



## **Centenario Hospital Miguel Hidalgo**

### **Universidad Autónoma de Aguascalientes**

#### **Especialidad de Anestesiología**

Experiencia preliminar de Bloqueo peridural cervicotorácico C7- T1 más sedación con Midazolam (100 mcg/kg) para cirugía oncológica de mama en el Hospital Centenario Miguel Hidalgo.

#### **Tesis para obtener el grado de Especialista en Anestesiología**

Presenta:

Dr. Juan Alejandro Martínez Avilés.

Médico residente de anestesiología CHMH

Asesores médicos:

Dra. María de la Luz Torres Soto.

Médico adscrito del CHMH, Profesor titular del posgrado de Anestesiología CHMH.

Dr. Miguel Ángel Montes de Oca Barajas.

Médico adscrito de Anestesiología CHMH.

Dr. Hugo Moreno Castanedo

Médico Cirujano Oncólogo UAA.

**Aguascalientes, Aguascalientes.**

**Enero 2012.**



**DR. FELIPE DE JESUS FLORES PARKMAN SEVILLA**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Paul Lopez Chavez".

**DR. PAUL LOPEZ CHAVEZ**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGIA.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Maria de la Luz Torres Soto".

**DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

JUAN ALEJANDRO MARTÍNEZ AVILÉS  
ESPECIALIDAD ANESTESIOLOGÍA  
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis Titulado:

**“EXPERIENCIA PRELIMINAR DE BLOQUEO PERIDURAL CERVICOTORÁCICO C7- T1 MÁS SEDACIÓN CON MIDAZOLAM (100 MCG/KG) PARA CIRUGÍA ONCOLÓGICA DE MAMA EN EL HOSPITAL CENTENARIO MIGUEL HIDALGO.”**

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:  
**Especialista en Anestesiología**

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**  
Aguascalientes, Ags., 18 de Enero de 2012.

**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

c.c.p. C. P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar  
c.c.p. Archivo

Aguascalientes, Ags. 16 de Enero de 2012

**DR CARLOS A. DOMINGUEZ REYES  
SECRETARIO TECNICO DEL SUBCOMITE DE INVESTIGACION Y ETICA  
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

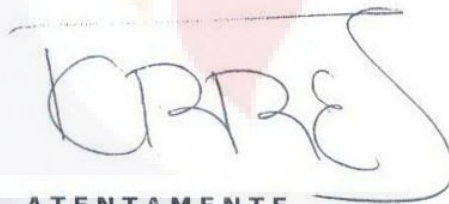
**Estimado Dr Domínguez:**

En respuesta a la petición hecha al Dr Juan Alejandro Martínez Avilés, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

***“Experiencia preliminar de Bloqueo peridural cervicotorácico C7- T1 más sedación con Midazolam (100 mcg/kg) para cirugía oncológica de mama en el Hospital Centenario Miguel Hidalgo”***

Me permito informarle que una vez leído el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado por el Subcomité y encuadrado como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.



**ATENTAMENTE**

**Dra María de la Luz Torres Soto  
Profesora Titular del Posgrado en Anestesiología  
Asesor de Tesis  
Centenario Hospital Miguel Hidalgo**

c.c.p. Jefatura de Enseñanza e Investigación.CHMH  
c.c.p. Archivo





DR. RAUL FRANCO DIAZ DE LEON  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
P R E S E N T E

En atención a su atenta invitación para participar como Asesor de la Tesis para obtener el grado de Especialista en Anestesiología del DR. JUAN ALEJANDRO MARTINEZ AVILES, Médico Residente del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, con el Tema: *Experiencia preliminar de Bloqueo peridural cervicotoracico C7-T1 más sedación con Midazolam (100 mcg/kg/) para cirugía oncológica de mama.*, comento a usted que el trabajo ha culminado satisfactoriamente y estamos preparando el artículo para su próxima publicación en la Revista Lux Médica.

Anexo resumen de la Tesis y sin otro particular de momento, agradezco su confianza para este tipo de trabajo que enriquece nuestra labor docente.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., Enero 23, 2012.

DR. HUGO MORENO CASTANEDO  
PROF. INV. DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA.

C: M.C.M. Luis Fernando Barba Gallardo, Secretario de Investigación y Posgrado C. C. de la Salud  
Dr. Carlos A. Dominguez Reyes, Secretario Técnico del Subcomité de Investigación y Etica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo  
Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman, Jefe de Enseñanza e Inv. Del C. Hospital Miguel Hidalgo  
Dr. Jorge Prieto Macías, Jefe del Departamento de Medicina.  
Interesado

ylm.

## RESUMEN

### **Experiencia preliminar de Bloqueo peridural cervicotorácico C7- T1 más sedación con Midazolam (100 mcg/kg) para cirugía oncológica de mama en el Hospital Centenario Miguel Hidalgo.**

Presenta: Dr. Juan Alejandro Martínez Avilés. Asesores: Dra. María de la Luz Torres Soto, Dr. Miguel Ángel Montes de Oca Barajas, Dr. Hugo Moreno Castanedo.

**Introducción:** El bloqueo epidural es uno de los procedimientos más útiles y versátiles de la anestesiología moderna.<sup>3</sup> Los términos epidural, extradural y peridural son sinónimos.<sup>22</sup> El bloqueo epidural cervical se realiza en la región anatómica del cuello, entre las apófisis espinosas de C5 – T1<sup>2,3,4,6</sup>; siendo apropiado incluir bloqueos epidurales torácicos altos realizados entre T1-T3, ya que los medicamentos inyectados a este nivel pueden difundir hacia la región cervical<sup>20</sup>. La anestesia cervical epidural es útil para cirugía de cuello, las extremidades superiores y las regiones superiores del tórax.<sup>20, 23,24</sup>

**Material y métodos:** se realizó un estudio prospectivo, observacional, longitudinal. Se incluyeron 7 pacientes para cirugía oncológica de mama, las cuales fueron sometidas a bloqueo epidural cervico-torácico, previo consentimiento informado en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. En un periodo de agosto-diciembre del 2011. Se realizó anestesia epidural cervicotorácica con sistema de pérdida de resistencia (Dogliotti o Gutiérrez), colocando catéter epidural (4-5 cm) y

adminstrando Bupivacaína 0.375% en volumen de 10 mililitros, mas infusión intravenosa de Midazolam dosis calculada a 100 mcg/kg.

**Resultados:** Se realizaron 7 bloqueos cervico-torácicos en pacientes femeninos para cirugía oncológica de mama, con previo consentimiento; el promedio de edad fue de 43 años y ASA II-III, el tiempo quirúrgico fue de 92.14 minutos en promedio. No se presentaron incidentes en la técnica. Solo una paciente presentó analgesia quirúrgica insuficiente. En relación a las variables transoperatorias solo una paciente, presentó hipotensión (60/40 mmHg) y bradicardia (45 latidos por min). Se revirtió inmediatamente esta condición clínica.

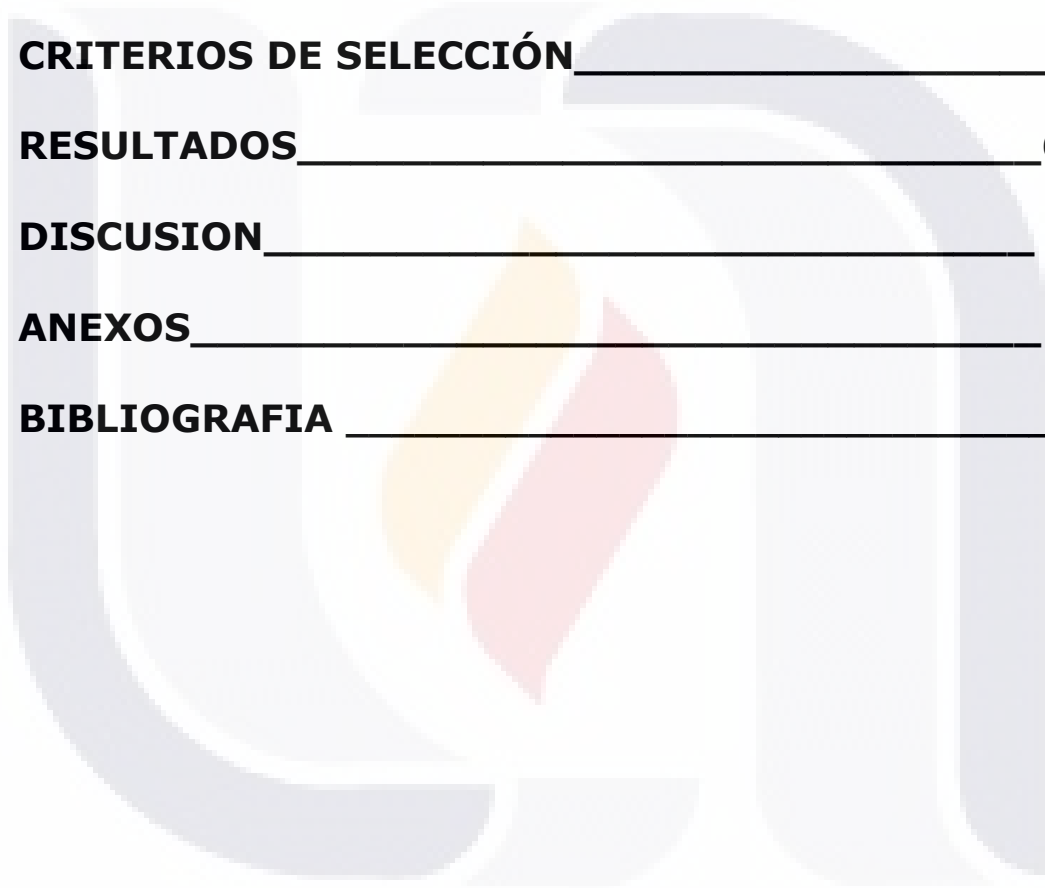
**Discusión:** Pocos anestesiólogos practican esta técnica en todo el mundo. Algunos anestesiólogos tienen poca experiencia, habilidad y confianza<sup>20</sup>. Los que practican esta técnica están de acuerdo que es una técnica factible y las complicaciones serias son raras y cabe señalar que llegan a presentarse con mayor frecuencia como fenómenos espontáneos a una patología, que por el procedimiento anestésico<sup>25</sup>. El bloqueo epidural cervico-torácico es una alternativa para el manejo de estas cirugías oncológicas de mama, aun cuando se administra anestesia general<sup>4</sup>. La promoción de esta técnica por el médico anestesiólogo capacitado es importante para que la difusión del bloqueo cervico-torácico tenga mayor relevancia y que se sea más utilizado en este hospital.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEORICO</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Antecedentes históricos</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Anatomía</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Efectos fisiológicos del bloqueo epidural</b>	<b>26</b>
<b>2.4. Técnica de bloqueo cervical epidural</b>	<b>30</b>
<b>2.5. Indicaciones, aplicaciones y contraindicaciones</b>	<b>36</b>
<b>2.6. Complicaciones relacionadas con técnica de bloqueo epidural en la región cervical</b>	<b>40</b>
<b>2.7. Farmacología de los anestésicos locales</b>	<b>44</b>
<b>2.8. Sedación-analgesia durante la anestesia local y regional</b>	<b>57</b>



