



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
COORDINACION DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA "DR. SILVESTRE FRENK FREUND"
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

"NIVEL DE DIFUSIÓN DE ROPIVACAÍNA 0.2% CALCULADO POR FÓRMULA DE ARMITAGE A 1ML/K EN BLOQUEO PERIDURAL GUIADO POR ULTRASONIDO EN PACIENTES DE 10 A 20 KG DE PESO."

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA:

DRA. MYRIAM NENETZIN GARCÍA LEAL

ASESOR CLÍNICO Y METODOLÓGICO

M en C. Aline Janett Nieto Zúñiga

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

ASESOR CLINICO

Dra. Susana Elizabeth Téllez Martínez

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

ASESOR METODOLÓGICO

M en C. Marisa Josefina Guerrero Pesina

UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

“Nivel de difusión de Ropivacaína 0.2% calculado por fórmula de Armitage a 1ml/k en bloqueo peridural guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso.”

DRA. MILAGROS VÁZQUEZ PULIDO

PRESIDENTA

**MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIATRA
ADSCRITO AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI**

M.C. AMANDA IDARIC OLIVARES SOSA

SECRETARIO

**MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIÁTRA
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI**

DRA. JUANA GABRIELA BARRERA CERVANTES

VOCAL

**MÉDICO ANESTESIOLOGO PEDIATRA
ADSCRITO AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMN SIGLO XXI**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3603**.
HOSPITAL DE PEDIATRÍA, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 015 042
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 09 CEI 032 2017121

FECHA **Viernes, 07 de junio de 2019**

M.C. Aline Janett Nieto Zúñiga

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de Investigación con título **NIVEL DE DIFUSIÓN DE ROPIVACAÍNA 0.2% CALCULADO POR FÓRMULA DE ARMITAGE A 1ML/K EN BLOQUEO PERIDURAL GUIADO POR ULTRASONIDO EN PACIENTES DE 10 A 20 KG DE PESO** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2019-3603-042

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

[Firma manuscrita]
Dr. HERMILO DE LA CRUZ YANEZ

Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3603

[Firma manuscrita]

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Datos del alumno (Autor)**Datos del alumno**

Apellido paterno	García
Apellido materno	Leal
Nombre	Myriam Nenetzin
Teléfono	55 6792 4326
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad o escuela	Medicina
Carrera	Anestesiología Pediátrica
No. de cuenta.	516228439

Datos del asesor**Datos del asesor**

Apellido paterno	Nieto
Apellido materno	Zúñiga
Nombre	Aline Janett

Datos de la tesis**Datos de la tesis**

Título	Nivel de difusión de Ropivacaína 0.2% calculado por fórmula de Armitage a 1ml/k en bloqueo peridural guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso
No. de páginas	41
Año	2020
Número de registro	R-2019-3603-042

LISTA DE ABREVIATURAS

BPD VC	Bloqueo peridural vía caudal.
US	Ultrasonido
EP	Espacio peridural
MHz	Megahercio
PAM	Presión Arterial Media
FC	Frecuencia cardiaca
SpO2	Saturación presión de oxígeno
Temp.	Temperatura
CAM	Concentración alveolar mínima.

INDICE

RESUMEN	7
ANTECEDENTES	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
JUSTIFICACIÓN	17
HIPÓTESIS ANALÍTICA	18
OBJETIVOS	18
MATERIAL Y MÉTODOS	19
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	20
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	24
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
CONSIDERACIONES ÉTICAS	26
RECURSOS PARA EL ESTUDIO	27
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	30
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFIA	32
ANEXOS	34

RESUMEN

Antecedentes: El bloqueo peridural (BPD) vía caudal (VC) es la técnica más popular en anestesia y analgesia regional pediátrica. En 1973, Melman y cols determinaron los volúmenes de anestésico local necesarios para alcanzar los segmentos deseados a bloquear; menciona que, 1.6 mL/kg difunde a niveles T4-T6, 1.4 mL/kg a T10 y 1.2 mL/kg para un nivel de T12. Armitage, en cambio, publica en 1985, que 0.5 ml/kg alcanza niveles lumbosacros, 1.0 ml/kg nivel toracolumbar y 1,25 ml/kg para una bloqueo torácico medio. El ultrasonido (US) permite la visualización de la difusión del anestésico local dentro del espacio peridural (EP) en tiempo real. **Objetivo:** Determinar si el volumen obtenido a través de la fórmula de Armitage de 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% alcanzó la difusión de T10 que corresponde con fórmula de Melman de 1.4 ml/kg para bloqueo peridural via caudal guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso sometidos a cirugía electiva en Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI. **Metodología.** Estudio de serie de casos, en pacientes con peso de 10 a 20 kg, ASA I, II y III sometidos a cirugía electiva de primera vez. Se realizó bloqueo caudal guiado por US con transductor lineal L25x de 13 a 6 MHz; se calculó el volumen de Ropivacaína 0.2% con fórmula Armitage a 1ml/kg, observando su difusión en tiempo real, se registró el nivel máximo en el que llega la difusión del anestésico local. Se confirmó si el nivel alcanzado por esta fórmula es similar a la que alcanza la descrita por fórmula de Melman de 1.4 ml/kg (T10). **Resultados:** Se estudiaron 60 pacientes, con una media de edad de 2.6 años, peso de 13.8 kg, y talla 90.5 cm. De los cuales 38 pacientes (63.3%) alcanzó un nivel de difusión más alto a T10, 20 pacientes (33.3%) su nivel de difusión correspondió a T10, y 2 pacientes (3.3%) obtuvo nivel más bajo a T10. La tasa de fentanilo obtenido al final de la cirugía, tuvo una media de 3.21 mcg/kg/hr. Sólo un paciente (1.7%) presentó hipotensión como efecto adverso al procedimiento. **Conclusiones:** El utilizar la fórmula de Armitage a 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% se puede alcanzar niveles de difusión de T10 o incluso mayores, a los comparados con el cálculo de la fórmula de Melman a 1.4 ml/kg; por lo que concluimos que a menor dosis de Ropivacaína 0.2%, podemos otorgar adecuada analgesia posoperatoria, estabilidad hemodinámica y seguridad en cuanto a la toxicidad y efectos adversos del anestésico local.

1. ANTECEDENTES

1.1 Historia

El BPD VC, es la técnica más popular en anestesia y analgesia regional pediátrica. Fue descrito por Cathelin y Sicard en Francia en 1901 para el tratamiento del dolor durante el parto, pero debido a las dosis altas de anestésicos locales que se requerían para alcanzar el nivel metamérico deseado, la toxicidad tenía un margen muy estrecho¹.

La anestesia regional en pediatría data de principios del siglo XX, Brainbridge en 1901 y Gray en 1909 utilizaron la cocaína y estovaína para anestesia espinal en lactantes y niños. Campbell en 1933 reportó la primera serie de anestesia caudal en niños y posteriormente otros autores².

En 1954 Ruston de Canadá reportó 77 casos de niños manejados con anestesia epidural lumbar (y un caso por la vía caudal) utilizando procaína inicialmente y lidocaína en los casos restantes, empleando la técnica de pérdida de resistencia para alcanzar el espacio epidural. Este mismo autor publicó nuevamente en 1964 su experiencia con 172 casos quirúrgicos manejados por la vía epidural lumbar y /o torácica, haciendo hincapié que con esta técnica, los niños rara vez presentaban hipotensión secundaria al bloqueo simpático. Fortuna en 1963 y 1967, reportó sus experiencias en 38 y 170 casos pediátricos respectivamente con anestesia caudal, utilizando lidocaína y alcanzando un 91.7% de analgesia adecuada para los procedimientos quirúrgicos, reportando algunas complicaciones que se trataron de inmediato sin dejar secuela alguna. Simultáneamente Spiegel, basado en las publicaciones de Fortuna, también en Brasil, publicó sus resultados en 128 bloqueos caudales en niños, proponiendo una fórmula empírica para alcanzar analgesia hasta T10¹.

En 1973, la Dra. Melman, bajo control fluoroscópico y radiológico llevó a cabo, en cadáveres de pacientes recién fallecidos, de diferentes grupos de edades, la inyección de volúmenes progresivamente mayores de anestésico local adicionado de un medio de contraste radiológico, hasta alcanzar los dermatomas de T4-T6, T10 y T12. Con los datos obtenidos, los volúmenes determinados fueron

corroborados con casos clínicos de pacientes que se iban a intervenir quirúrgicamente, utilizando bupivacaína al 0.25% (producto de la dilución a partes iguales de la bupivacaína al 0.5%). Los volúmenes determinados en los estudios en cadáver y corroborados clínicamente fueron de 1.6 mL/kg para alcanzar T4-T6, 1.4 mL/kg para T10 y 1.2 mL/kg para un nivel de T12 apto para la región perineal. Estos diferentes volúmenes nos proporcionan dosis que equivalen a 4 mg/kg de bupivacaína al 0.25% (igual a 1.6 mL/kg), 3.5 mg/kg equivalente a 1.4 mL/kg y 3 mg/kg para un volumen de 1.2 mL/kg^{2,3}. Posteriormente, se llevó a cabo la determinación de las concentraciones plasmáticas obtenidas al administrar las dosis mencionadas del anestésico local en los diferentes grupos de edades pediátricas manejados clínicamente: neonatos, infantes o lactantes, preescolares (1-4 años) y escolares (4-10 años), lo cual les permitió corroborar que con las dosis clínicamente utilizadas, las concentraciones plasmáticas alcanzadas eran seguras, ya que caían por debajo del nivel tóxico previamente determinado en estudios experimentales en animales. El empleo de la bupivacaína al 0.25% y más recientemente, ropivacaína al 0.2%, en los volúmenes y dosis mencionadas por abordaje caudal del espacio epidural ha permitido administrar esta anestesia para una gran variedad de procedimientos supraumbilicales tales como gastrostomías, piloroplastías, etc. así como para todo tipo de procedimientos infraumbilicales, urológicos y ortopédicos de miembros pélvicos, en miles de casos de todos los grupos de edades pediátricas, sin efectos adversos, complicaciones o secuelas³. En cambio, Armitage, en su publicación de 1985, recomienda 0.5 ml/kg para un bloqueo lumbosacro suficiente para una circuncisión, 1.0 ml/kg para un bloqueo toracolumbar, para la reparación de la hernia inguinal y 1,25ml/kg para un bloqueo torácico medio como para una orquidopexia⁴.

