor daño neurológico por contacto y trauma directo. Se recomienda confiar en la imagen en tiempo real más que en la presencia o ausencia de contracciones^{3,4,7,11,14}.

En la literatura internacional la anestesia regional representa el 20-25% de los procedimientos anestésicos pediátricos, existen 3 grandes estudios epidemiológicos publicados sobre anestesia regional pediátrica: 2 por la French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists y otro por la Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN)³. En 2014 el IRORA (Registro Internacional de Anestesia Regional) es un registro clínico multicéntrico prospectivo que colecta datos de la práctica actual en bloqueo neuroaxial y de nervios periféricos^{3,4,7,11-17}.

En 1996, la Sociedad de la Lengua Francesa de Anestesia Pediátrica (ADARPEF por sus siglas en francés), publicó sus resultados prospectivos durante un año, evaluando diferentes técnicas de anestesia regional en niños de diferentes grupos etarios. De 24,409 bloqueos, 60% fueron bloqueos centrales y de éstos, el 81% caudales con una frecuencia de complicaciones menores del 0.09%^{3,4}.

En 2010, la misma sociedad en un estudio prospectivo similar al anterior publicó el estudio para evaluar complicaciones en 31,132 niños; de éstos, 29,870 se manejaron con AR asociada a anestesia general y 1,272 recibieron únicamente anestesia regional, por lo que el total de los bloqueos del neuroeje representó el 34%, aunque en el grupo de niños menores de tres años, estos bloqueos representaron el 45%, de los cuales el 80% fueron caudales. Los bloqueos de nervios periféricos constituyeron el 66% y se observa ya la transición en número y preferencias de bloqueos centrales a bloqueos periféricos debido a la introducción desde principios de este siglo de las técnicas guiadas por ultrasonido, mismas que ofrecen mayor seguridad que las técnicas ciegas basadas únicamente en el conocimiento de las referencias anatómicas. En este reporte, del 66% de los bloqueos periféricos, un 10% fueron de miembro superior, 19% de miembro inferior y el restante 71% en cara y tronco. El porcentaje total de complicaciones fue de 0.12%, significativamente seis veces mayor en los bloqueos centrales (con la técnica habitual), que en los periféricos^{3,4,7,11-17}.

La base de datos PRAN se estableció en 2007 para evaluar las prácticas comunes y los riesgos / complicaciones asociadas con la anestesia regional en bebés y niños pequeños. El primer análisis publicado por la base de datos PRAN era de 2012, que incluía 14917 bloqueos regionales, concluyendo que ocurren complicaciones de todas las técnicas anestésicas regionales a un ritmo muy bajo^{3,4,7,11,14}.

En 2014, el grupo recopiló datos prospectivamente sobre más de 50000 bloques y encontró que la colocación de bloques de anestesia regional en pacientes pediátricos bajo anestesia general fue tan seguro como la colocación en pediatría sedada y despierta pacientes. Desde entonces, el grupo casi duplicó la cantidad de datos recopilados de anestесias regionales realizadas en pacientes pediátricos^{3,4,7,11-17}.

EN 2017 PRAN demostró con un estudio en 115, 000 pacientes pediátricos que los bloqueos epidurales caudales, los bloqueos Interescalenico del plexo braquial, los bloqueos del plano transversal del abdomen (TAP) y los catéteres caudales neonatales se han realizado de forma rutinaria bajo anestesia general en la población pediátrica sin un informe significativo de eventos adversos.

APRICOT es el estudio de cohorte prospectivo más grande realizado en Europa sobre anestesia regional pediátrica. Incluso si esta auditoría no fue especialmente diseñada para ello, APRICOT proporcionó información importante sobre la práctica clínica sin informes de eventos adversos directamente relacionados

con la anestesia regional. Además, los resultados del presente estudio confirman que la tasa de uso de AR es comparable con los datos del estudio ADARPEF anterior^{3,4, 7, 11-17}.