<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>61</b>
<b>4. JUSTIFICACION</b>	<b>61</b>
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>62</b>
<b>6. TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>63</b>
<b>7. MATERIAL Y METODOS</b>	<b>63</b>
<b>8. CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>65</b>
<b>9. RESULTADOS</b>	<b>68</b>
<b>10. DISCUSION</b>	<b>73</b>
<b>11. ANEXOS</b>	<b>76</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>77</b>



## INDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Estrutura ósea de la columna vertebral \_\_\_\_\_ 6

**Figura 2.** Esquema anatómico de las vértebras C4-C7: vista superior \_\_\_\_\_ 7

**Figura 3.** Esquema de la columna cervical, en su estructura ósea desde C2 a T1. \_\_\_\_\_ 8

**Figura 4.** Esquema anatómico del espacio cervical epidural, corte transversal \_\_\_\_\_ 9

**Figura 5.** Esquema anatómico de meninges y médula espinal. Vista anterior \_\_\_\_\_ 10

**Figura 6.** Representación esquemática de una neurona \_\_\_\_\_ 18

**Figura 7.** Esquema de la estructura de una haz nervioso \_\_\_\_\_ 20

**Figura 8.** Dermatomas (sexo femenino). Área de la piel inervada por la raíz dorsal (sensitiva) del nervio espinal \_\_\_\_\_ 23

**Figura 9.** A. Vista lateral de la columna cervical en posición neutral. B, vista lateral de la columna cervical flexionada \_\_\_\_\_ 25

**Figura 10.** Técnica de Gota suspendida de Gutiérrez \_\_\_\_\_ 31

**Figura 11.** Palpación del espacio intervertebral C6-C7 con movimiento de balanceo superior e inferior. B, palpación del C6-C7 con movimiento de balanceo lateral \_\_\_\_\_ 32

**Figura 12.** Técnica de pérdida de resistencia. A. posición aguja y mano para la técnica en la región cervical B. Repentina pérdida de la resistencia \_\_\_\_\_ 33

**Figura 13.** Ligamentos de la línea media del espacio epidural cervical. A, Aguja en el ligamento supraespinoso. B, Aguja en el ligamento interespinoso. C, Aguja en el ligamento amarillo. D,

aguja a través del ligamento cervical con pérdida de la resistencia\_\_\_\_\_34

**Figura 14.** Colocación de catéter epidural a nivel cervical-torácico. C7-T1\_\_\_\_\_ 35

**Figura 15.** Representación esquemática de la estructura mielínica a nivel de los nodos de Ranvier \_\_\_\_\_ 46

**Figura 16.** Modelo convencional de sensibilidad al voltaje, la parte del canal que lo detecta se desliza “dentro y fuera” de la membrana \_\_\_\_\_ 48

**INDICE DE CUADROS**

**Cuadro 1.** Datos que debemos tener presentes al realizar un bloqueo peridural\_\_\_\_\_25

**Cuadro 2.** Clasificación de las fibras nerviosas\_\_\_\_\_27

**Cuadro 3.** Anestésicos locales para bloqueo epidural\_\_\_\_\_56

**Cuadro 4.** Variables a medir relacionadas a la técnica \_\_\_\_\_70

**Cuadro 5.**Distribución de los resultados según la combinación de las variables posoperatorias inmediatas \_\_\_\_\_72

**INDICE DE GRAFICAS**

**Grafica 1.** Edades promedio\_\_\_\_\_68

**Gráfica 2.** Distribución de acuerdo ASA\_\_\_\_\_69

**Gráfica 3.** Distribución de casos según tiempo quirúrgico\_\_\_\_69

**Gráfica 4.** Distribución de variables posoperatorias inmediatas \_\_\_\_\_72

## **AGRADECIMIENTOS**

**AGRADEZCO EL APOYO Y ENSEÑANZA DE LOS MEDICOS ANESTESIOLOGOS DEL HOSPITAL CENTENARIO MIGUEL HIDALGO, HOSPITAL DE LA MUJER, HOSPITAL GENERAL RINCON DE ROMOS, AGUASCALIENTES. A LOS SERVICIOS MEDICOS DE TERAPIA INTENSIVA Y TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA. ASI COMO A MIS COMPAÑEROS DE RESIDENCIA MEDICA.**



**DEDICATORIA**

**Dedico este trabajo a mis padres, a mi hermano y a mis familiares. Por su apoyo incondicional, amor y confianza.**

**Dr. Juan Alejandro Martínez Avilés.**

## 1. INTRODUCCION

El canal espinal es una región clave en la anestesia neuroaxial ya que su contenido neural es la parte anatomofuncional “intermedia” de las vías del dolor, las cuales se han ido disecando en su estructura, función, e interacciones celulares hasta darnos a conocer sistemas tan interesante como el opioide, adrenérgico, serotoninérgico, GABAérgico, por solo mencionar algunos. Además de su contenido neural, el canal espinal alberga muchos y variados componentes como son el LCR, las meninges, los vasos sanguíneos, algunos ligamentos, el espacio extradural, la membrana peridural, y la grasa extradural.<sup>22</sup>

Los términos epidural, extradural y peridural son sinónimos que se utilizan para referirse a la cavidad o espacio que se localiza entre la duramadre espinal y la pared interna del canal espinal formada por el ligamento amarillo (flavum), el ligamento longitudinal posterior y la membrana peridural.<sup>22</sup>

La anestesia neuroaxial expande de manera importante los recursos para los anestesiólogos, brindando alternativas a la anestesia general cuando es el caso. Pudiéndose usar de manera simultánea con anestesia general o después de la misma como analgesia posoperatoria para el tratamiento del dolor agudo y crónico. Las técnicas neuroaxiales han demostrado ser extremadamente seguras cuando se usan de manera adecuada; sin embargo, sigue existiendo riesgo de complicaciones desde ligero dolor de espalda que se autolimita hasta secuelas neurológicas permanentes e incluso la muerte. Por tanto, el médico debe comprender bien la anatomía implicada, además de estar familiarizado con la farmacología y dosis tóxicas de los medicamentos utilizados, así como usar técnicas asepsia-antisepsia; prever y tratar de inmediato los desequilibrios fisiológicos.<sup>2</sup>



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

El bloqueo epidural es uno de los procedimientos más útiles y versátiles de la anestesiología moderna; es el único que puede colocarse casi a cualquier nivel de la columna vertebral, y de ahí su flexibilidad en la práctica clínica.<sup>3</sup> Es más versátil que la anestesia espinal porque permite al médico proporcionar anestesia y analgesia. Por otra parte, como puede complementarse para usar la anestesia general, los niveles de esta última no tienen que ser tan profundos y, por ende, la evolución del procedimiento es más estable desde el punto de vista hemodinámico y la recuperación es más rápida, además que el control del dolor posoperatorio es mayor.<sup>2, 3</sup>

Muchos estudios han demostrado los beneficios del bloqueo epidural. La anestesia o analgesia epidural puede reducir respuestas fisiológicas adversas a la intervención quirúrgica del tipo de hiperactividad del sistema nervioso autónomo, estrés cardiovascular, degradación de tejido, incremento del índice metabólico, disfunción pulmonar y disfunción del sistema inmunitario. Se ha demostrado, por otra parte, que la analgesia epidural torácica disminuye la incidencia de infarto agudo del miocardio y complicaciones pulmonares posoperatorias, además de que favorece el regreso de la motilidad gastrointestinal sin poner en riesgo líneas de sutura recientes en el tubo digestivo, además reduce la incidencia de la hipercoagulabilidad. En estudios aleatorios bien realizados han demostrado que en comparación con la anestesia general con opioides por vía sistémica el uso perioperatorio de anestesia y analgesia epidurales suele reducir la mortalidad y la morbilidad generales en aproximadamente 30%.