1.2 Consideraciones anatómicas y fisiológicas.

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

bloqueo⁶. 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 dorsal profundo es el ligamento que se perfora para entrar al EP^{5,6}.

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. Así en el momento del nacimiento, la médula termina en L3; al año de edad, ya ha alcanzado el nivel del adulto. La duramadre, usualmente termina en el recién nacido a nivel de S3 y alcanza el nivel del adulto S1, en el segundo año de vida⁶.

La grasa epidural en niños menores de 6 años tiene consistencia semisólida, que facilita que los anestésicos locales se difundan uniformemente²¹.

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^{5,21}.

La distancia entre el hiato sacro y el saco dural puede ser muy corta (de 10 mm), y luego variar entre 20 y 75 mm⁶. El EP caudal, al igual que el lumbar, está ricamente vascularizado y las venas carecen de válvulas; por lo tanto, la inyección intravascular inadvertida puede causar toxicidad sistémica rápidamente. Entre 6 y 7 años, la grasa epidural adquiere mayor densidad por aumento del contenido fibroso, lo que disminuye la dispersión uniforme del anestésico local amino-amida; la indicación más acertada del bloqueo caudal en pediatría es hasta los 6-8 años y hasta los 20 a 30 kg de peso del paciente. El volumen en el EP caudal varía en adultos y niños desde 9.5 a 26.6 ml. En cuanto a la difusión del anestésico local, generalmente se inyecta en la región posterior y se difunde circunferencialmente en dirección a la resistencia mínima del tejido en el eje cráneo-caudal, en el eje interior-lateral y en torno a la dura madre.

1.3 El papel de la Ropivacaína en bloqueo Caudal.

La ropivacaína es un anestésico local introducido a la práctica clínica en 1996. Tiene un perfil semejante al de la bupivacaína, pero con menor efecto neuro y cardiotoxico. Pertenece a la familia de la mepivacaína y es miembro de la clase aminoamida; es un polvo blanco cristalino, químicamente descrito como S-(-)-1 propil-2', 6'- pipercoloxilidida hidrocloreuro monohidrato, con peso molecular de 274 d. La diferencia estructural con la bupivacaína estriba en que el grupo butil está sustituido por un grupo propil y en que se prepara como un isómero S (levoisómero) en lugar de una mezcla racémica, estas diferencias la hacen menos liposoluble y de menor toxicidad. La vida media de ropivacaína después de su administración peridural es de 5-7 horas. Hay estudios que demuestran que ropivacaína comparada con bupivacaína provoca un bloqueo motor menos profundo, de menor duración y con un umbral neurotóxico y cardiotoxico superior, es decir, se necesita mayor dosis y más tiempo para que aparezcan las manifestaciones neurológicas y cardiovasculares.^{8,9} La latencia por la vía peridural es de 10-20 con un promedio de 14 minutos, aunque es ideal esperar 30 minutos para que el bloqueo sea de alta calidad. La duración en promedio del bloqueo sensitivo varía de 1.7 a 3.2 horas, mientras que la del bloqueo motor es de 1.4 a 2.9 horas. En síntesis, comparada con la bupivacaína, la potencia anestésica de ropivacaína es de 1.3 a 1 respectivamente, el bloqueo sensitivo tiene una duración discretamente mayor, produciendo bloqueo motor de menor intensidad y un bloqueo diferencial más adecuado y por lo tanto más sensitivo que motor, lo que facilita una recuperación más rápida, conservando la analgesia⁸.

Las ventajas de no necesitar conservadores ni vasopresores y de poder combinarse con opioides le hacen muy recomendable en bloqueo caudal en pacientes pediátricos. En pacientes de 0 a 12 años se recomienda utilizar las concentraciones más bajas (2 mg/ml o 5 mg/ml), debido a la posible aparición de toxicidad central o sistémica con la administración de las concentraciones utilizadas en adultos^{8,9}.

1.4 Utilidad del Ultrasonido en bloqueo caudal.

El empleo de la ultrasonografía en quirófano, y especialmente de aquellos dispositivos portátiles, se ha mostrado especialmente útil para la práctica clínica de bloqueos regionales en niños. En cualquier caso la ecografía no sólo no supe los conocimientos anatómicos de las estructuras a bloquear sino que obliga al anestesiólogo a un nuevo conocimiento de la anatomía seccional¹⁰.

1.4.1 Principios físicos de los ultrasonidos

El principio básico de la ecografía utilizada en el diagnóstico por la imagen es la emisión mediante un aparato de ecografía de pulsos cortos de ultrasonidos cuyos ecos son reflejados por los tejidos, recogidos por el aparato de ecografía y transformados luego en una imagen. Existen dos tipos de transductores de ultrasonidos: los transductores lineares (y su variante más manejable, el transductor en palo de jockey), que tienen los cristales dispuestos en paralelo y dan una imagen rectangular con buena definición en la superficie, y los transductores sectoriales, en los que las ondas se emiten desde un único punto y divergen luego hacia la periferia, dando una imagen sectorial con buena resolución en profundidad¹⁰. Los ultrasonidos son ondas de sonido con frecuencias superiores al umbral auditivo humano y que van desde 20 kHz hasta 10 Ghz. En medicina, cuando se utilizan los ultrasonidos como método de diagnóstico por la imagen se suelen emplear frecuencias entre 2 y 15 MHz¹⁴.

Así, según las características de la estructura a estudiar, se deben ajustar la frecuencia del transductor, la ganancia del modo 2D y la distancia focal del haz de ultrasonidos¹⁴.

1.4.2 Implicaciones clínicas prácticas de los principios físicos

La significancia clínica práctica de todos estos conceptos se traduce en que: El hueso se visualiza como una línea hiperecoica (blanca) con una sombra acústica

detrás. El líquido (sangre o anestésico local) se visualiza como anecoico (negro) en el modo 2D. Los vasos se visualizan en un plano transversal como una imagen redondeada con líquido en su interior. Los vasos de gran calibre presentan dorsalmente un “refuerzo posterior” (sombra hiperecoica, blanca) producido por el elevado flujo sanguíneo. Las venas son fácilmente colapsables con la presión externa del transductor y las arterias son pulsátiles y, con la excepción de los pacientes neonatales, prácticamente no se colapsan. El aspecto de la mayoría de tejidos (muscular) aparece como una mezcla de imágenes hiper e hipoeoicas (negro y blanco)¹².

En niños, es conveniente utilizar transductores lineales para obtener las mejores imágenes, ya que abarcan más espacios vertebrales, y, a ser posible, con una resolución igual o superior a 10 MHz. El inconveniente de esta técnica es que si bien en recién nacidos (en los cuales el arco posterior es aún cartilaginoso), y en lactantes de dos o tres meses de edad, el aumento de la osificación que de forma progresiva acompaña al crecimiento, hacen que la realización de la técnica sea más difícil. Una posible solución a este problema es el colocar el transductor en posición paramedial¹¹.

1.5 Bloqueo caudal ecoguiado.

1.5.1 Indicaciones y contraindicaciones

Este tipo de bloqueo, puede realizarse bajo anestesia general en plano superficial, o utilizado como técnica anestésica única¹⁵.

a) Indicaciones quirúrgicas:

- Cirugía en la cual existe patología del tracto respiratorio.
- Cirugía en abdomen superior, medio o inferior, que requiera niveles hasta T4.
- Cirugía en región inguinal.

- Cirugía pélvica.
- Cirugía urogenital.
- Cirugía ortopédica en extremidades inferiores.
- Cirugía anal, rectal, o perineal.
- Prematuros con historia de apnea en los que se quiere evitar la apnea posoperatoria.

b) Indicaciones médicas:

- Cirugía de urgencias en pacientes con estómago lleno.
- Estado clínico muy deteriorado.
- Cirugía en pacientes con distrofia miotónica.
- En la diferenciación el diagnóstico y el tratamiento de las afecciones de tipo vascular.

c) Para el tratamiento del dolor:

- Agudo.
- Crónico.
- Intraoperatorio.
- Postoperatorio inmediato y tardío.

CONTRAINDICACIONES DE BLOQUEO CAUDAL PEDIÁTRICO	
Absolutas	Relativas
Rechazo de los padres o el paciente	Cirugía caudal previa
Falta de consentimiento	Anormalidades del SNC
Coagulopatía y/o trombocitopenia	Espina bífida/defectos del tubo neural
Sepsis	Médula espinal anclada
Infección en el sitio de inyección	Escoliosis
	Cambios locales en la piel que pueda estar

Hipovolemia no corregida	asociada con anomalías vertebrales no diagnosticadas
--------------------------	--

1.5.2 Técnica de bloqueo caudal ecoguiado.

Para obtener la imagen de ultrasonido en la línea media se utiliza un lineamiento tanto transversal como longitudinal del transductor. Debe realizarse antes de la colocación de la aguja, para apreciar la anatomía del paciente e identificar el ligamento sacrococcígeo, saco dural, y cauda equina¹⁵.

Se coloca la sonda inicialmente en un plano transversal en el coxis y se escanea en una dirección cefálica, esto ayuda con la identificación de hitos, particularmente durante el entrenamiento en sonoanatomía¹⁶.

Esta vista permite una buena delineación del hiato del sacro, los cuernos sacros se ven lateralmente (como "Jorobas") y el hiato sacro se encuentra en la parte superior de la línea hiperecoica, que representa la membrana sacrococcígea o ligamento y una línea hiperecoica inferior, representa el dorso de la superficie pélvica (base) del sacro¹⁶.