En 2018 el estudio PRAN, realizó un estudio observacional de bloqueos realizados en pacientes pediátricos de 20 hospitales participantes, como resultado no se informaron déficits neurológicos permanentes, sin embargo, el riesgo de déficit neurológico transitorio fue 2,4: 10,000 sin diferencia entre bloqueos centrales y periféricos. El riesgo de toxicidad sistémica grave por anestésicos locales fue 0,76: 10,000, la mayoría de los casos fueron en lactantes. Se notificó un absceso epidural, La incidencia de infecciones cutáneas fue del 0,5%, un hematoma epidural con un catéter paravertebral, Los eventos adversos más comunes fueron fallas benignas relacionadas con el catéter (4%)^{3,4, 7, 11-17}.

El Joint Committee formado por miembros de la ASRA y de la ESRA crearon un documento donde realizan sugerencias y recomendaciones representando la opinión y la experiencia clínica de sus miembros en el uso del US aplicado a AR y lo resumieron en 10 puntos, los cuales pueden no ser secuenciales ni adaptarse para todo tipo de escenario^{3,4, 7, 11-17}:

1. Visualizar estructuras clave, como músculos, fascias, vasos y hueso.
2. Identificar los nervios o plexos en eje corto.
3. Confirmar la anatomía normal y reconocer variaciones.
4. Planear el abordaje de la aguja que implique menor trauma tisular.
5. Mantener una técnica aséptica.
6. Seguir la aguja en visión directa hasta contactar con el objetivo.
7. Considerar una técnica secundaria de confirmación.
8. Administrar una dosis de prueba y verificar su visualización, si ésta no se distingue considerar la localización de la punta de la aguja dentro de la luz de un vaso.
9. Redirigir la aguja si la distribución del AL no es visualizada ni es la deseada.
10. Mantener el equipo de seguridad tradicional (aspirador, carro rojo).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La anestesia regional es un procedimiento frecuente en el quirófano en el Instituto Nacional de Pediatría, es una técnica que, aunque segura, puede presentar eventos adversos, por lo cual es importante conocer cuáles son las más frecuentes, así como su tratamiento, es importante ya que la mayoría de las técnicas son realizadas por anestesiólogos en residencia de anestesiología pediátrica, además el registro de estos eventos en general es omitido por lo que las cifras publicadas tienen sesgo.

PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuáles son los principales eventos adversos derivados de las técnicas de anestesia regional en el Instituto Nacional de Pediatría en el periodo de enero a junio de 2021?

JUSTIFICACION

La anestesia regional en sus diferentes modalidades es una técnica anestésica que ofrece múltiples beneficios al paciente como: relajación muscular, supresión de reflejos autónomos, modificación de la respuesta al estrés, analgesia en el post operatorio inmediato, menor impacto económico, disminución de requerimientos de fármacos durante la anestesia general, sin embargo, no está exenta de eventos adversos que pueden repercutir en la calidad de vida del paciente a corto, mediano y largo plazo. Actualmente existe poca literatura sobre la incidencia de eventos adversos relacionados con la anestesia regional; las revisiones existentes refieren incidencias de: déficit neurológico transitorio fue 2,4: 10,000 sin diferencia entre bloqueos centrales y periféricos mencionando como más comunes tales eventos, la toxicidad por anestésicos locales fue 0,76: 10,000, la incidencia de infecciones cutáneas fue del 0,5%, un hematoma epidural con un catéter paravertebral, Los eventos adversos más comunes fueron fallas benignas relacionadas con el catéter (4%). Sin embargo, en otro reporte PRAN demostró con 115 000 pacientes pediátricos se han realizado de forma rutinaria bajo anestesia general en la población pediátrica sin un informe significativo de eventos adversos. Sin embargo, se considera que existe un subregistro.