El bloqueo epidural cervical se realiza en la región anatómica del cuello, entre las apófisis espinosas de C5 - T1<sup>2,3,4,6</sup>; siendo apropiado incluir bloqueos epidurales torácicos altos realizados entre T1-T3, ya que las drogas inyectadas a este nivel pueden difundir hacia la región

cervical. Este bloqueo se diferencia de los bloqueos epidurales lumbares en dos aspectos: se realizan por arriba de la médula espinal (L1-L2), al igual que los bloqueos torácicos, el bloqueo abarca las raíces del nervio frénico (C3, C4, C5 y C6), aspectos que son razones de peso para tener cuidado y consideración.<sup>3</sup>

Los bloqueos epidurales cervicales-torácicos altos son técnicamente accesibles de realizar como los bloqueos lumbares. Un principio conocido es utilizar la anestesia epidural segmentaria, realizando el bloqueo epidural en medio de los dermatomas por anestésicos, limitando la difusión proximal y distal de los anestésicos locales a los segmentos que se requieren bloquear.<sup>2, 3, 4,6</sup>

La anestesia cervical epidural es útil para cirugía de cuello, las extremidades superiores y las regiones superiores del tórax. Son una alternativa para el anestesiólogo, por lo que se plantea su utilidad; con la destreza en la colocación de los mismos, es un método útil y seguro que beneficia al paciente de acuerdo al procedimiento quirúrgico.<sup>3</sup>

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes históricos**

En 1891 Quinke describió la anestesia epidural<sup>21</sup>. Desde su introducción en 1901 por Sicard y Cathelin, la anestesia epidural es con mucho la técnica regional más utilizada por los anesthesiólogos de todo el mundo<sup>22</sup>. Se considera como el primer reporte clínico relevante la descripción por Pagés en 1921 sobre la técnica de bloqueo epidural lumbar en el espacio paramedial; el primero en describir la técnica del bloqueo epidural en la región cervical fue Dogliotti en 1931, quien describió la anestesia segmentaria epidural, con el concepto de que el volumen inyectado determinaba lo extenso de los segmentos bloqueados y que el sitio de inyección también era importante para determinar los dermatomas bloqueados<sup>3, 21</sup>. Los bloqueos intradural, caudal y epidural se emplearon por primera vez para procedimientos quirúrgicos en el siglo XX. Estos bloqueos centrales se usaron ampliamente antes del decenio de 1940-1949; cabe mencionar que la anestesia epidural mantenida con catéteres fue descrita en 1942<sup>21</sup>, hasta que empezaron a aumentar los reportes de daño neurológico permanente. Sin embargo estudios epidemiológicos a gran escala de 1950-1959, revelaron que las complicaciones eran raras cuando estos bloqueos se realizaban por personal capacitado y con medidas adecuadas de asepsia.<sup>3</sup>

La cocaína es el anestésico local éster arquetípico, y es el único que sobreviene de manera natural. En 1904, Einhorn introdujo la procaína, primer anestésico local éster sintético. En 1948, la introducción de la lidocaína, un anestésico local amida, representó una transformación y pronto se utilizó en todo tipo de anestesia regional. Después aparecieron otros anestésicos locales basados en la estructura

de la lidocaína (prilocaína, etidocaína), además de una serie relacionada de anestésicos locales amida basada en la 2'6'-pipecoloxilidida (Mepivacaína, Bupivacaína, Ropivacaína, y Levobupivacaína)<sup>3</sup>. Por consiguiente se dio un resurgimiento en el uso de estos bloqueos que en la actualidad nuevamente se usan en la práctica médica. Los bloqueos cervicales epidurales se revisaron en 1984 para su uso en cirugía de cabeza y cuello <sup>21</sup>. Cada uno de estos bloqueos se puede realizar como una inyección única o mediante un catéter que permita la inyección de bolos intermitentes de infusiones continuas de medicamento.<sup>2, 3, 21</sup>

## **2.2. Anatomía**

La clave para la administración segura y eficaz de un bloqueo epidural comienza con el conocimiento profundo de la anatomía de la columna vertebral, los ligamentos y el riego sanguíneo, el espacio epidural, el conducto raquídeo y las estructuras relacionadas.<sup>3</sup>

Las descripciones anatómicas y fisiológicas clásicas del contenido del canal espinal se ha ido modernizando en las últimas tres décadas gracias al advenimiento de nuevas técnicas de estudio como la congelación, el criomicrotomo, la inyección vascular de látex, la mieloscopia con fibroscopios flexibles ultra delgados que pueden introducirse a todo lo largo del canal espinal, incluyendo la cisterna magna; y novedosos estudios de imagen con ultrasonido, tomografía axial computada y resonancia nuclear magnética. <sup>22</sup>

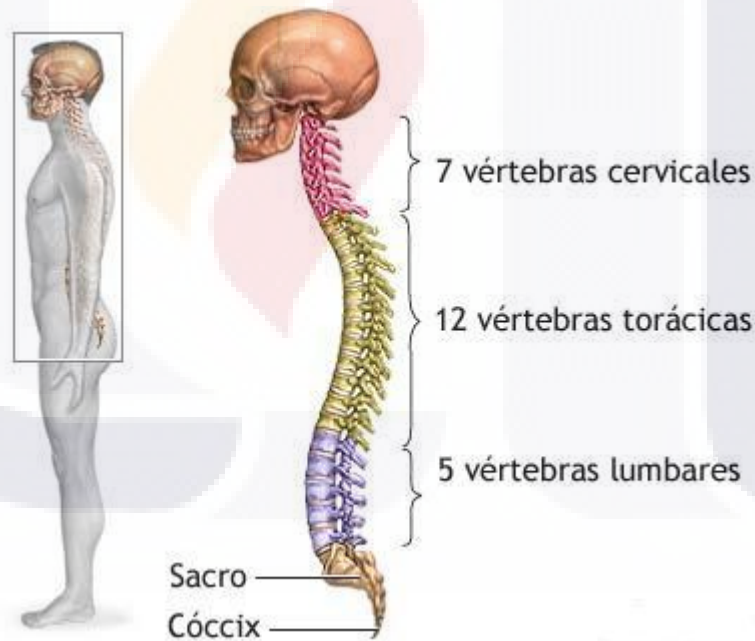
### **Columna vertebral**

La columna vertebral está formada por 33 vertebrae que se unen por ligamentos y cartílagos. Las 24 vertebrae superiores están separadas una de la otra y son móviles, mientras las nueve inferiores

son fijas: cinco se fusionan para formar el sacro y las cuatro últimas por lo general se fusionan para formar el cóccix. <sup>1</sup>

La columna vertebral se encuentra formada por siete vertebrae cervicales (C1 a C7), 12 torácicas (T1 a T12), cinco lumbares (L1 a L5), cinco sacras (S1 a S5) y cuatro coccígeas (Co 1 a Co4). Las funciones primarias de la columna vertebral son mantener la postura erecta, encerrar la médula espinal, protegerla y proporcionar sitios de fijación para los músculos de que dependen los movimientos de la cabeza y del tronco.<sup>1</sup> (Fig. 1)

La columna vertebral se ve recta desde la dirección dorsal o ventral, pero vista de lado, muestra dos curvaturas convexas en dirección ventral en la región cervical y la lumbar, que le dan el aspecto de una doble "C".<sup>2</sup> (Fig.1)



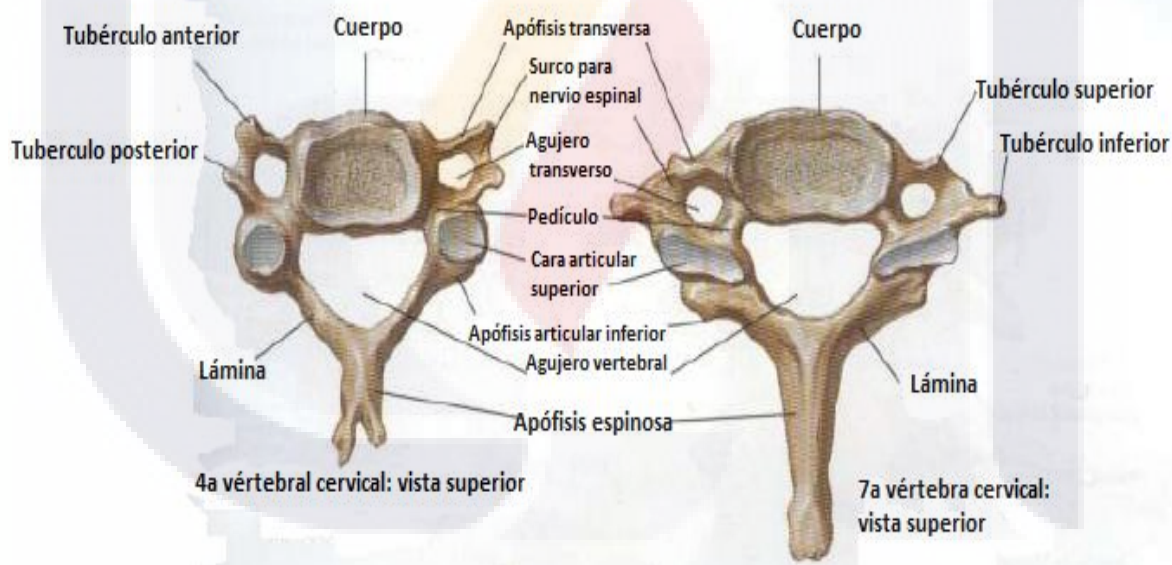
**Figura 1. Estructura ósea de la columna vertebral**

**Estructura de las vértebras**

Cada vertebra está compuesta de un cuerpo vertebral y un arco óseo. Este último consta de dos pedículos anteriores y dos láminas posteriores; las apófisis transversas se localizan en la unión de los

pedículos y la lámina, en tanto que la apófisis espinosa está en la unión de las láminas. El ángulo de las apófisis espinosas varía en la región cervical, torácica y lumbar, son casi horizontales en la región cervical, la región torácica inferior y lumbar pero el ángulo es mucho más agudo en la región torácica media. El ángulo más acentuado se encuentra entre las vertebrae T3 y T7 y hace más difícil la inserción de una aguja epidural en la línea media.<sup>1, 2,3</sup>

La forma y el tamaño de las vertebrae difiere de la región cervical a la lumbar como consecuencia de su función. Los cuerpos vertebrales son de menor tamaño en la región cervical y sus dimensiones aumentan progresivamente en el área lumbar, donde soportan la mayor cantidad de peso.<sup>2</sup>