La colocación longitudinal de la sonda entre los cuernos sacros, capturará la superficie dorsal del sacro y el ligamento sacrococcígeo. El hiato sacro se identifica como el espacio hipoeoico localizado entre el dorso del sacro y el lado dorsal de la superficie pélvica del sacro.

Durante o después de la punción de la piel con la aguja, con sonografía transversal se utilizan los planos para confirmar la colocación de la aguja epidural caudal y así observar la propagación del anestésico local dentro del espacio peridural. Esta técnica puede ser particularmente beneficiosa para permitir ajustes en el ángulo de la aguja y así asegurar una longitud adecuada de avance y profundidad de penetración sin colocación intraósea¹⁷.

1.5.3 Evaluación del resultado del bloqueo caudal.

Luego de realizado el bloqueo si se espera unos minutos se puede observar la pérdida de tono del esfínter anal, debido a una disminución de la presión en el canal, también el borramiento de los surcos dérmicos perianales, esto es altamente sensible a la correcta realización de la técnica.

Además se puede evaluar al inicio de la cirugía si hay una descarga neurovegetativa como respuesta al trauma quirúrgico que al estar la zona quirúrgica desafrentada, no debe existir¹⁸.

1.6 Riesgos y complicaciones del bloqueo caudal

El riesgo de complicaciones graves es de 0.2:10.000 en bloqueos caudales¹³. Deben tenerse en mente las características anatómicas de los niños para evitar punciones accidentales de estructuras importantes, no existen procedimientos sin riesgos¹⁹. Dentro de las Complicaciones que se han reportado:

- Inyección fuera de lugar: intravenosa, subcutánea o intratecal
- Perforación rectal
- Retención urinaria
- Hematoma
- Bloqueo ausente o en parches
- Infección
- Hipotensión
- Debilidad/parálisis de la extremidad inferior.²⁰

Por lo tanto, el bloqueo caudal ecoguiado, se ha mostrado útil para evitar el fracaso en la efectividad de la técnica; ya que se puede observar en tiempo real las estructuras anatómicas, el desplazamiento anterior de la dura madre, la turbulencia y dilatación del espacio caudal y así confirmar el sitio de aplicación del anestésico. Existen diversas fórmulas para calcular el volumen de anestésico local administrado en el bloqueo peridural caudal, las dos más utilizadas son las de Melman y Armitage sin embargo, entre ellas existen diferencias entre el volumen administrado para alcanzar el nivel deseado. Este cálculo de volumen es importante, porque una de las principales preocupaciones es la toxicidad en los

pacientes pediátricos, ya que estos son susceptibles a ella en comparación con los adultos; porque la eliminación del medicamento es muy variable, cuentan con espacios peridurales reducidos, volúmenes de distribución menores, barrera hematoencefálica más permeable, y menor concentración de proteínas plasmáticas que dan como resultado altos niveles de fármaco libre que potencian la toxicidad del anestésico local. Por tal motivo, nos formulamos la siguiente pregunta:

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El volumen de Ropivacaína 0.2% calculado por fórmula de Armitage de 1 ml/kg, alcanzará la difusión de T10 correspondiendo a lo calculado con fórmula de Melman de 1.4 ml/kg para bloqueo peridural via caudal guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso sometidos a cirugía electiva en Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI?

3. JUSTIFICACIÓN

El BPD VC es la más popular entre todas las técnicas de anestesia regional en niños, clásicamente se ha realizado mediante referencias anatómicas, para otorgar anestesia y/o analgesia al paciente pediátrico. El cálculo de volumen utilizado para dicho bloqueo es importante ya que una de las principales preocupaciones es la toxicidad en los niños porque son más susceptibles a ella en comparación con los adultos, debido a la variabilidad de eliminación del medicamento, al espacio peridural reducido, volúmenes de distribución menores, barrera hematoencefálica más permeable y menor concentración de proteínas plasmáticas que dan como resultado altos niveles de fármaco libre que potencian la toxicidad del anestésico local. En el grupo de pacientes con peso de 10 a 20 kg existe un comportamiento homogéneo respecto a la difusión de los anestésicos a nivel peridural.

Para alcanzar los segmentos deseados, se realiza un cálculo de volumen de anestésico local descrito por diferentes fórmulas, en el Hospital de Pediatría de CMN Siglo XXI las más utilizadas son las de Melman y Armitage, ambos validados desde 1973 y 1985 respectivamente sin embargo, posterior a una exhaustiva revisión en la literatura médica nacional e internacional, no encontramos estudios que comparen los niveles alcanzados entre estos dos sistemas para determinar cuál es el volumen de Ropivacaína 0.2% óptimo para obtener los niveles deseados.

El US es una herramienta prometedora y atractiva en el área de Anestesiología, que permite la visualización directa de las estructuras anatómicas y del anestésico local dentro del EP en tiempo real, que otorga mayor seguridad y alta tasa de éxito

ante la ejecución del BPD VC, además de ofrecer la ventaja de ser más accesible, y no ser una técnica nociva para el paciente y el personal sanitario (libre de radiaciones ionizantes).

Este estudio permitirá valorar si es factible disminuir el volumen administrado para la anestesia peridural en cirugía electiva, a través del ultrasonido y así disminuir el riesgo de toxicidad, alteraciones hemodinámicas y analgesia adecuada, al comparar el nivel de difusión de Ropivacaína 0.2%, con las fórmulas de Melman (1.4ml/kg) y Armitage (1ml/kg) en pacientes pediátricos con peso de 10 a 20 kg y determinar la dosis óptima en cirugías que se requiera BPD VC en el Hospital de Pediatría de CMN SXXI.

4. HIPÓTESIS ANALÍTICA

La utilización de fórmula de Armitage a 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% alcanzará la difusión de T10 que corresponde con lo calculado por fórmula de Melman de 1.4 ml/kg para bloqueo peridural vía caudal guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso sometidos a cirugía electiva en Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

Determinar si el volumen obtenido a través de la fórmula de Armitage de 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% alcanzará la difusión de T10 que corresponde con lo calculado por fórmula de Melman de 1.4 ml/kg para bloqueo peridural via caudal guiado por ultrasonido en pacientes de 10 a 20 kg de peso sometidos a cirugía electiva en Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

5.2Objetivos específicos:

1. Describir el nivel de difusión de la Ropivacaína 0.2% mediante fórmula de Armitage en el BPD VC guiado por US (en tiempo real) para pacientes entre 10 a 20 kg que se sometan a cirugía electiva en el Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund” del CMN Siglo XXI.
2. Establecer los cambios hemodinámicos medidos a través de TAM, FC, SpO2, Temperatura en dos tiempos (tiempo 0 = basal o ingreso a sala de quirófano y tiempo 1= 15 minutos posterior a BPD VC), en pacientes con peso entre 10 a 20 kg que se sometan a cirugía electiva en el Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund” del CMN Siglo XXI.
3. Determinar las dosis totales de fentanilo intravenoso (mcg/kg/hr) utilizado durante la anestesia con BPD VC guiado por US en pacientes con peso

entre 10 a 20 kg, que se sometan a cirugía electiva en el Hospital de Pediatría Dr. Silvestre Frenk Freund del CMN siglo XXI.

4. Definir datos de toxicidad de Ropivacaína 0.2% (Bradicardia [Menor a percentil 10 para la edad], taquicardia [mayor a percentil 90 para la edad], hipotensión [menor a percentil 10 para la edad], arritmias ventriculares, extrasístoles ventriculares, hipertermia [$>38^{\circ}\text{C}$ ²²) con volúmenes obtenidos a través de las fórmulas de Armitage (1ml/kg) hasta 30 minutos (Tiempo 2) después del BPD VC guiado por US en pacientes con peso entre 10 a 20 kg, que se sometan a cirugía electiva en el Hospital de Pediatría Dr. Silvestre Frenk Freund del CMN siglo XXI.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio: Serie de casos

De acuerdo a las características el estudio se considera:

- Por la maniobra: Descriptivo.
- Por la dirección: Prospectivo.
- Por la información obtenida: Prolectivo
- Por el número de mediciones: Longitudinal
- Por el número de grupos: Único
- Por la institucionalidad: Unicéntrico
- Por el tipo de población: Homodémico.

Universo del trabajo: Pacientes pediátricos con peso de 10 a 20 kg, sometidos a cirugía electiva de primera vez, ASA I a III (Anexo 3), bajo anestesia combinada: bloqueo caudal y anestesia general balanceada en Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI.

2. Criterios de Selección

A) Criterios de inclusión.

- Pacientes pediátricos, ambos géneros, con peso de 10 a 20 kg, sometidos a cirugía con técnica de bloqueo caudal.
- Pacientes con ASA I a III.

B) Criterios de exclusión.

- Pacientes con diagnóstico de MARA, asociación VACTER o cualquier otra patología que involucre malformaciones congénitas de columna.
- Pacientes con inestabilidad hemodinámica o alteraciones previas de temperatura.

C) Criterios de eliminación.

- Padres o tutores legales del paciente que nieguen el consentimiento al procedimiento del BPD VC.
- Petición de los padres de renunciar a su participación del estudio.
- Pacientes que previo al procedimiento del BPD VC presenten alteraciones respiratorias o hemodinámicas asociadas a la anestesia general balanceada (reacciones alérgicas, broncoespasmo, laringoespasmo, desaturaciones) que comprometan a la técnica de BPD VC.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Demográficos: Peso, edad, género

Variables independientes: Cálculo de volumen por fórmula de Armitage

Variables dependientes:

- Hemodinámicas: Presión arterial media, frecuencia cardiaca, saturación de presión de oxígeno, temperatura.
- Dosis analgésica = Tasa de fentanilo.
- Datos de toxicidad: Bradicardia, taquicardia, hipotensión, arritmias ventriculares, extrasístoles ventriculares, hipertermia.
- Nivel de difusión.