En el instituto nacional de pediatría, se realiza un alto porcentaje de técnicas regionales, y hasta el momento no existe un reporte sobre los principales eventos adversos relacionados, y por tal motivo tampoco sobre el impacto en la morbilidad de los pacientes, es importante conocer los eventos adversos relacionados con las técnicas regionales para determinar causas y en un futuro establecer pautas que puedan modificar su presencia.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

1. Describir los principales eventos adversos relacionados con el uso de las técnicas de anestesia regional en pacientes pediátricos en el Instituto Nacional de Pediatría durante el periodo enero a junio 2021.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer los datos demográficos de los pacientes, así como la técnica de anestesia regional utilizada.
- Determinar las características de la anestesia regional como tipo de bloqueo, anestésico local utilizado, concentración, dosis y volumen administrado del anestésico local, dificultad en la realización del procedimiento, grado del operador que realizó el procedimiento.
- Describir los eventos adversos observados durante la realización de las técnicas regionales como número de intentos, bloqueos hemático, bloqueo fallido, toxicidad del SNC, toxicidad cardíaca, y cambio de técnica anestésica.
- Describir las técnicas alternativas de apoyo para la realización de los diferentes bloqueos como la neuroestimulación y la ultrasonografía.

METODOLOGIA

TIPO DE INVESTIGACION

Retrospectivo, descriptivo, observacional, transversal.

FUENTE DE INFORMACION

Registro de expedientes de pacientes posquirúrgicos manejados con técnicas regionales en el Instituto Nacional de Pediatría en el periodo de enero a junio de 2021.

POBLACION DE ESTUDIO

Expedientes de pacientes pediátricos ASA I-III, de ambos sexos, de 0-18 años, sometidos a procedimiento quirúrgico manejados con técnica de anestesia regional en el Instituto Nacional de Pediatría en el periodo de enero a junio 2021.

Tamaño de la muestra. Todos los pacientes ingresados a procedimiento quirúrgico, que hayan requerido anestesia regional.

AREA DE TRABAJO

Área de quirófano y hospitalización del Instituto Nacional de Pediatría, de pacientes sometidos a técnicas de anestesia regional.

CRITERIOS DE ESTUDIO

CRITERIOS DE INCLUSION

- Expedientes de pacientes sometidos a intervención quirúrgica que incluya técnica anestésica regional.
- Expedientes de pacientes de 0-18 años, ambos sexos.
- Expedientes de pacientes que tengan nota posanestésica completa y descriptiva.

CRITERIOS DE EXCLUSION

- Expedientes incompletos.
- Letra ilegible.

ANALISIS ESTADISTICO.

Se realiza un análisis descriptivo de los pacientes estudiado con paquete estadístico SPSS versión 22, para las variables cuantitativas media, mediana, moda, y para las variables categóricas frecuencia y porcentajes, jerarquizando los resultados para su posterior interpretación clínica con graficas.

VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION	CATEGORIA	ESCALA DE MEDICION	UNIDAD DE MEDICION
EDAD	TIEMPO TRANSCURRIDO EN AÑOS DESDE EL NACIMIENTO DE UN SUJETO HASTA LA CIRUGIA.	CUANTITATIVA DISCRETA	ACTA DE NACIMIENTO INCLUIDA EN EXPEDIENTE	MEDIANTE LA DETERMINACION DE A FICHA DE IDENTIFICACION DEL PACIENTE. AÑOS
SEXO	CONDICION IOLOGICA DICOTOMICA QUE DISTINGUE AL MACHE DE LA HEMBRA DE ANERA FENOTIPICA	CUALITATIVA NOMINAL DICOTOMICA	----	FEMENINO MASCULINO