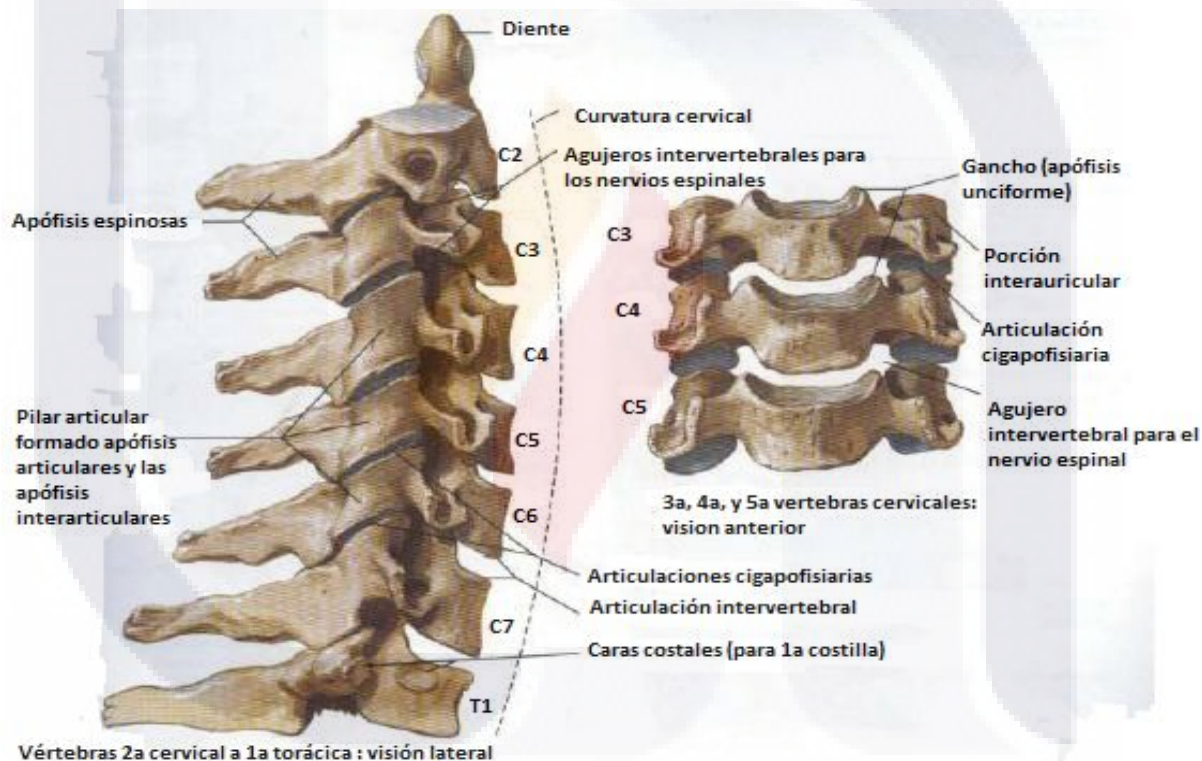


**Figura 2. Esquema anatómico de las vértebras C4 y C7: vista superior.**

Las apófisis espinosas desde C5 a T3 son suficientemente horizontalizadas y angostas para proveer un paso amplio entre ellas, lo cual permite un abordaje fácil en la línea media hasta el espacio peridural. Por arriba y debajo de estos niveles, las apófisis espinosas dorsales están anguladas hacia abajo, se superponen una sobre la otra,



dificultando la punción a través de la línea media. La apófisis espinosas de C7 está muy desarrollada y es casi horizontal cuando se flexiona el cuello. Esta apófisis protruye, de tal manera, que C7 es conocida como la *Vertebra prominens* (apófisis espinosa prominente). (figura.2, 3). La vértebra permite una fácil identificación de los interespacios C6-C7 y C7-T1 que son los espacios recomendados para el bloqueo cervical. Los espacios C5-6, T1-2 y aún T2-3 son razonables para utilizar y en algunas ocasiones pudieran ser sitios más apropiados cuando se desea bloquear dermatomas más altos o más bajos.

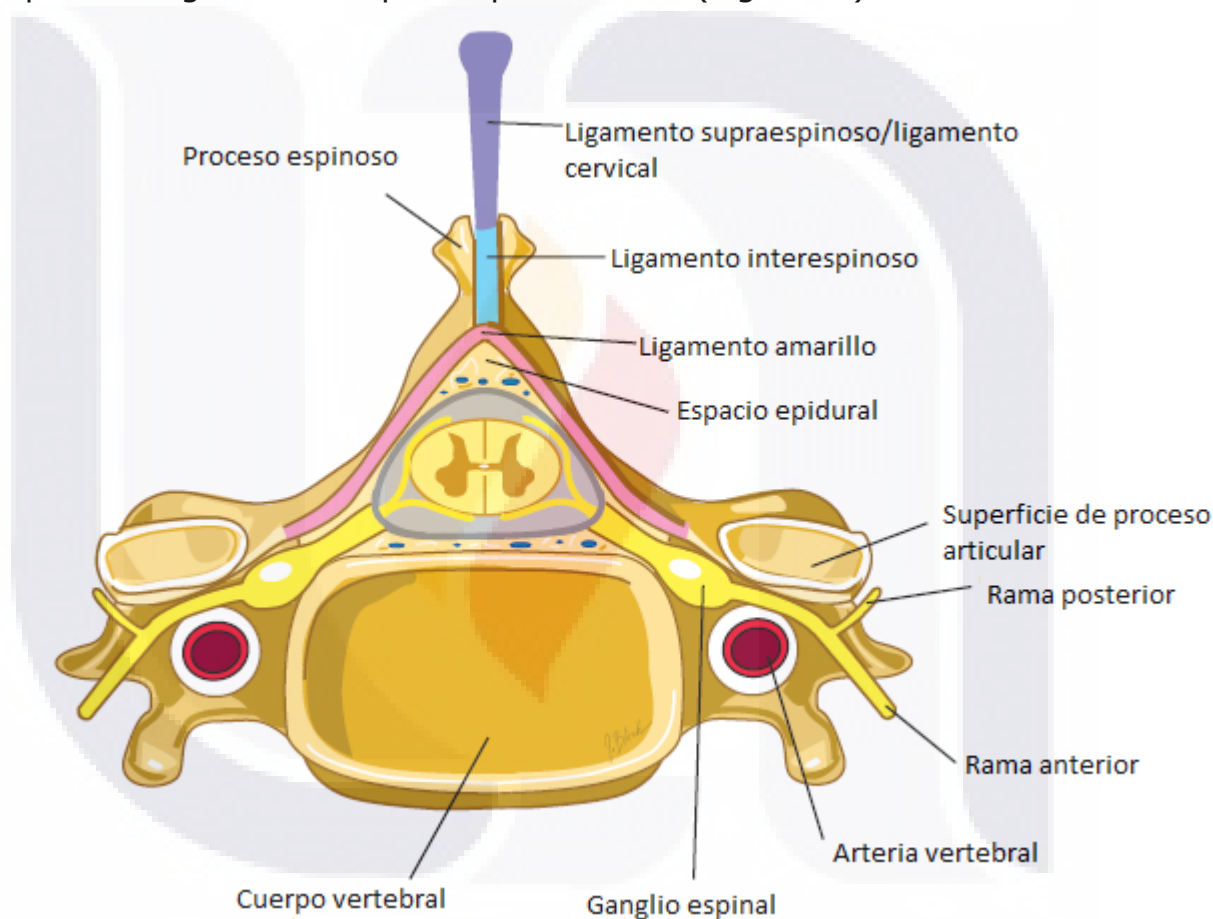


**Figura 3. Esquema de la columna cervical, en su estructura ósea desde C2 a T1.**

### Ligamentos

El ligamento flavum (amarillo) está menos desarrollado en la región cervical que en la región lumbar. Durante la punción cervical epidural, este ligamento usualmente se reconoce por la sensación táctil

transmitida de un “pop” cuando la aguja de Touhy lo atraviesa. En un 5% de los casos, el espacio epidural cervical es detectado con la técnica de pérdida de la resistencia sin la percepción táctil del “pop” al atravesar la aguja el ligamento debido al reducido espesor. El ligamento flavum puede estar muy duro cerca de sus fijaciones óseas, por abajo y arriba, el riesgo de una repentina arremetida con la aguja de Touhy, después de pasar el ligamento se puede presentar.<sup>22</sup> (Figura. 4)

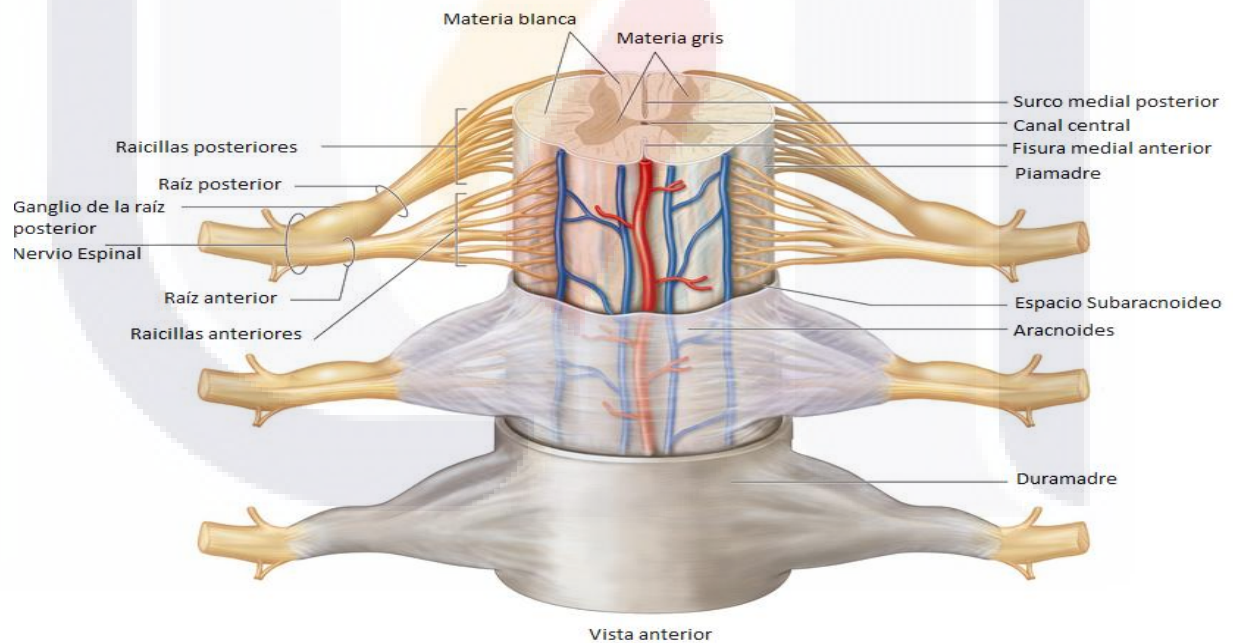


**Figura 4. Esquema anatómico del espacio cervical epidural: corte transversal.<sup>3</sup>**

### **Meninges y espacios meníngeos**

La médula espinal y sus raíces están rodeadas por tres capas de membranas. La capa más profunda, llamada piamadre, está íntimamente unida a la superficie de la médula espinal y las raíces de