Demográficos

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición Indicador
Peso	Fuerza de gravitación universal que ejerce un cuerpo celeste sobre una masa.	Unidad de masa contemplada por el Sistema Internacional de Unidades.	Cuantitativa continua.	Kilogramo (kg)
Edad	Tiempo que ha vivido una persona, o lapso de tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el instante o periodo que se estima de existencia de la misma.	Edad en años y meses a partir de la fecha de nacimiento que se tomara del expediente clínico en el momento de la valoración Preanestésica.	Cuantitativa discreta	Años y meses.
Género	Condición orgánica que distingue a las personas, así como diferencia de	La que se observe según las características fenotípicas del	Cualitativa nominal	Femenino/Masculino

	conducta que distingue a los organismos individuales, según las funciones que realizan en los procesos de reproducción y se dividen en hombres y mujeres.	paciente y por la letra que especifique en los últimos dígitos de la filiación, según la letra "M" para masculino o "F" para femenino.		
--	---	--	--	--

Independiente

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición Indicador
Cálculo de volumen por fórmula de Armitage	Fórmula que correlaciona volumen/peso (ml/kg) para obtener la dosis de anestésico local (Ropivacaína 0.2%) necesario para alcanzar el nivel de difusión deseado en un BPD VC.	Fórmula para calcular la dosis de anestésico local (Ropivacaína 0.2%) para BPD VC, que consiste en 1ml/kg.	Cuantitativa continua.	ml/kg

Dependiente

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición Indicador
Presión arterial media	Es la presión promedio en un ciclo cardiaco completo.	Media aritmética de los valores de las presiones sistólicas y diastólicas, considerando normal para la edad los percentiles de 10 a 90.	Cuantitativa continua discreta.	Milímetros de Mercurio (mmHg)
Frecuencia	Número de	Numero de	Cuantitativa	Latidos por

cardiaca	veces que el corazón se contrae en un minuto	latidos por minuto	continua discreta	minutos (lpm)
Saturación presión de oxígeno	Porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina obtenida por métodos fotoeléctricos	Sé identificará mediante un pulsioxímetro pediátrico	Cuantitativa discreta	Porcentaje (%)
Temperatura	Es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee.	Medida para identificar si nuestro paciente presenta hipotermia (menor a 35°C) o hipertermia (mayor a 38°C)	Cuantitativa continua	Grados centígrados (°C)
Tasa de fentanilo	Relación entre la dosis total, peso del paciente y las horas expuestas al opioide (fentanilo) como dosis analgésica	Dosis total de fentanilo en relación al peso y horas de administración. Se considerará adecuada analgesia de la ropivacaína en el BPD VC cuando se utilice una tasa de fentanilo IV menor a 2 mcg/kg/hr.	Cuantitativa continua	mcg/kg/hr.
Bradycardia	Descenso de la frecuencia cardiaca.	Disminución de la frecuencia cardiaca por debajo del percentil 10 para la edad del paciente.	Cualitativa nominal	Si / No
Taquicardia	Incremento del ritmo de los latidos del corazón.	Aumento de la frecuencia cardiaca por encima del percentil 90 para	Cualitativa nominal	Si/ No

		la edad del paciente.		
Hipotensión	Disminución de la presión que ejerce la sangre al circular por los vasos sanguíneos.	Disminución de la presión arterial por debajo del percentil 10 para la edad.	Cualitativa nominal.	Si/ No
Arritmias ventriculares	Trastorno del ritmo cardíaco causado por señales eléctricas anormales en los ventrículos.	Alteración del ritmo cardíaco expresado en el electrocardiograma como taquicardia ventricular y fibrilación ventricular.	Cualitativa	Si/ No
Extrasístoles ventriculares	Estímulos ectópicos producidos en los ventrículos, que generan una despolarización ventricular prematura.	Expresión del electrocardiograma como complejo QRS ancho, alteraciones en ST y onda T, el cual no precede de onda P, y existe un retardo posterior para la aparición del ritmo basal.	Cualitativa	Si/ No
Hipertermia	Incremento de la temperatura por encima de la temperatura corporal normal.	Aumento de la temperatura corporal por encima de 38°C.	Cualitativa nominal	Si/ No
Nivel de difusión.	Distribución del anestésico local que alcanza un segmento de la médula espinal para cubrir las raíces nerviosas aferentes y eferentes.	Nivel de segmento de la médula espinal alcanzado posterior a aplicación de ropivacaína al 0.2% para el BPD VC medido a través de US	Cualitativa ordinal	1 = <T10 2= T10 3= >T10

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Con previa autorización del Comité local de Ética e Investigación del Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund” de Centro Médico Nacional Siglo XXI; se seleccionaron pacientes que cumplieron los criterios de inclusión dentro del protocolo, observando un día previo la programación de cirugías de quirófano.

Una vez realizada la valoración anestésica de los posibles candidatos, se explicó el protocolo de estudio, riesgos y beneficios del mismo a padres y tutores legales siendo aclaradas las dudas, se solicitó Carta de Consentimiento informado para participación en protocolos de investigación (Anexo 1).

El estudio se llevó a cabo en los quirófanos del Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund” de Centro Médico Nacional Siglo XXI, en procedimientos quirúrgicos electivos de primera vez.

Al ingreso del paciente a quirófano, se colocó monitoreo no invasivo con registro de Tensión Arterial, Electrocardiograma de cinco derivaciones, Pulsioximetría y temperatura, se obtuvieron signos vitales basales al inicio de Anestesia (Tiempo 0= basal), los cuales se registraron en hoja de recolección de datos (ANEXO 2). Todos los pacientes incluidos recibieron el mismo manejo anestésico de la siguiente manera: Inducción intravenosa con analgesia basal fentanilo a 5 mcg/kg, bloqueo neuromuscular Cisatracurio 100 mcg/kg, inductor propofol a 2mg/kg; posterior a histéresis de medicamentos, se realizó laringoscopia directa e intubación orotraqueal. Ventilación mecánica controlada por volumen o presión de acuerdo a las condiciones del paciente. Mantenimiento con Sevoflurano a volúmenes por ciento correspondientes a CAM para edad del paciente (Anexo 7).



FIGURA 1: CANAL CAUDAL OBSERVADO EN PLANO TRANSVERSO POR US.

Posterior a inducción anestésica y aseguración de vía aérea, se colocó paciente en decúbito lateral para colocación de BPD VC guiado por US. Se realizó escaneo previo de la zona caudal utilizando equipo SonoSite M-Turbo con transductor lineal L25x de 13 a 6 MHz, donde se identificaron las distintas estructuras a ese nivel incluida la membrana sacro-coxígea y los cuernos sacros (Figura1).

Asepsia y antisepsia en zona lumbosacra. Con técnica aséptica se escanea nuevamente las estructuras, y con el transductor en el eje longitudinal al sacro se procedió a abordar el espacio caudal en plano con una

aguja 22 G con técnica continua, bajo visión ultrasonográfica se administró el volumen establecido de Ropivacaína 0.2% (1ml/kg), a una velocidad de 1ml por cada 3 segundos, se visualizó el trayecto del anestésico local en espacio peridural (Figura 2) y se registró el nivel máximo en el que llega la difusión del anestésico local (nivel <T10, T10 y >T10).

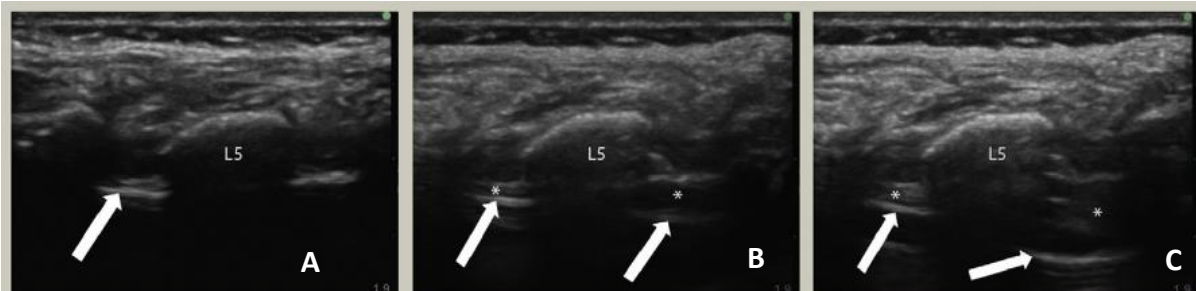


FIGURA 2: CANAL CAUDAL EN PLANO LONGITUDINAL POR US. A) ANTES DE ADMINISTRACIÓN DE AL. B) DURANTE EL PASO DE AL. POR CANAL CAUDAL. C) POSTERIOR A LA ADMINISTRACIÓN DE AL POR CANAL CAUDAL.

Se registraron signos vitales, 15 minutos posteriores al BPD VC (Tiempo 1), 30 minutos posteriores al BPD VC (tiempo 2), consumo de opioides durante el transanestésico (tasa de Fentanilo en mcg/kg/hr), y presencia o ausencia de datos de toxicidad del anestésico local (bradicardia, taquicardia, hipotensión, arritmias ventriculares, extrasístoles ventriculares, hipertermia).

Toda la información se recabó en la hoja de recolección de datos (Anexo 2) para su posterior análisis y publicación de resultados.

Válvulas de seguridad

En caso de que el paciente haya presentado datos de toxicidad por anestésicos locales, se dispuso a administrar emulsión de lípidos de acuerdo a las siguientes dosis: a) 1.5 mL/kg lípidos 20% en bolo, b) infusión de 0.25 mL/kg por minuto, continuando durante al menos 10 minutos después de que la estabilidad circulatoria se alcanza, c) si la estabilidad circulatoria no se hubiera alcanzado, se considera la posibilidad de otro bolo y el aumento de la infusión de 0.5 mL/kg por minuto y d) como dosis máxima 10 mL/ kg por 30 min.