PESO	MASA DEL CUERO DE UN INDIVIDUO	CUALITATIVA CONTINUA	REPORTADO EN EXPEDIENTE.	KILOGRAMO
ESTADO FISICO	CLASIFICACION DE PACIENTES DE ACUERDO CON SU ESTADO GLOBAL DE SALUD, PUEDE RELACIONARSE O NO CON LA CAUSA DE CIRUGIA.	CUALITATIVA ORDINAL POLITOMICA	ASA I. ASA II. ASA III.	ASA I ASA II ASA III ASA IV ASA V ASA VI
TÉCNICA ANESTESICA	ES LA MEDIDA REVERSIBLE DE BLOQUEO DE SENSIBILIDAD Y MOTRICIDAD CON UN FIN QUIRURGICO O ANALGESICO.	CUALITATIVA NOMINAL	BLOQUEO CENTRAL BLOQUEO DE NERVIOS PERIFERICOS	1. Bloqueo central. a. peridural caudal b. peridural lumbar c. peridural torácico. 2. bloqueo de nervio periférico. a. de pared abdominal b. de miembro superior. c. de miembro inferior.
FARMACO UTILIZADO	Anestésico local utilizado para el bloqueo realizado.	Cualitativa Nominal	Fármaco utilizado durante el bloqueo	Lidocaína Ropivacaína Bupivacaína
DOSIS	DOSIS TOTAL UTILIZADA	CUANTITATIVA NOMINAL	DOSIS TOTAL QUE SE UTILIZO PARA EL BLOQUEO	MG/KG
CONCENTRACION	CONCENTRACION DE FARMACO UTILIZADO PARA LA REALIZACION DE LA TÉCNICA ANESTESICA REGIONAL	CUANTITATIVA NOMINAL	CONCENTRACION DEL FARMACO EN %	% DE FARMACO.
EVENTO ADVERSO.	COMPLICACION O UNA IATROGENIA O UN ERROR MEDICO, O UN EFECTO COLATERAL SECUNDARIO A LA APLICACIÓN DE FARMACOS O TECNICAS INVASIVAS.	CUANTITATIVA NOMINAL	DIFICULTAD PARA LA REALIZACION DE LA TÉCNICA O EVENTOS ADVERSOS RELACIONADOS CON EL FARMACO, LA DOSIS O LA CONCENTRACION.	a. Mas de 2 intentos. b. Punción hemática. c. Punción de duramadre. d. Bloqueo fallido o insuficiente. e. Intoxicación en el SNC. f. Toxicidad cardiaca. g. Cambio de técnica anestésica. h. Imposibilidad para realizarse.
APOYO PARA LA COLOCACION DE BLOQUEO	SON LOS INSTRUMENTOS QUE SE UTILIZAN DURANTE LA REALIZACION DE UNA TÉCNICA ANESTESICA PARA LOGRAR UNA COLOCACION ADECUADA Y SEGURA.	CUALITATIVA NOMINAL	USO DE INSTRUMENTOS PARA LA COLOCACION DE UN BLOQUEO CENTRAL O REGIONAL: ULTRASONIDO NEUROESTIMULADOR	ULTRASONIDO NEUROESTIMULADOR AMBAS NINGUNO

RESULTADOS

Durante el periodo de enero a junio de 2021, se revisó el expediente de todos los pacientes que ingresaron a quirófano, tanto paciente programados, como urgencias. Formando una población heterogénea, con un total de 3496 pacientes, 561 casos fueron eliminados por falta de información suficiente en la nota posanestésica, se divide la población total en 2 grupos, de acuerdo con la técnica anestésica utilizada:

- 1) Regional, la cual puede o no ir con sedación o anestesia general.
- 2) Anestesia general o sedación.

Se descartan los pacientes del grupo 2, y el total de la población a estudiar es de 1087 casos, con nota posanestésica con datos completos, de los cuales se divide:

- De acuerdo con el género, 593 fueron hombres, 494 fueron mujeres. Grafica 1.
- De acuerdo con la edad: menores de 1 año 113, de 1-5 años 344, escolares de 6-12 años 341, adolescentes mayores de 12 y hasta los 18 años 289 Como se muestra en grafica 2.



- De acuerdo con la técnica anestésica: bloqueo caudal 352 paciente, bloqueo peridural 197, bloqueo subaracnoideo con catéter peridural permeable 137, bloqueo subaracnoideo 96, bloqueo central más nervio periférico 153, nervio periférico único 152, como se muestra en la tabla 2.
- De acuerdo con el servicio tratante: 414 del servicio de cirugía, 359 de ortopedia, 122 de oncocirugía, 21 cirugía plástica y reconstructiva, 3 hematología, 168 urología Tabla 3.