los nervios espinales. A medida que las raíces de estos nervios se extienden en dirección distal, la piamadre se trasforma en la segunda capa llamada aracnoides, la cual se desprende de las raíces y vuelve a atravesar la piamadre, encerrando la médula espinal en una cavidad llamada espacio subaracnoideo, el cual está lleno de líquido cefalorraquídeo; transmite vasos sanguíneos hacia la médula espinal y desde esta última. En la superficie de la aracnoides está la duramadre, que es una membrana gruesa, y el espacio que las separa se llama subdural, el cual es insignificante, pues la presión del LCR empuja la aracnoides contra la duramadre. Contiene una pequeña cantidad de líquido seroso que permite que la duramadre y la aracnoides se muevan una sobre otra. Como su volumen es extremadamente pequeño, se considera como un espacio potencial.<sup>2, 3, 20</sup> (Figura, 5).



**Figura 5. Esquema anatómico de meninges y médula espinal. Vista anterior<sup>19</sup>**  
**Duramadre**

La duramadre que cubre al encéfalo es una capa de tejido conectivo denso de tipo colágeno, compuesta a su vez, por dos capas que están estrechamente unidas entre sí en el adulto. La dura

perióstica, que es la más externa, está compuesta por células osteoprogenitoras, fibroblastos y haces organizados de fibras de colágeno que están laxamente unidas a la superficie interna del cráneo, salvo a nivel de las suturas y la base de éste, sitios en el que la inserción es firme. La dura perióstica, como su nombre lo implica, funciona como periostio de la superficie interna del cráneo, como tal está muy bien vascularizada. La capa más interna de la dura, la dura meníngea, está compuesta por fibroblastos y capas a manera de fibras de colágeno finas, esta capa contiene también pequeños vasos sanguíneos. Hay una capa de células por dentro de la capa meníngea, llamada capa de células del borde, que está compuesta por fibroblastos aplanados que manifiestan proyecciones largas que, en ocasiones, se encuentran insertadas entre sí por medio de desmosomas y uniones comunicantes o de intersticio. En esta capa no hay fibras de colágeno, pero en su sitio se encuentra un material flocular extracelular amorfo (que se cree es un proteoglicano) que rodea a los fibroblastos y se extiende hasta la interfase entre esta capa y la capa de la dura meníngea.<sup>20</sup>

La dura raquídea no se adhiere a las paredes del conducto vertebral, más bien forma un tubo continuo desde el agujero magno del hueso occipital hasta el segundo segmento del sacro y se encuentra atravesada por los nervios raquídeos. El espacio epidural, que es el que se encuentra entre la dura y las paredes óseas del conducto vertebral, se encuentra lleno de grasa epidural y contiene un plexo venoso.<sup>19</sup>

### **Aracnoides**

La aracnoides o capa aracnoidea de las meninges es avascular, aunque corren por ella vasos sanguíneos. Esta capa intermedia de las meninges está constituida por fibroblastos, colágeno y algunas fibras

elásticas. Los fibroblastos forman uniones comunicantes o de intersticio y desmosomas entre sí. La aracnoides está compuesta por dos regiones, una membrana plana de tipo laminar en contacto con la dura, y una región más profunda a manera de tela de araña compuesta por células trabeculares aracnoideas (fibroblastos modificados) distribuidas de manera laxa, junto con unas cuantas fibras de colágeno que forman trabéculas que hacen contacto con la piamadre subyacente. Las trabéculas aracnoideas abarcan a todo el espacio subaracnoideo, que se encuentra entre la porción, a manera de lámina, de la aracnoides y la piamadre. Las células trabeculares aracnoideas tienen proyecciones largas que se unen entre sí por medio de desmosomas y se comunican uno con el otro mediante uniones comunicantes o de intersticio.<sup>19</sup>

La interfase entre la duramadre y la aracnoides, que se llama espacio subdural, se considera un "espacio potencial" por que aparece sólo como consecuencia de una lesión que ha dado por resultado hemorragia subdural, caso en el cual la sangre separa de manera forzada a estas dos capas.<sup>19</sup>

Los vasos sanguíneos de la duramadre perforan a la aracnoides en su camino hacia la piamadre vascularizada, sin embargo, están aislados de la aracnoides y del espacio subaracnoideo por un revestimiento muy ajustado de fibroblastos derivados de la aracnoides. En ciertas regiones la aracnoides se extiende por toda la duramadre para formar las vellosidades aracnoideas, que hacen protrusión hacia los espacios conectados con las luces de los senos venoso duros. Estas regiones especializadas de la aracnoides funcionan en el transporte del LCR desde el espacio subaracnoideo hacia el sistema venoso. En la vida ulterior las vellosidades aumentan de tamaño y se convierten en sitios en los que se deposita calcio.<sup>19</sup>



La interfase entre las capas aracnoides y pial es difícil de distinguir; por tanto, ambas se denominan a menudo piaracnoides, con ambas superficies cubiertas por una capa delgada de células epitelioides escamosas compuestas por fibroblastos modificados.<sup>19</sup>

### **Piamadre**

La piamadre es la capa más interna de las meninges, y está íntimamente asociada al tejido encefálico, puesto que lo recubre estrechamente en todos sus contornos. Está compuesta, por una capa delgada de fibroblastos modificados aplanados que parecen células trabeculares aracnoideas. Los vasos sanguíneos, que abundan en esta capa, se encuentran rodeados por células piales intercaladas con macrófagos, mastocitos y linfocitos. Entre la piamadre y el tejido nervioso se encuentran fibras de colágeno y elásticas finas. La piamadre está separada por completo del tejido nervioso subyacente por células de neuroglia. Los vasos sanguíneos penetran en los tejidos nerviosos y están cubiertos por pía hasta que forman los capilares continuos característicos del sistema nervioso central. Los capilares dentro del tejido nervioso están cubiertos por los pedículos o pies terminales de los astrocitos, más que por la piamadre.<sup>19</sup>

### **Espacio epidural**

Contrario con lo que aprendimos en las clases de anatomía que describían al espacio peridural como una cavidad virtual circunferencial rodeando al saco dural, las evidencias recientes lo describen como una estructura dividida en tres compartimientos: anterior, posterior y lateral.<sup>21</sup>

Es más reducido que el espacio subaracnoideo y lo ocupa la grasa, el tejido areolar, los linfáticos, las venas y las raíces nerviosas que



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cruzan a través de él, pero no hay líquido libre. El volumen de grasa es mayor en las personas obesas y menor en los ancianos. Se supone que la reducción de grasa epidural explica los cambios de las dosis epidurales relacionadas con la edad.<sup>3</sup>

Mediante nuevos métodos de estudio es que se han publicado nuevos conceptos sobre el espacio peridural, que han facilitado la comprobación de viejas teorías de la anestesia extradural, a la vez que han abierto novedosas líneas de investigación. Por ejemplo, ahora se sabe que no hay periostio vertebral en el canal espinal, que existe una membrana peridural que rodea a la duramadre y un espacio potencial entre ambas. Esta membrana peridural se ha homologado al periostio. Los estudios histológicos de Hogan y Toth demostraron varios hechos que explican la difusión de las sustancias inyectadas en esta cavidad. Por ejemplo, estos autores no encontraron tejido fibroso en el espacio epidural, la grasa extradural está compuesta por células uniformes incluidas en una fina membrana, que en la porción dorsal se une a menudo a la dura a nivel de la línea media, lo cual pudiera modificar la difusión de fármacos. También encontraron que las venas predominan en la porción ventral de la cavidad epidural<sup>21</sup>.