Además se utilizaría el algoritmo de soporte vital avanzado pediátrico de la Asociación Americana del Corazón (AHA) (Anexo 4, 5 y 6). Si las manifestaciones son menos severas, los principios de soporte y monitoría son útiles. La presencia de síntomas cardiovasculares debe hacer pensar en el uso inmediato de emulsiones lipídicas. Los antiarrítmicos son la alternativa de soporte cuando no hay respuesta a las emulsiones o cuando no hay disponibilidad de las mismas.

9. ANALISIS ESTADÍSTICO

El análisis descriptivo se llevó a cabo mediante medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo a la escala de medición de las variables. Para las cualitativas frecuencias simples y porcentajes, mientras que para las cuantitativas media o mediana y desviación estándar o rangos intercuartílicos de acuerdo al tipo de distribución normal o libre respectivamente; para las variables hemodinámicas se utilizó varianza de medidas repetidas, con el paquete estadístico SPSS-24

Tipo de muestreo: No probabilístico

Sistema de recolección de datos: la información se registró en la cédula de recolección de datos (Anexo 2)

Tamaño de muestra:

De acuerdo a la fórmula de tamaño muestral para una proporción con población finita y nivel de confianza del 95%, se obtuvo un total de 60 pacientes.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- **N:** Total de población (64)
- **α :** Riesgo (5%)
- **d:** Precisión (3%)
- **p:** Proporción esperada que maximiza el tamaño muestral (0.50)
- **q:** 1-p (50%)
- **Z α :** Valor Z correspondiente al riesgo deseado (1.96)
- **n:** Sujetos necesarios para la muestra (60)

10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo a la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos Título II, Capítulo I, artículo 17 (III. Opinar sobre programas y proyectos de investigación científica y de formación de recursos humanos para la salud) de acuerdo a la última modificación realizada el 15 de enero del 2014 este estudio corresponde a un estudio con **riesgo mínimo** ya que el BPD VC con Ropivacaína 0.2% es una técnica anestésica rutinaria y ampliamente aceptada para los pacientes que se someten a cirugías abdominales, urológicas o de miembros pélvicos, además se utilizó US que permite la visualización directa de las estructuras anatómicas y del anestésico local dentro del EP en tiempo real, que otorga mayor seguridad y alta tasa de éxito en la ejecución del BPD VC.

Este **protocolo** se realizó **en menores de edad** y según la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos Título III, Capítulo III, Artículo 35 se considera **población vulnerable**.

Se sometió a aceptación del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud del Hospital de pediatría Dr. Silvestre Frenk Freund del CMN Siglo XXI de acuerdo a las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumpliendo con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de Investigación. Se incluyó una **carta de consentimiento informado** (Ver ANEXO 1). Para los pacientes el **beneficio** es la realización de un bloqueo caudal ecoguiado, que confirma el sitio de aplicación del anestésico para evitar lesiones en las estructuras anatómicas del paciente, y administración de anestésico local a volúmenes bajos que disminuyó el riesgo de toxicidad en los pacientes que fueron estudiados.

Los **riesgos** son los inherentes a un BPD VC, Inyección fuera de lugar, perforación rectal, retención urinaria, hematoma, bloqueo ausente o en parches, infección y datos de toxicidad por anestésico local (presencia de bradicardia, taquicardia, hipotensión, arritmias ventriculares, extrasístoles ventriculares, hipertermia).

Actualmente lo ético es que el investigador no haya sido quién pida el consentimiento informado, porque se considera coercitivo en el presente estudio la recolección de firmas en el área preanestésica, para el consentimiento informado de los padres o tutores.

Se hizo la invitación a participar en el estudio dando toda la información necesaria para aclarar las dudas acerca de la investigación, los riesgos y beneficios derivados de la participación.

Toda la información obtenida se mantuvo de manera confidencial y solo para los fines correspondientes al estudio.

Así también este estudio se apegó a los principios éticos que están recogidos implícitamente en la gran mayoría de las recomendaciones para la investigación clínica con seres humanos. La primera de estas recomendaciones fue el Código de Núremberg de 1947 seguido de los códigos de la Asociación Médica Mundial, en concreto la Declaración de Ginebra de 1948 y la Declaración de Helsinki de 1964, con sus actualizaciones posteriores hasta llegar a la última de 1997.

11. RECURSOS PARA EL ESTUDIO

Recursos Humanos

Investigador principal

Asesores expertos

Médicos anestesiólogos adscritos al servicio de anestesiología pediátrica

Recursos Materiales

Expedientes clínicos

Medicamentos: Ropivacaína 0.2%, todo fármaco se encuentra dentro del cuadro básico del IMSS

Hojas de recolección de datos

Insumos de papelería

Paquete para análisis estadístico SPSS 24.0

Ultrasonido portátil SonoSite M-Turbo con transductor lineal L25x (propiedad de asesor principal, no genera un costo)

Recursos Financieros

No se requiere de un financiamiento ya que se dispone de los recursos materiales y humanos dentro de la institución.

12. RESULTADOS

Se incluyeron 60 pacientes en total que cumplieron con los criterios de inclusión. A continuación se muestran las características demográficas.

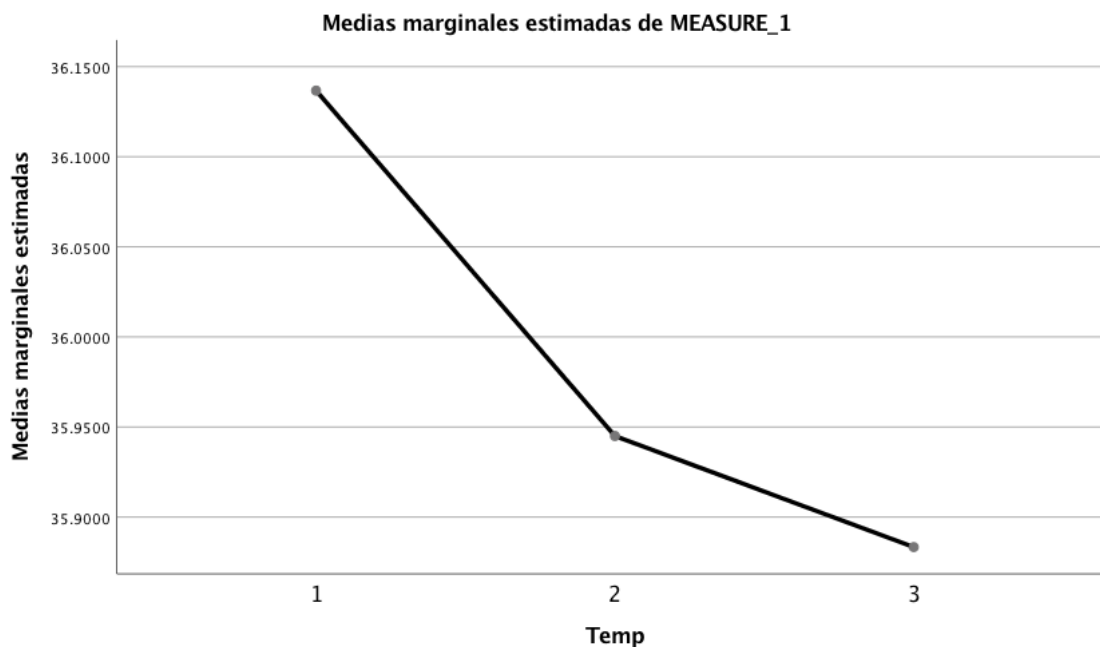
Variables demográficas		
	Media ± DE	IC 95%
Edad (años)	2.6 ± 1.42	2.23 - 2.97
Peso	13.8 ± 3.25	13 - 14.62
Talla	90.5 ± 13.51	87 - 94
	n (%)	-
Género		
Femenino	14 (23.3)	-
Masculino	46 (76.7)	
ASA		
I	14 (23.3)	-
II	26 (43.3)	
III	20 (33.3)	

* T student para una muestra-

El comportamiento hemodinámico se muestra a continuación.

Variables hemodinámicas		
	Media ± DE	IC 95%
TAS T0	97.37 ± 9.2	95 - 99
TAD T0	50.75 ± 9.2	48 - 53
FC T0	114 ± 19	108 - 118
Sat O₂ T0	97 ± 1.3	97.1 - 97.7
Temp T0	36.1 ± 0.3	36.07 - 36.2
TAS T1	94.55 ± 7.5	92.6 - 96.5
TAD T1	48 ± 7.4	46 - 50
FC T1	113 ± 19	108 - 118
Sat O₂ T1	98 ± 0.94	98.3 - 98.8
Temp T1	36 ± 0.3	35.8 - 36
TAS T2	93 ± 6.2	91.5 - 94.6
TAD T2	47 ± 6	46.2 - 49.3
FC T2	113 ± 17	108.7 - 117.4

Sat O₂ T2	99 ± 0.85	98.7 – 99.2
Temp T2	35.8 ± 0.34	35.7 – 35.9



Durante el procedimiento anestésico se observaron las siguientes características.

Características del manejo anestésico y eventos adversos		
	Media ± DE	IC 95%
Tasa de Fentanilo	3.21 ± 1.83	2.73 – 3.68
	n(%)	
Nivel alcanzado		
<T10	2 (3.3)	
= T10	20 (33.3)	-
> T10	38 (63.3)	
Bradicardia	0	-
Taquicardia	0	-
Hipotensión n (%)	1 (1.7)	-
Arritmias	0	-
Extrasístoles	0	-

13. DISCUSIÓN

El BPD VC, es la técnica más popular en anestesia y analgesia regional pediátrica; clásicamente se ha realizado mediante referencias anatómicas, sin embargo, con la llegada del ultrasonido, se ha mostrado la disminución de fracasos otorgando mayor efectividad; ya que se puede observar en tiempo real las estructuras anatómicas, el desplazamiento anterior de la dura madre, la turbulencia y dilatación del espacio caudal y así confirmar el sitio de aplicación del anestésico.