TÉCNICA ANESTÉSICA	BLOQUEO INSUFICIENTE	HIPOTENSION	NO	PUNCIÓN ROJA	SEGUNDO INTENTO	Total general
BLOQUEO CAUDAL			328		24	352
BLOQUEO CAUDAL, BLOQUEO SUPRACLAVICULAR			20			20
BLOQUEO PERIDURAL		67	110		20	197
BLOQUEO SUBARACNOIDEO			96			96
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y FEMORAL			66			66
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y PLEXO LUMBAR			67			67
BLOQUEO SUPRACLAVICULAR	23		56	2		81
BLOQUEO TAP			24			24
BLOQUEO TAP BILATERAL			20			20
PLEXO BRAQUIAL INFRACLAVICULAR			27			27
SUBARACNOIDEO CON CATÉTER PERIDURAL		40	97			137
TOTAL	23	107	911	2	44	1087

TABLA 2. TÉCNICA ANESTÉSICA Y COMPLICACIONES

TÉCNICA ANESTESICA	1	2	3	Total general
CIRUGIA	273	129	12	414
CPR	12	9		21
HEMATOLOGIA	1		2	3
ONCOCIRUGIA	76	44	2	122
ORTOPEDIA	240	103	16	359
UROLOGIA	102	62	4	168
Total general	704	347	36	1087

TABLA 3. SERVICIO

De los pacientes sometidos a procedimiento quirúrgico con anestesia regional, se recopila la información del bloqueo, así como las dosis utilizadas.

De los bloqueos peridurales vía caudal que se estudiaron, 352 casos, el 100% se realizó con Ropivacaína, a diferentes concentraciones y dosis, la dosis mas utilizada fue de 3mg/kg con 40 casos.

ROPIVACAINA mg/kg	0.19	1.1	1.2	2.1	2.2	2.4	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.6	3.7	4.3	Total general
BLOQUEO CAUDAL	26	26	26	24	27	24	26	23	20	40	20	26	20	24	352

De los bloqueos peridurales vía lumbar que se estudiaron, 197 casos, en 40 casos se utilizó lidocaína con epinefrina de 5-7 mg/kg; en 157 casos se utilizó ropivacaína a dosis de 1.1-2.6 mg/kg.

Mg/kg	1.1	1.6	1.8	1.9	2	2.6	5.7	7	Total general
BLOQUEO PERIDURAL	20	46	20	21	23	27	20	20	197
LIDOCAINA CON EPINEFRINA							20	20	40
ROPIVACAINA	20	26	20	21	23	27			137
ROPIVACAINA / MORFINA		20							20

En el caso de bloqueos subaracnoideos, 233 casos en total, el 69% utilizo bupivacaina hiperbárica, y en el 59% de los casos se mantuvo un catéter peridural en caso de utilización transanestésico o analgesia postoperatoria.

Mg/kg	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.2	0.26	Total general
BLOQUEO SUBARACNOIDEO			21	26		26	23	96
BUPIVACAINA HIPERBARICA			21	26			23	70
BUPIVACAINA ISOBARICA						26		26
SUBARACNOIDEO CON CATÉTER PERIDURAL	20	27	24		20	46		137
BUPIVACAINA HIPERBARICA	20		24			46		90
BUPIVACAINA ISOBARICA		27			20			47
Total general	20	27	45	26	20	72	23	233

En 153 casos, se utilizó bloqueo central con Bupivacaína y agregado bloqueo de nervio periférico con Ropivacaína, de los cuales en el 13% se realizó bloqueo caudal con bupivacaína 1.2 mg/kg, más bloqueo supraclavicular con Ropivacaína 2mg/kg.

En el 43 % se realizó bloqueo subaracnoideo con Bupivacaína isobárica con bloqueo de nervio femoral con Ropivacaína, la dosis que se utilizó con mayor frecuencia fue 1.2mg/kg, sin embargo, en 20 pacientes se utilizó una dosis de 3.7mg/kg.

TÉCNICA ANESTÉSICA	0.19 / 2.3	0.19/ 2.9	0.2 / 2.4	0.25/ 1.2	0.37/ 1.9	0.4 / 3.7	1.2 / 2	Total general
BLOQUEO CAUDAL, BLOQUEO SUPRACLAVICULAR							20	20
BUPIVACAÍNA / ROPIVACAÍNA							20	20
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y FEMORAL			20	26		20		66
BUPIVACAÍNA / ROPIVACAÍNA			20	26		20		66
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y PLEXO LUMBAR	20	26			21			67
BUPIVACAÍNA / ROPIVACAÍNA	20	26			21			67
Total general	20	26	20	26	21	20	20	153

En el caso de los bloqueos de nervio periférico, el bloqueo de plexo braquial fue el más frecuente con 88 casos, realizado con Ropivacaína en un rango de 0.9-2 mg/kg; en el caso del bloqueo TAP y TAP bilateral las dosis utilizadas fueron 1.6-1.8mg/kg con 64 casos en total.