Este espacio es un compartimiento localizado entre la cara externa de la duramadre y la pared interna del canal espinal, conformadas por las vértebras y los ligamentos. Se extiende desde el agujero occipital hasta el hiato sacro. De hecho, el término "espacio epidural" es incorrecto y deberíamos utilizar el vocablo "cavidad epidural" de acuerdo con Newll, quien recomendó este término basado en sus hallazgos y en la edición de la Nomenclatura Anatómica.<sup>21</sup>

## **Contenidos del espacio epidural**

### **Grasa epidural**

El espacio epidural es ocupado por tejido graso areolar. La cantidad de grasa epidural varía en proporción directa a la cantidad de grasa almacenada en otras partes del cuerpo. La grasa epidural es relativamente vascular y parece cambiar su consistencia densa con el envejecimiento. Este cambio en la consistencia es de importancia por las variaciones significativas en las dosis de medicamentos requeridas en adultos. La grasa epidural parece realizar dos funciones: (1) sirve como un choque absorbente por los otros contenidos del espacio peridural, la duramadre y los contenidos del saco dural y (2) sirve como depósito para medicamentos inyectados dentro del espacio epidural.<sup>3</sup>

### **Venas epidurales**

Las venas epidurales están concentradas principalmente en la porción anterolateral del espacio epidural<sup>3</sup>. El plexo venoso epidural está muy bien desarrollado en las caras laterales y menos en la zona de la línea media posterior. Estas venas no tienen válvulas y conectan por arriba directamente con los senos cerebrales, y hacia abajo con las venas paravertebrales con flujo central.<sup>21</sup> Estas venas son válvulas que transmiten la presión intratorácica e intra-abdominal. Como la presión en ambas cavidades aumenta, debido a la maniobra de Valsalva o por compresión de la vena cava inferior por una masa tumoral, la distensión de las venas epidurales reduce el volumen del espacio epidural. Esta disminución en el volumen puede afectar directamente al medicamento necesario para obtener un nivel de bloqueo neural.<sup>3</sup>

El espacio epidural contiene muchos vasos sanguíneos, incluso el plexo venoso de Batson. El plexo de Batson es continuo con los vasos

iliacos en la pelvis y el sistema ácigos en las paredes abdominal y torácica del cuerpo. Dado que este plexo carece de válvulas, la sangre que proviene de cualquiera de los sistemas conectados puede fluir hacia los vasos epidurales. Esto tiene especial importancia en obstetricia, cuando los vasos de la cava comprimidos pueden llevar a ingurgitación de las venas epidurales, lo que aumenta el riesgo de entrada del catéter hacia una vena. La ingurgitación es aún mayor en los agujeros intervertebrales, donde los vasos pueden sobresalir desde el conducto vertebral. En consecuencia, con una inserción de aguja "fuera de la línea media" quizá sea más probable la penetración en un vaso sanguíneo.<sup>2, 3</sup>

### **Arterias epidurales**

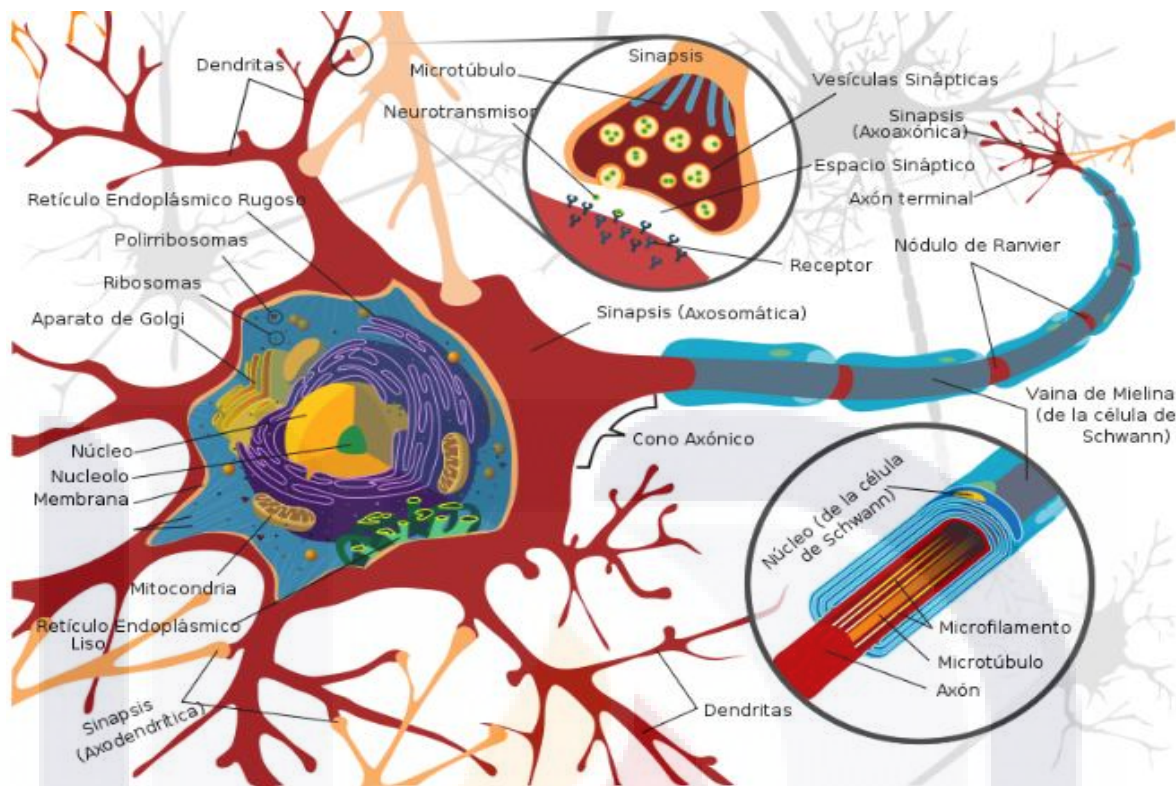
Las arterias que suplementan el hueso y los ligamentos confinados al espacio cervical epidural y la médula espinal cervical se introducen en el espacio por 2 rutas: a través del foramen intervertebral y a través de las anastomosis directas de las porciones intracraneales de las arterias vertebrales. Existen anastomosis significantes entre las arterias epidurales, muchas de las cuales yacen en las porciones laterales del espacio epidural. El trauma en las arterias epidurales puede resultar en la formación de hematoma epidural que puede comprometer es aporte sanguíneo a la misma médula espinal.<sup>3</sup>

### **Linfáticos**

Los linfáticos del espacio epidural están concentrados en la región de las ramas de la duramadre, donde remueven el material extraño de los espacios subaracnoideo y epidural.<sup>3</sup>

## **Anatomía de los nervios periféricos**

Todos los nervios periféricos tienen una estructura similar. Las neuronas constituyen la unidad neuronal funcional básica encargada de la conducción de los impulsos nerviosos; son las células de mayor tamaño del cuerpo y muchas llegan a 1 m de longitud. Casi ninguna es susceptible de dividirse en circunstancias normales y su capacidad para repararse por sí misma después de una lesión es muy limitada. Una neurona típica consta de un cuerpo celular (soma) y un núcleo grande; el cuerpo está unido a varias prolongaciones ramificadas, llamadas dendritas, y un axón único. Las dendritas reciben mensajes, en tanto que los axones conducen los mensajes de salida. La longitud de los axones es variable y cada neurona solo tiene uno, que en los nervios periféricos es muy largo y delgado. (Ver figura 6). También se les llama fibras nerviosas. El nervio periférico está compuesto por tres partes: 1) neuronas somatosensitivas o aferentes, 2) neuronas motoras o eferentes, y 3) neuronas del sistema nervioso autónomo<sup>2</sup>. Las fibras nerviosas forman conjuntos, a la manera de los alambres de cable eléctrico. En un nervio periférico, los axones están recubiertos por tejido conectivo laxo, el endoneurio, que es una delicada capa de tejido conectivo que rodea a cada nervio y que a su vez está dentro del perineuro. El fascículo nervioso es un grupo pequeño de axones estrechamente relacionados, formando un haz, el cual imparte fuerza mecánica al nervio periférico. En procedimientos quirúrgicos, el perineurio resiste suturas sin desgarrarse<sup>2</sup>.



**Figura 6. Representación esquemática de una neurona.**

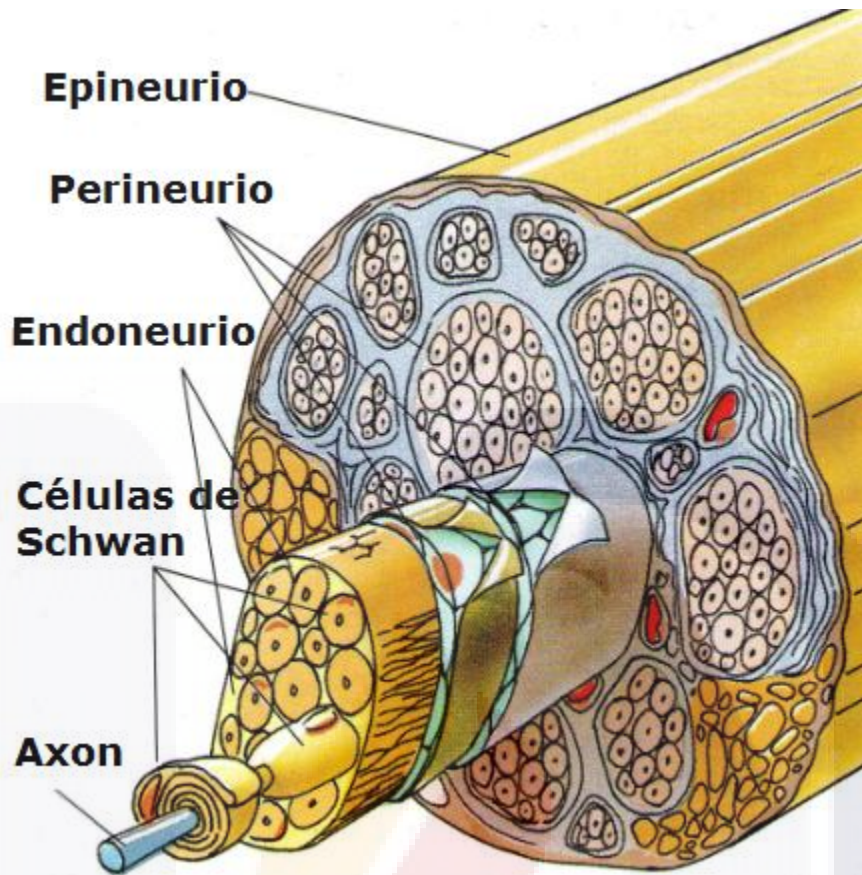
Además de su fuerza mecánica, hace las veces de barrera de difusión del fascículo porque aísla del tejido circundante al espacio endoneural del axón, además de preservar el medio iónico de éste y de funcionar como barrera hematonerviosa. Varios fascículos juntos forman bandas fasciculares en un perineurio multilaminado extenso. El perineurio rodea a cada fascículo y se divide con él en cada punto de ramificación. A su vez, las bandas fasciculares forman colectivamente el nervio periférico incrustado en el epineurio, que es un tejido conectivo laxo que rodea al nervio y lo fija. Esta capa también envía hacia el nervio tabiques que dividen las fibras nerviosas en bandas (fascículos o funículos) de diferentes tamaños<sup>2</sup>.