Existen diversas fórmulas para calcular el volumen de anestésico local administrado en el bloqueo peridural caudal, las dos más utilizadas son las de Melman y Armitage sin embargo, entre ellas existen diferencias entre el volumen administrado para alcanzar el nivel deseado.

El propósito de este estudio es valorar si es factible disminuir el volumen administrado para la anestesia peridural en cirugía electiva, a través del ultrasonido determinando si el volumen obtenido a través de la fórmula de Armitage de 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% alcanzará la difusión de T10 que corresponde con lo calculado por fórmula de Melman de 1.4 ml/kg para bloqueo peridural via caudal guiado por ultrasonido y así poder disminuir el riesgo de toxicidad, alteraciones hemodinámicas y obtener analgesia adecuada.

En este estudio serie de casos, se incluyeron pacientes pediátricos con peso de 10 a 20 kg, sometidos a cirugía electiva de primera vez, ASA I a III, bajo anestesia combinada: bloqueo caudal y anestesia general balanceada en Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI. En ellos se visualizó por medio de US el trayecto del anestésico local en espacio peridural y se registró el nivel máximo en el que llega la difusión del anestésico local (nivel <T10, T10 y >T10).

Se obtuvo una muestra de 60 pacientes, con una media de edad de 2.6 años, peso de 13.8 kg, y talla 90.5 cm. De los cuales 76.7 % correspondieron al género masculino y 23.3% al femenino. De acuerdo a su valoración preanestésica se otorgó un riesgo anestésico ASA I a 14 pacientes, ASA II a 26 pacientes y ASA III 20 pacientes.

Por las mediciones en signos vitales en los 3 tiempos no encontramos diferencia significativa en la variabilidad de las tendencias hemodinámicas, por lo que se comprueba la seguridad del bloqueo caudal guiado por ultrasonido.

De acuerdo al nivel de difusión de anestésico local en vía caudal, 38 pacientes (63.3%) alcanzó un nivel más alto que T10, 20 pacientes (33.3%) su nivel de difusión correspondió a T10, y 2 pacientes (3.3%) obtuvo nivel más bajo a T10. Por lo que nos indica que la utilización de fórmula de Armitage a 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% logró alcanzar la difusión a un nivel igual y mayor a T10 que corresponde con lo calculado por fórmula de Melman de 1.4 ml/kg.

La tasa de fentanilo obtenido al final de la cirugía, tuvo una media de 3.21 mcg/kg/hr; lo que indicaría que hubo adecuada analgesia en estos pacientes. Dentro de los efectos adversos que podemos encontrar en un bloqueo caudal, sólo un paciente mostró hipotensión posterior a la administración de anestésico local por vía caudal; se siguió las válvulas de seguridad para este paciente, logrando establecer su estabilidad hemodinámica. Ningún paciente presentó bradicardia, taquicardia, extrasístoles y arritmias ventriculares.

14. CONCLUSIONES

El utilizar la fórmula de Armitage a 1ml/kg de Ropivacaína 0.2% se puede alcanzar niveles de difusión de T10 o incluso mayores, a los comparados con el cálculo de la fórmula de Melman a 1.4 ml/kg; por lo que concluimos que a menor volumen de anestésico local podemos otorgar adecuada analgesia posoperatoria, estabilidad hemodinámica y seguridad en cuanto a la toxicidad y efectos adversos del anestésico local.

15. BIBLIOGRAFIA

1. T.C.K. Brown. History of pediatric regional anesthesia. *Pediatric Anesthesia* 2012 ISSN 1155-5645
2. Melman E, Arenas JA, Tandazo WE. Caudal anesthesia for pediatric surgery. An easy and safe method for calculating dose requirements. *Anesthesiology* 1985;63:3A,463
3. Melman E, Penuelas J, Marrufo J. Regional anaesthesia in children. *Anesth Analg* 1975; 54: 387–390.
4. Armitage EN. Caudal block in children. *Anaesthesia* 1979; 34: 396
5. Ríos Medina A, Caicedo S. Regional anesthesia in pediatrics. Non-systematic literature review. Elsevier 2015. Volumen 43.
6. Adewale L, Dearlove O, Wilson B. The caudal canal in children: a study using magnetic resonance imaging. *Paediatric Anaesthesia*. 2000. 10: 137-141.
7. Seokyung Shin, Ji Young Kim, Won Oak Kim. Ultrasound Visibility of Spinal Structures and Local Anesthetic Spread in Children Undergoing Caudal Block. *Med Biol*. 2014 Nov;40(11):2630-6.
8. Walid Habre, Bergesio Ricardo, Johnson Chris. Pharmacokinetics of ropivacaine following caudal analgesia in children. *Pediatric Anesthesia*. Diciembre 2001. Volumen 10. Pag. 143-147.
9. Bosenberg A, Thomas J, Lopez T, The efficacy of caudal ropivacaine 1,2 and 3 mg/ml for postoperative analgesia in children. *Paediatric Anaesthesia* 2002. 12: 53-58.
10. Wang LZ, Hu XX, Zhang YF, Chang XY. A randomized comparison of caudal block by sacral hiatus injection under ultrasound guidance with traditional sacral canal injection in children. *Paediatr Anaesth*. 2013 May; 23(5):395-400.
11. Erbüyün K, Açıkgöz B, Ok G, Yılmaz Ö. The role of ultrasound guidance in pediatric caudal block. *Saudi Med J*. 2016 Feb; 37(2):147-50.
12. Sheng-Chin Kao and Chia-Shiang Lin. Caudal Epidural Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *BioMed Research International*. 2017.
13. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courreges P and members of ADARPEF. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French Language Society of

Pediatric Anesthesiologists (ADARPEF). *Pediatric Anesthesia* 2010;20:1061-1069.

14. Doo AR, Kim JW, Lee JH, Han YJ, Son JS. A Comparison of Two Techniques for Ultrasound-guided Caudal Injection: The Influence of the Depth of the Inserted Needle on Caudal Block. *Korean J Pain*. 2015 Apr; 28(2):122-8.
15. Tsuchiya M, Kyoh Y, Mizutani K, Yamashita J. Ultrasound-guided single shot caudal block anesthesia reduces postoperative urinary catheter-induced discomfort. *Minerva Anestesiol*. 2013 Dec;79(12):1381-8.
16. Stephen A, Galvez I. Ultrasound assessment of caudal catheter position in infants. *Pediatric Anesthesia*. Mayo 2005. Vol. 15. Pag. 429-432.
17. Beltrán Franco, Pelaez Hernández. Caudal anesthesia ultrasound-guided continuous flow in patient 4 years. *Rev. Soc. Esp. Dolor* vol.20 no.1 Madrid Febrero, 2013.
18. Yoon-Jung Shon, Jin Huh. Comparison of saddle, lumbar epidural and caudal blocks on anal sphincter tone: A prospective, randomized study. *Journal of international Medical Research*. Octubre 2016. 44(5): 1061-1071.
19. Vieira da Costa, Rodriguez R, Barretto Carmo. Complicaciones y secuelas neurológicas de la anestesia regional realizada en niños bajo Anestesia general. ¿Un problema real o casos esporádicos?. *Revista Brasileira de Anestesiologia* Vol. 56, No 6, Noviembre-Diciembre, 2006.
20. M. H. Kim, Y. J. Im, H. K. Kil Impact of caudal block on postoperative complications in children undergoing tubularised incised plate urethroplasty for hypospadias repair: a retrospective cohort study. *Pediatric Anesthesia*. 2016. Volumen 71.
21. Cánovas Martínez L, Domínguez García M, Fernández Gil A, et al. Analgesia epidural torácica en el postoperatorio de la cirugía pediátrica reparadora del pectus excavatum y del pectus carinatum. *Rev Esp Anest Reanim* 1998; 45: 4.148-52
22. S. Suresh, K. Schaldenbrand, B. Wallis, G.S. De Oliveira Jr. Regional anaesthesia to improve pain outcomes in paediatric surgical patients: a qualitative systematic review of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.*, 113 (2014), pp. 375-390

16. ANEXOS

Anexo 1



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
Coordinación de Investigación en Salud
Comisión Nacional de Investigación Científica
Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI
Servicio de Anestesiología Pediátrica.
Carta de Consentimiento Informado

NIVEL DE DIFUSIÓN DE ROPIVACAÍNA 0.2% CALCULADO POR FÓRMULA DE ARMITAGE A 1ML/KG EN BLOQUEO PERIDURAL GUIADO POR ULTRASONIDO EN PACIENTES DE 10 A 20 KG DE PESO

Estamos invitando a su hijo (a) a participar en un estudio que se llevará a cabo en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, el cual tiene como propósito observar hasta que nivel de la columna llega el líquido que contiene un medicamento que se administra por medio de una técnica que se llama bloqueo peridural caudal y que se usa en todos los niños que tienen las mismas condiciones que su hijo(a). El nivel al que llega el líquido se observará por medio de un aparato que emite una imagen en una pantalla (ultrasonido) que se obtiene al tener contacto con la piel de la espalda baja.

Su hijo (a) ha sido invitado a participar en este estudio ya que cumple con las características necesarias que son el diagnóstico, la edad y la cirugía, por lo que pensamos que es candidato para participar en este proyecto.

Al igual que su hijo, 63 personas más de este hospital serán invitadas a participar. La participación de su hijo es completamente voluntaria. Por favor lea la información que le proporcionamos, y haga las preguntas que desee antes de decidir si desea o no participar.