TÉCNICA ANESTÉSICA	0.9	1	1.4	1.6	1.8	2	Total general
BLOQUEO PLEXO BRAQUIAL	20	21	20	7		20	88
ROPIVACAÍNA	20	21	20	7		20	88
BLOQUEO TAP				44			44
ROPIVACAÍNA				44			44
BLOQUEO TAP BILATERAL					20		20
ROPIVACAÍNA					20		20
Total general	20	21	20	51	20	20	152

Para describir la frecuencia de utilización de concentraciones en todos los casos, se describe a continuación.

- Bloqueo peridural lumbar
 - o Lidocaína con epinefrina al 2% 40 pacientes.
 - o Ropivacaína 157 pacientes. El 100% de estos pacientes se realizó a concentración de 0.375%.
- Bloqueo peridural caudal.
 - o Ropivacaína, utilizada en 352 pacientes, se realizó a concentraciones de 0.16-0.3%, de los cuales 52 casos fue a 0.16%, 26 casos utilizaron ropivacaína 0.2%, 40 casos con ropivacaína 0.3%.
- Bloqueo subaracnoideo.
 - o Se realizó en 366 casos, el 100% se realizó con Bupivacaína a 0.5%.
- Bloqueo regional.
 - o Se realizaron 152 casos, el 100% con ropivacaína 0.375%

En cuanto a la utilización de dispositivos para bloqueos regionales, del total de bloqueos regionales 238 fueron realizados con ayuda de ultrasonido, y 17 con ayuda de neuro estimulador, mientras que 50 casos utilizaron ambas técnicas, para un total de 305.

En el caso de las complicaciones reportadas en los casos de anestesia regional, se describen en la siguiente tabla.

TÉCNICA ANESTÉSICA	BLOQUEO INSUFICIENTE	HIPOTENSION	NO	PUNCIÓN ROJA	SEGUNDO INTENTO	Total general
BLOQUEO CAUDAL			328		24	352
BLOQUEO CAUDAL, BLOQUEO SUPRACLAVICULAR			20			20
BLOQUEO PERIDURAL		67	110		20	197
BLOQUEO SUBARACNOIDEO			96			96
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y FEMORAL			66			66
BLOQUEO SUBARACNOIDEO Y PLEXO LUMBAR			67			67
BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL	23		63	2		81
BLOQUEO TAP			44			44
BLOQUEO TAP BILATERAL			20			20
SUBARACNOIDEO CON CATÉTER PERIDURAL		40	97			137
Total general	23	107	911	2	44	1087

Del total de casos reportados 1087, de los cuales se realizaron sin reporte de complicaciones 84% de los casos.

La complicación más frecuente presentada fue la hipotensión posterior a bloqueo central en 10% de los casos, 44 casos en el bloqueo vía caudal se realizaron en el 2º intento, representando 4%; en el caso de bloqueos de plexo braquial en 2% casos fue un bloqueo insuficiente y 2 casos de bloqueo de plexo braquial presentaron punción roja.

DISCUSION

De acuerdo con la bibliografía, aunque poca literatura habla sobre la incidencia de eventos adversos relacionados con la anestesia regional; las revisiones existentes refieren incidencias de: déficit neurológico transitorio fue 2,4: 10,000 sin diferencia entre bloqueos centrales y periféricos mencionando como más comunes tales eventos, la toxicidad por anestésicos locales fue 0,76: 10,000, la incidencia de infecciones cutáneas fue del 0,5%, un hematoma epidural con un catéter paravertebral, Los eventos adversos más comunes fueron fallas benignas relacionadas con el catéter (4%). Sin embargo, en otro reporte PRAN demostró con 115 000 pacientes pediátricos se han realizado de forma rutinaria bajo anestesia general en la población pediátrica sin un informe significativo de eventos adversos. Sin embargo, se considera que existe un subregistro. Sin embargo, en el Instituto Nacional de Pediatría la complicación más frecuente fue la hipotensión, presentándose en el 1% de los pacientes con bloqueo central, en cuanto a los bloqueos regionales, 2% de todos los casos se presentó con bloqueo insuficiente.