Cabe hacer notar que las bandas fasciculares no son continuas en todo el nervio periférico, sino que se dividen y anastomosan cada

proceso milimétrico. Sin embargo, los axones de un grupo pequeño de fascículos adyacentes se redistribuyen, de modo que se mantienen casi en el mismo cuadrante del nervio a lo largo de varios centímetros. Esta estructura constituye un problema práctico para los cirujanos que tratan de reparar un nervio roto. Si el corte es limpio, quizá sea posible unir las bandas fasciculares con suturas, en cuyo caso es muy probable que el segmento distal de nervios que hacen sinapsis con los músculos se suturen con el muñón central de axones motores, como en el caso de los axones sensitivos, de modo que la recuperación funcional podría ser buena. Empero, si falta un segmento corto del nervio, los fascículos de los diversos cuadrantes del muñón podrían no corresponder y hacer imposible una buena alineación axial, de modo que la recuperación funcional estaría en riesgo o sería improbable. Esta disposición del nervio periférico ayuda a explicar por qué las inyecciones intraneurales producen consecuencias desastrosas, a diferencia de los cortes limpios con aguja, que tienden a cicatrizar con mucha mayor facilidad y regularidad<sup>2</sup>.

El tejido conectivo de un nervio es resistente, comparado con las fibras nerviosas propiamente dichas, pues permite cierta distensión sin que se dañen estas últimas. Las fibras nerviosas son "onduladas", por decirlo así, y cuando se estiran, lo mismo sucede con el tejido conectivo que las rodea, de modo que las protege. Los nervios reciben sangre de los vasos sanguíneos adyacentes que siguen su trayectoria. Las ramas que lo alimentan a nervios de mayor calibre son macroscópicas y su disposición es irregular, pues forman anastomosis y se convierten en vasos longitudinales que irrigan el nervio y emiten ramas subsidiarias<sup>2</sup>. (Ver, figura 7).





**Figura. 7. Esquema de la estructura de una haz nervioso.<sup>19</sup>**

### **Comunicación entre los sistemas nerviosos central y periférico**

La frontera funcional entre el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP) yace en la unión de los oligodendrocitos con las células de Schwann a largo de los axones que forman los pares craneales y los nervios espinales. A diferencia del SNC, el SNP no está rodeado de hueso, de modo que es asequible para el bloqueo neural, pero también es muy susceptible a lesiones físicas. El SNC se comunica con el cuerpo por medio de los nervios espinales, que tienen componentes tanto sensitivos como motores. Las fibras sensitivas surgen de neuronas de los ganglios de la raíz dorsal y entran a la cara dorsolateral de la médula espinal para formar la raíz dorsal. Las fibras



motoras provienen de neuronas del asta ventral de la médula espinal para formar un nervio espinal, el cual, después de pasar por el agujero intervertebral, se divide en las ramas dorsal y ventral. La primera inerva músculos, huesos y articulaciones y piel de la espalda. En tanto que la rama ventral inerva músculos, huesos, articulaciones y piel de la parte anterior del cuello, el tórax, el abdomen, la pelvis y las extremidades<sup>2</sup>.

### **Nervios espinales**

Hay 31 pares de nervios espinales que se enumeran por región: ocho cervicales, doce torácicos, cinco lumbares, cinco lumbares, cinco sacros y un coccígeo. Los nervios espinales atraviesan la columna vertebral por los agujeros intervertebrales. El primer nervio cervical (C1) pasa por arriba de la vértebra C1 (atlas) y el segundo (C2), entre las vértebras C1 y C2 (axis), modelo que continúa en dirección descendente por la parte cervical de la columna vertebral. Dado que no hay vertebra C8, en el nervio C8 el modelo se desvía y pasa entre las vértebras C7 y T1. El nervio T1 pasa entre las vértebras T1 y T2. Este modelo continúa en dirección descendente hasta que termina la columna vertebral. El arco vertebral de la quinta vértebra sacra y la primera coccígea es rudimentario, de modo que el conducto vertebral se abre hacia abajo en el hiato sacro. El quinto nervio sacro y el primer coccígeo pasan a través del hiato sacro. Como en el adulto el extremo inferior de la médula espinal (como terminal de la médula espinal) se localiza en el nivel vertebral L1 a L2, las raíces de los nervios espinales deben descender por el conducto vertebral antes de salir de la columna vertebral a través del agujero intervertebral apropiado. En conjunto estas raíces se conocen como cola de caballo. Fuera de la columna vertebral, las ramas ventrales de diferentes niveles espinales muestran

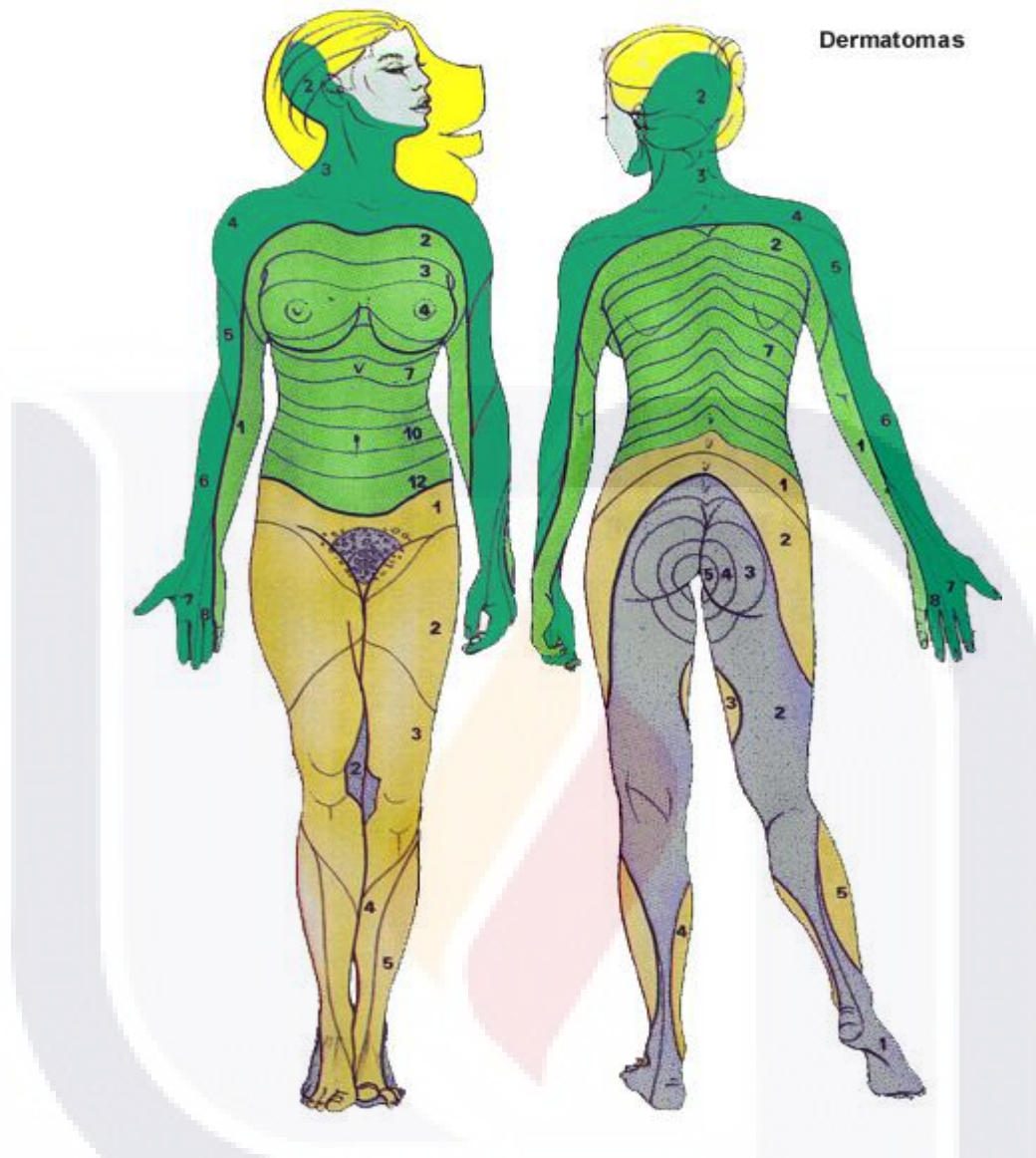
coalescencia y forman redes intrincadas llamadas plexos, a partir de los cuales los nervios se dirigen hacia el cuello, los brazos y las piernas<sup>2</sup>.

### **Dermatomas, Miotomas y Osteotomas**

La importancia de la inervación dermatómica, miotómica y osteotómica respecto a la aplicación de bloqueos nerviosos, resulta más práctico cuando se piensa en función de las técnicas de bloqueo que proporcionan analgesia y anestesia adecuadas para procedimientos quirúrgicos específicos que tratar de hacer coincidir nervios y segmentos espinales con el territorio dermatómico, miotómico y osteotómico. Aun así, la descripción de los mismos resalta por su importancia didáctica en la anestesia regional. (Ver figura, 8)

Una dermatoma es un área de la piel inervada por la raíz dorsal (sensitiva) del nervio espinal. En la cabeza y el tronco, los segmentos están dispuestos horizontalmente, excepto C1, que carece de componente sensitivo. Los dermatomas de las extremidades, del quinto nervio cervical al primer nervio torácico y de la tercera vértebra lumbar a la segunda vértebra sacra, abarcan a manera de bandas, de la línea media del tronco a las extremidades, en dirección posterior. Cabe hacer notar que es considerable la superposición entre dermatomas adyacentes; es decir, cada nervio segmentario se superpone a los territorios vecinos.