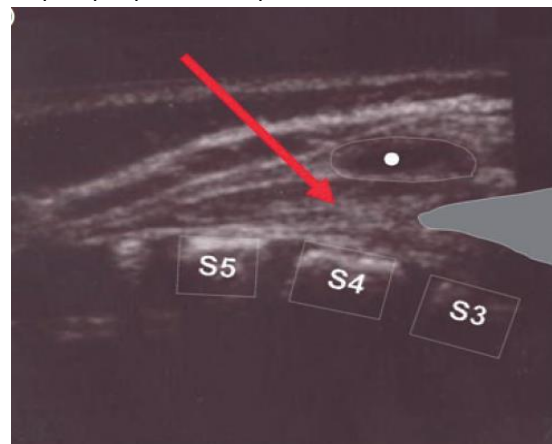
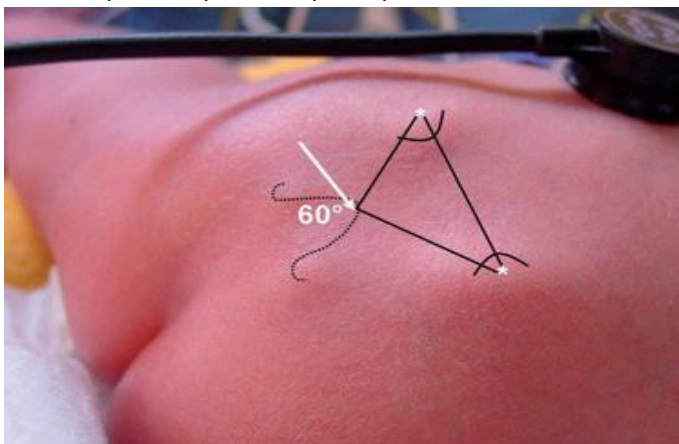
Si usted acepta la participación de su hijo(a) en el estudio se realizará lo siguiente:

El día de la cirugía en quirófano el médico especialista en anestesiología encargado colocará aparatos para medir los signos vitales. Los medicamentos de anestesia que harán que su hijo(a) se duerma, serán administrados por la vena. Al quedar dormido se le colocará al paciente un tubo por la boca que llegará a la tráquea y por medio del cual se ventilarán los pulmones el tiempo que dure la cirugía.

Una vez que el paciente se encuentre dormido, se colocará la técnica de anestesia que se usa comúnmente para este tipo de pacientes que se llama bloqueo caudal guiado por un aparato que emite imágenes en una pantalla (ultrasonido) por medio del cual se observará en todo momento la columna vertebral hasta observar la colocación, recorrido y alcance del líquido que contiene el medicamento de anestesia. Este aparato se coloca en contacto con la piel y no duele.

Para explicarle cómo se coloca el aparato, le enseñamos el siguiente dibujo que muestra donde se aplica el medicamento y cómo se ve en la pantalla del aparato que se usará.

Cualquier complicación que se presente será atendida en el hospital por personal capacitado.



Riesgos: Los relacionados con la aplicación de la anestesia que pueden ser lesión en estructuras cercanas al espacio peridural y toxicidad del anestésico local (es un tipo de reacción del cuerpo al medicamento y que el anestesiólogo cuenta con todos los conocimientos y aparatos para solucionarlo).

En caso de que el dolor por la operación no se controle de forma adecuada con el bloqueo caudal, se administrará un fármaco por la vena en la dosis y las veces que sean necesarias.

Beneficios: no serán directamente en los pacientes que participen en el estudio, ya que se observarán a futuro con otros pacientes, donde podríamos determinar si con menor dosis de medicamento anestésico podemos llegar a los niveles deseados de la columna vertebral.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Si usted decide no participar, seguirá recibiendo la atención médica brindada por el IMSS, se le ofrecerán los procedimientos establecidos dentro de los servicios de atención médica del IMSS. Es decir, que si usted no desea participar en el estudio, su decisión, no afectará su relación con el IMSS y su derecho a obtener los servicios de salud u otros servicios que recibe del IMSS.

Si en un principio desea participar y posteriormente cambia de opinión, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento. El abandonar el estudio en el momento que quiera no modificará de ninguna manera los beneficios que usted tiene como derechohabiente del IMSS. Para los fines de esta investigación sólo utilizaremos la información que usted nos ha brindado desde el momento en que acepto participar hasta el momento en el cual nos haga saber que ya no desea participar.

La información que nos proporcione que pudiera ser utilizada para identificarla/o (como su nombre, teléfono y dirección) será guardada de manera confidencial y por separado al igual que sus respuestas a los cuestionarios y los resultados de sus pruebas clínicas, para garantizar su privacidad.

El equipo de investigadores y las personas que estén involucradas en el cuidado de su salud sabrán que usted está participando en este estudio. Sin embargo, nadie más tendrá acceso a la información que usted nos proporcione durante su participación en este estudio, al menos que usted así lo desee. Sólo proporcionaremos su información si fuera necesario para proteger sus derechos o su bienestar (por ejemplo si llegara a sufrir algún daño físico o si llegara a necesitar cuidados de emergencia), o si lo requiere la ley.

Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, por ejemplo, no se dará información que pudiera revelar su identidad. Su identidad será protegida y ocultada. Para proteger su identidad le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos, y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

Si tiene preguntas o quiere hablar con alguien sobre este estudio de investigación puede comunicarse con la Dra. Myriam Nenetzin García Leal, que es la investigadora responsable del estudio, al teléfono 55 6792 4326, o en el servicio de Anestesiología del Hospital de Pediatría CMN SXXI. Si usted tiene dudas o preguntas sobre sus derechos al participar en un estudio de investigación, puede comunicarse con los responsables de la Comisión de Ética en Investigación del Hospital de Pediatría en Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: comision.etica@imss.gob.mx.

Declaración de consentimiento informado Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído (o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me han dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato.

Al firmar este formato estoy de acuerdo en participar en la investigación que aquí se describe.

Nombre y firma del padre o tutor

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1

Testigo 2

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre, dirección, relación y firma

Clave: 2810-009-013

Anexo 2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre: _____ NSS: _____

Edad: _____ genero: _____ Peso: _____ Talla: _____

Diagnóstico: _____

Cirugía programada: _____

Cirugía realizada: _____

ASA: _____

	PAM	FC	SpO2	Temp
Basales (Tiempo 0)				
15 min. posterior a BPD VC (Tiempo 1)				
30 min posterior a BPD VC (Tiempo 2)				

VOLUMEN CALCULADO	ml/kg	HIPOTENSIÓN	SI NO
NIVEL ALCANZADO	1 = <T10 2= T10 3 = >T10	ARRITMIAS VENTRICULARES	SI NO
BRADICARDIA	SI NO	EXTRASISTOLES VENTRICUARES	SI NO
TAQUICARDIA	SI NO	TASA DE FENTANILO	mcg/kg/hr

Anexo 3.

American Society of Anesthesiologists (ASA)

Clasificación de riesgo anestésico de acuerdo al estado físico del paciente, circunstancias que pueden afectar las decisiones sobre el riesgo perioperatorio y el manejo.

ASA 1.- Paciente sano sin alteraciones físicas ni metabólicas.

ASA 2.- Paciente con enfermedad sistémica controlada, con alteración leve a moderada. También se incluyen los pacientes menores de 1 año de edad.

ASA 3.- Paciente con enfermedad sistémica severa,

ASA 4.- Paciente con trastornos severos, con peligro constante para la vida

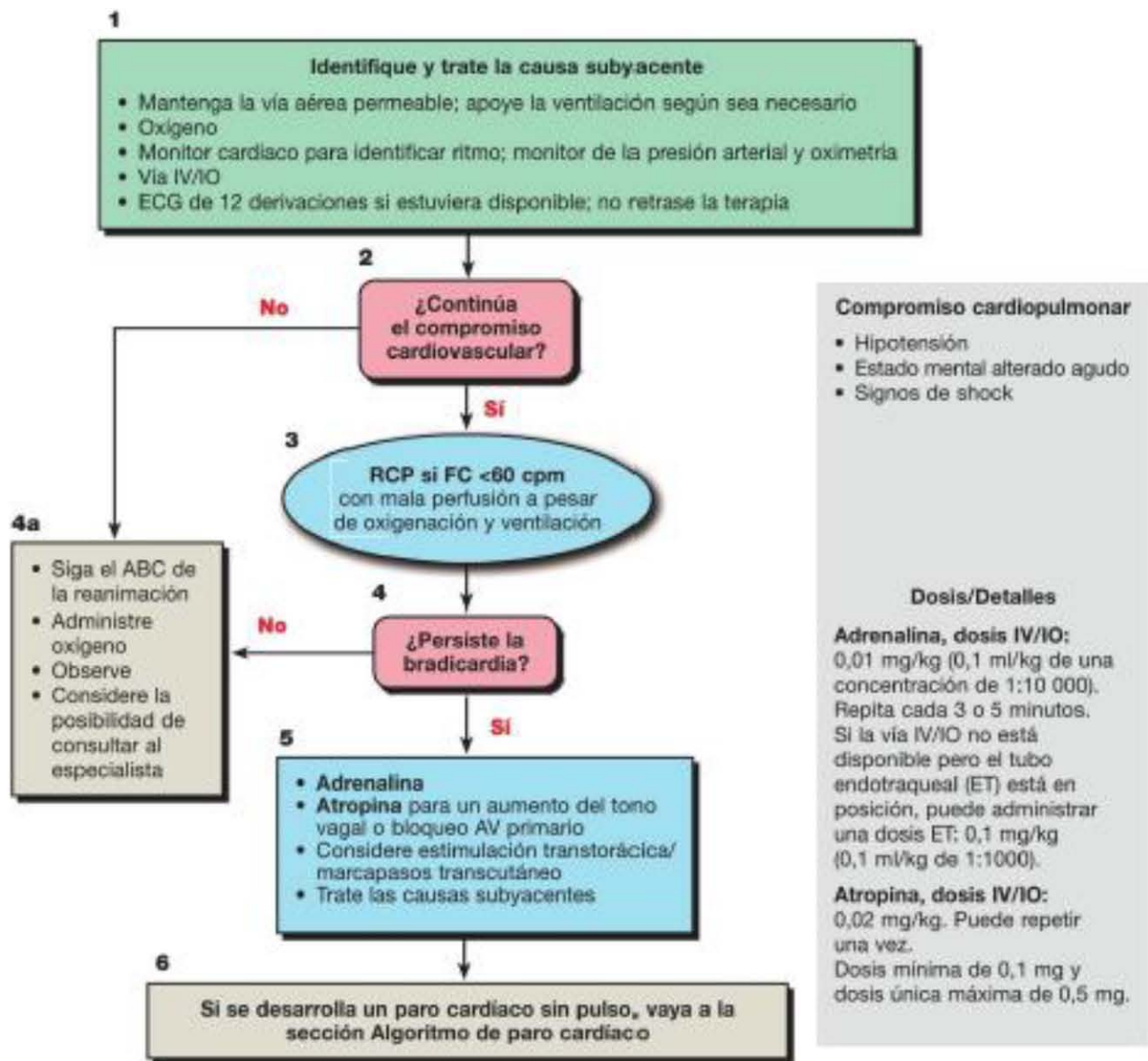
ASA 5.- Paciente moribundo con pocas expectativas de vida en las próximas 24hrs, sea ó no intervenido quirúrgicamente.