CONCLUSIONES

En el Instituto Nacional de Pediatría, a pesar de ser un hospital con médicos en formación, la presencia de complicaciones se reportó en 176 de 187 casos, en los cuales, ninguno se reportó intoxicación por anestésicos locales o déficit neurológico, probablemente secundario a utilización de dosis y concentraciones bajas de medicamentos y la utilización de dispositivos como ultrasonido y neuro estimulador, para poder realizar bloqueos regionales con adecuada analgesia pero riesgo disminuido de complicaciones, a pesar de las medidas tomadas, secundario a ser una sede de entrenamiento para Anestesiología Pediátrica, se reportaron 23 casos de bloqueo insuficiente, realizados por médicos residentes.

La presencia de médicos residentes no aumenta exponencialmente la presencia de complicaciones en anestesia regional, con el debido cuidado y supervisión al realizar los procedimientos.

BIBLIOGRAFIA.

1. Manuel Ruiz Castro. Manual de anestesia regional. 2 edición. Elsevier. 2010.
2. R. Eizaga Rebollara, M.V. García Palacios, J. Morales Guerrero y L.M. Torres Morera, Bloqueos centrales en Pediatría: una revisión de la literatura actual. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2016;63(2):91-100.
3. Juan Carlos Degiovanni B, Alexandra Chaves V, Jairo Moyano A, Fernando Raffán S, Incidencia de complicaciones en anestesia regional, análisis en un hospital Universitario. *Rev col anest* 34: 155-162, 2006.
4. Hernández-Gasca V. Calidad en anestesia regional. *Rev mex anest Volumen 38, Suplemento 1, abril-junio 2015.* Pag S207-S210.
5. Melman-Szteyn E y col. Anestesia regional en pediatría 2018. *Rev mex anest Volumen 41, No. 3, julio-septiembre 2018.* Pag 213-227.
6. García-Cano G. Bloqueo caudal. *Rev mex anest. Volumen 39, Suplemento 1, abril-junio 2016 pp S257-S258*
7. Angelica Vargas, Amod Sawardekar, and Santhanam Suresh, Updates on pediatric regional anesthesia safety data. *Regional anesthesia Curr Opin Anesthesiol* 2019, 32:649–652.
8. CLAUDIO GONZÁLEZ, FARMACOLOGÍA DEL PACIENTE PEDIÁTRICO, *REV. MED. CLIN. CONDES - 2016; 27(5) 652-659*
9. José Emilio Mille-Loera, Dr. José Manuel Portela-Ortiz, Dr. Guillermo Aréchiga-Ornelas, Manejo de la toxicidad por anestésicos locales, *rev mex anest Vol. 34. Supl. 1 Abril-Junio 2011 pp S90-S94.*
10. Morales, Camila (1); Contreras-Domínguez, Víctor (2); Contreras, Felipe (3); Carbonell-Bellolio, Paulina, Uso de Fármacos Coadyuvantes de los Anestésicos Locales en Anestesia Regional Pediátrica para el Manejo del Dolor Agudo Postoperatorio, *Revista El Dolor, 70: 30-34; 2018*
11. Walker BJ, Long JB, Sathyamoorthy M, et al. Complications in pediatric regional anesthesia: an analysis of more than 100,000 blocks from the Pediatric Regional Anesthesia Network. *Anesthesiology* 2018; 129:721–732. This most recent publication from the Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN) is comprehensive summary of all the data collected by this group.
12. Dr. Manuel Marrón-Peña, Dra. Laura Silva-Blas, Dr. Flavio Páez-Serralde, Dr. Humberto Uribe-Velázquez, Eventos adversos de la anestesia-analgésia neuroaxial, definiciones y clasificación. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2008. Vol. 31. Supl. 1, Abril-Junio 2008 pp S265-S268
13. Joseph M. Neal, MD, Sandra L. Kopp, MD, Jeffrey J. Pasternak, MD, William L. Lanier, MD, and James P. Rathmell, MD. Anatomy and Pathophysiology of Spinal Cord Injury Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine, *Regional Anesthesia and Pain Medicine, Volume 40, Number 5, September-October 2015*
14. Walid Habre, Nicola Disma, Katalin Virag, Karin Becke, Tom G Hansen, Martin Jöhr, Brigitte Leva, Neil S Morton, Petronella M Vermeulen, Marzena Zielinska, Krisztina Boda, Francis Veyckemans, Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe, *Lancet Respir Med* 2017.
15. Diana Moyao-García, Carlos Ixbalamque Rodríguez-Herrera, Complicaciones en anestesia pediátrica en el postoperatorio, Vol. 41. Supl. 1 Abril-Junio 2018 pp S27-S28
16. Christophe Dadure Francis Veyckemans, Sophie Bringuier, Walid Habre, Epidemiology of regional anesthesia in children: Lessons learned from the European Multi-Institutional Study APRICOT. *Pediatric Anesthesia.* 2019;00:1–8.
17. P. Murada, A. Baltazara, M.E. Zabala. Iñiguez, E. Martínez y J. Mattanó, Errores en el procedimiento del bloqueo epidural, *Rev Argent Radiol.* 2015;79(3):139---144
18. Moreno Martínez, DA. Bloqueo de fascia de rectos abdominales guiado por ultrasonido. Revisión narrativa. *Univ Med.* 2017;58(2):1-5.