ASA 6.- Paciente con muerte cerebral, posible donador cadavérico.

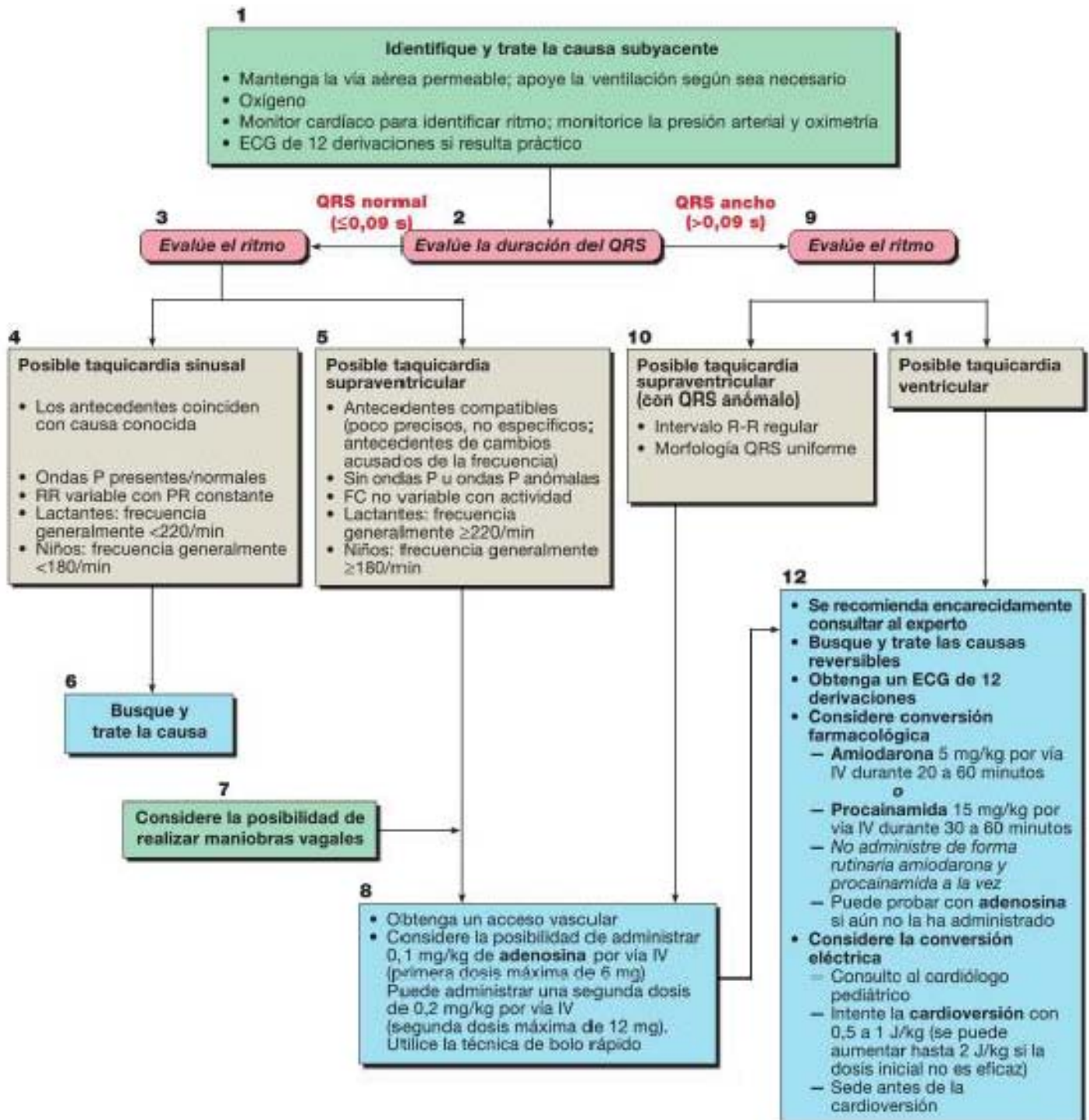
La clasificación del estado físico de la ASA, desarrollada para proporcionar una terminología común y facilitar la recopilación de datos estadísticos, fue comunicada originalmente por Saklad en 1941.

Anexo 4

Algoritmo de bradicardia pediátrica con pulso y mala perfusión.

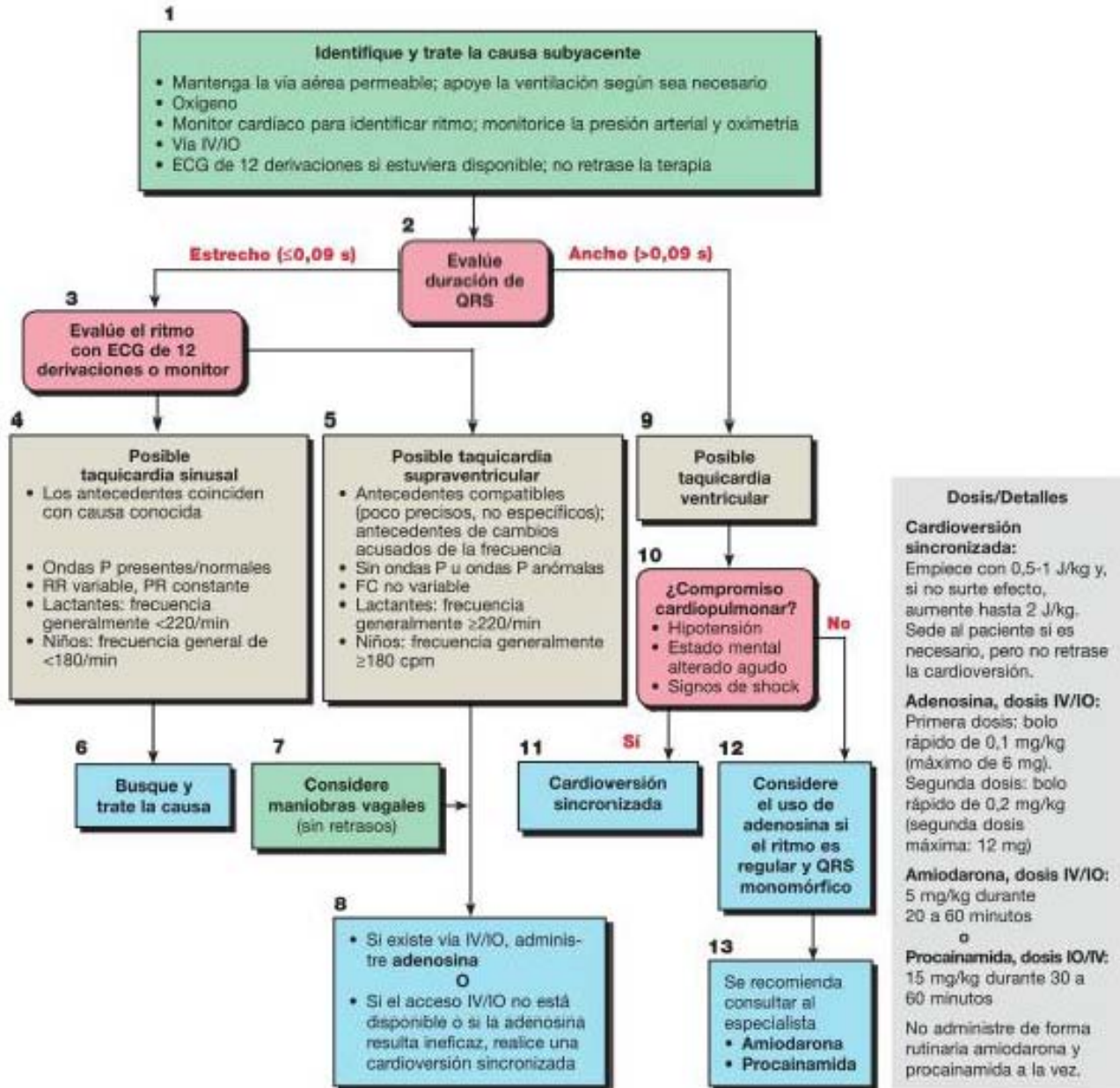


Anexo 5
 Algoritmo de taquicardia pediátrica con pulso y perfusión adecuada.



Anexo 6

Algoritmo de taquicardia pediátrica con pulso y mala perfusión.



Anexo 7

Valores de CAM (concentración alveolar mínima) para adultos y pacientes pediátricos según la edad

Valores de CAM para pacientes adultos y pediátricos según la edad

Edad (años)	Sevoflurano en oxígeno	Sevoflurano en 65% óxido nitroso/35% oxígeno
0 - 1 mes*	3,3%	---
1 - < 6 meses	3%	---
6 meses - < 3 años	2,8%	2% @
3 - 12	2,5%	---
25	2,6%	1,4%
40	2,1%	1,1%
60	1,7%	0,9%
80	1,4%	0,7%

* Recién nacidos a término. La CAM en niños prematuros no ha sido determinada.

@ En pacientes de 1 - <3 años de edad se utilizó 60% de óxido nitroso/40% de oxígeno.