19. Sebastián Layera MD, Daniela Bravo MD, Julián Aliste MD, Bloqueos de tronco, Rev Chil Anest 2020; 49: 65-78
20. Erica L. Holland | Adrian T. Bosenberg, Early experience with erector spinae plane blocks in children, *Pediatric Anesthesia*. 2020;30:96–107.
21. Julián Aliste MD, Daniela Bravo MD, Sebastián Layera MD. Bloqueos de extremidad superior, Rev Chil Anest 2020; 49: 14-27
22. Santi Sánchez, El bloqueo interescalénico en la era de la anestesia regional guiada por ecografía, Rev Chil Anest 2019; 48: 298-307
23. Carolina del Carmen Ventura-Pérez, Leticia Leal-Gudiño, Ignacio Luján Ureño-y Prieto, Michell Ruiz-Suárez, Bloqueo de plexo braquial infraclavicular ecoguiado comparando dos abordajes: coracoides versus costoclavicular, evaluación de la evidencia científica, REV MEX ANEST Vol. 41. No. 2 Abril-Junio 2018 pp 117-123.
24. *Andrea Carolina Pérez-Pradilla, Ana Angélica Peña-Riverón, Laura Catalina Chaparro-Gómez, Lailigh Citlalli Castro-Ortiz, Elizabeth Velázquez-Delgado y Rosangel Acevedo-de la Peña, Abordaje infraclavicular en pediatría: concordancia del abordaje de Wilson modificado y el ultrasonido para la localización del sitio de punción ideal, rev colomb anestesiología. 2015;43(4):269–277.*
25. Diego S. Guardabassi, Carolina Aisenstein, Lara Errecalde, Florencia García Pugliese, Roxana Lettini, Evaluación del bloqueo del cuadrado lumbar transmuscular ecoguiado en pediatría. Rev Chil Anest 2020; 49: 514-520
26. Daniela Bravo MD, Julián Aliste MD, Sebastián Layera MD Álvaro Jara MD, Bloqueos de extremidad inferior, Rev Chil Anest 2020; 49: 28-46.
27. Daniela Bravo MD, Sebastián Layera MD, Iver Cristi PT, Rony Silvestre PT, mscs, phd3, Julián Aliste MD, Concentración de bupivacaina y preservación de fuerza de cuádriceps en bloqueo femoral para artroplastia total de rodilla, Rev Chil Anest 2020; 49: 118-125.