Un Miotoma es la inervación segmentaria de los músculos estriados por las raíces ventrales (motoras) de los nervios espinales. A menudo, la inervación de los huesos (Osteotoma) no sigue el mismo modelo segmentario que la de los músculos y otros tejidos blandos<sup>2</sup>.



**Figura 8. Dermatomas (sexo femenino). Área de la piel inervada por la raíz dorsal (sensitiva) del nervio espinal.**

### **Nervios intercostales de la mama**

Las ramas ventrales T1 a T11 recorren el borde inferior de la costilla correspondiente (por ejemplo, el nervio T1 y la costilla 1). En su trayectoria, el nervio se localiza entre la capa más profunda (músculo triangular del esternón) del músculo y la intermedia (músculos

intercostales internos). Se relaciona con las arterias y venas intercostales. De arriba abajo, el orden del fascículo neurovascular es vena, arteria y nervio. Los nervios intercostales se ramifican hacia el músculo triangular del esternón, los intercostales internos y los intercostales externos; inervan las articulaciones costales. La rama cutánea lateral y la anterior inervan la piel que cubre los espacios intercostales receptivos, así como la pleura parietal que reviste los espacios intercostales. <sup>1</sup>

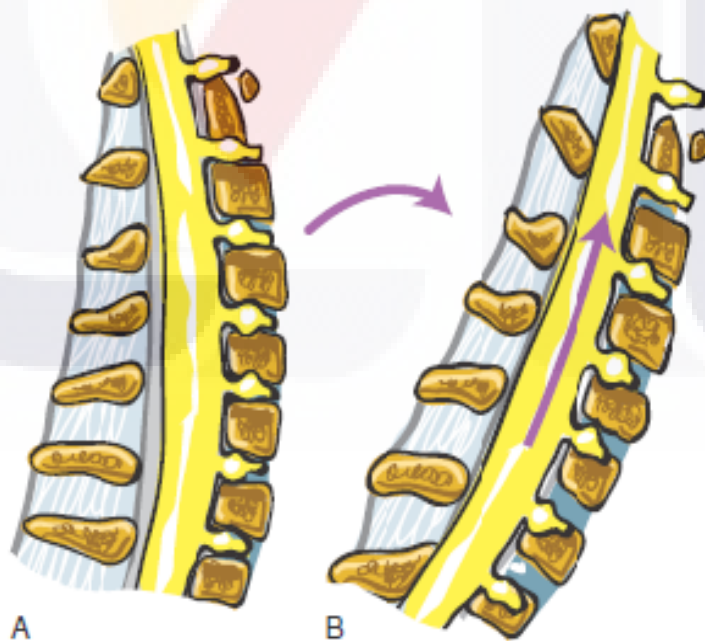
### **Distancia desde la piel hasta el espacio epidural**

La última característica anatómica de importancia clínica referente al espacio epidural es la distancia de la piel a dicho espacio. La profundidad depende del hábitus, y es de 4 cm en 50% de la población, y de 4 a 6 cm en 80%. Cabe hacer notar que hay estudios en que se demuestra que la distancia de la piel al espacio epidural, en extremos de peso, puede ser de menos de 4 cm en el paciente delgado y de más de 8 en el obeso.<sup>2,3,6</sup> A nivel cervical (C7), la distancia del ligamento amarillo a la duramadre es de solo 1,5 a 2 mm. El movimiento de flexión del cuello amplía el espacio peridural de 3 a 4 mm en el espacio C7-T1. (Figura, 9). Esta situación es una implicación clínica importante en la realización del bloqueo cervical epidural con el paciente en la posición prona y lateral.<sup>3</sup> Si bien estas mediciones están hechas en pacientes anglosajones, (cuadro, 1) es prudente tomarlas en cuenta hasta que tengamos mediciones en personas de raza hispana. <sup>21</sup>

Región anatómica	Profundidad $\alpha$	Volumen $\beta$	Distancia Piel- EPD $\delta$
Cervical	0-1.5 mm	0.7 ml	4.0 cm
Torácico alto	1.5 mm	1.0 ml	3.3 a 4.5 cm
Torácico medio	3.5 mm	1.5 ml	5.3 cm
Torácico bajo		1.5 ml	
Lumbar	6 mm	1.5 ml	4.4 a 6.1 cm
Caudal			1.4 a 2.0 cm

$\alpha$  Distancia en mm desde el ligamento amarillo a la duramadre.  $\beta$  Volumen requerido por cada segmento epidural.  $\delta$  Distancia en centímetros.

**Cuadro, 1. Muestra algunos datos que debemos tener presentes al realizar un bloqueo peridural.**



**Figura, 9. A, Vista lateral de la columna cervical en posición neutral. B, vista lateral de la columna cervical flexionada.**

### **2.3. Efectos fisiológicos del bloqueo epidural**

El principal sitio de acción de las soluciones de anestésico local inyectadas en el espacio epidural son las raíces de los nervios segmentarios que se encuentran en las regiones cervical, torácica y lumbar son nervios mixtos que contienen fibras nerviosas sensitivas somáticas, motoras y del sistema nervioso autónomo.<sup>12</sup>El bloqueo sensitivo interrumpe la transmisión de estímulos dolorosos tanto somáticos como viscerales, en tanto que el bloqueo motor produce relajación muscular con un grado variable de bloqueo simpático.<sup>16</sup>El sitio de inyección de la anestesia epidural debe estar cerca de las raíces nerviosas de interés a fin de obtener los mejores resultados con una cantidad mínima de anestésico local y un menor riesgo de efectos secundarios por absorción sistémica de este último (congruente con el catéter y la incisión).<sup>7</sup>

El bloqueo nervioso diferencial, que es un concepto importante para la anestesia epidural, se refiere al fenómeno en que fibras nerviosas con diferentes funciones muestran sensibilidad variable ante los efectos de los anestésicos locales. En general, las fibras simpáticas se bloquean primero, seguidas de las que transmiten el dolor y la temperatura, y después, las fibras que transmiten propiocepción, seguidas de bloqueo motor. Luego de un bloqueo epidural, el bloqueo simpático (temperatura) puede variar de cero a cuatro segmentos por arriba del nivel del bloqueo sensitivo (dolor, tacto leve), que es dos segmentos más alto que el bloqueo motor. La regresión del bloqueo ocurre en orden inverso.<sup>7, 12,16</sup>



<b>Tipo de fibra</b>	<b>Mielina</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Localización y función</b>
<b>A-alfa (<math>\alpha</math>)</b>	++	6-22 $\mu\text{m}$	Músculo, articulaciones, Motora y propiocepción
<b>A-beta (<math>\beta</math>)</b>	++	6-22 $\mu\text{m}$	Músculo, articulaciones, Motora y propiocepción
<b>A-gamma (<math>\gamma</math>)</b>	++	3-6 $\mu\text{m}$	Eferente en músculos. tono muscular
<b>A-delta (<math>\delta</math>)</b>	++	1-4 $\mu\text{m}$	Nervios sensoriales aferentes. Dolor, temperatura y tacto.
<b>B</b>	+	< 3 $\mu\text{m}$	Preganglionar simpática.
<b>C</b>	-	0.3 -1.3 $\mu\text{m}$	Postganglionar simpática y nervios sensoriales aferentes. Dolor y tacto aferentes.

**Cuadro, 2. Clasificación de fibra nerviosa.**

Los efectos fisiológicos del bloqueo epidural en los sistemas de órganos depende del nivel espinal y del número de segmentos espinales bloqueados. En general, los bloqueos epidurales torácicos altos, y los extensos, se relacionan con un bloqueo simpático más profundo que resulta en un efecto fisiológico más profundo en el sistema cardiovascular.<sup>7, 11,13</sup>

### **Efectos cardiovasculares del bloqueo epidural de T1 a T4**

El entendimiento de estos efectos es complejo y ha aumentado en años recientes, y dependiente de otros efectos de otros segmentos que han sido bloqueados simultáneamente. El resultado neto es variable. La inervación simpática del corazón se origina en T1aT4 y estimula la



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cronoterapia y la inotropía. La enseñanza ha sido siempre de que el bloqueo de T1 a T4 produce bradicardia severa. Parece ser que el bloqueo T1 a T4 solamente reduce un 80% el efecto simpático. Los efectos netos del bloqueo epidural de T1 a T4 dependen de 1) si las fibras simpática esplácnicas están bloqueadas T6 a L1, las cuales dan el control nervioso de la glándula adrenal y las fibras vasoconstrictoras esplácnicas (el lecho esplácnico tiene una enorme capacidad vascular); 2) si las fibras vasoconstrictoras de los miembros inferiores (T11-T12 a L4) están bloqueadas; 3) si el volumen intravascular pre bloqueo está depletado; 4) si la absorción sistémica de anestésico local ha sido suficiente para deprimir la función miocárdica. (Los mismos niveles sanguíneos que producen 20 ml de Bupivacaína al 0.5% administrados en el espacio epidural lumbar, reducen la contractilidad miocárdica en un 15% en modelos animales); 5) si existe hiperactividad parasimpática al mismo tiempo. El control parasimpático se hace a través del nervio vago, el cual no es bloqueado por la vía extradural.<sup>21</sup>

Rotundamente, una dosis pequeña en los segmentos cervicotorácicos epidurales se va a comportar muy diferente de una dosis mayor inyectada en la región lumbar extradural y que se extiende hasta la zona cervical epidural. Los bloqueos epidurales lumbares que se extienden tan arriba como T4 se asocian con un 20% de caída de la presión arterial.<sup>21</sup>

Los bloqueos segmentarios cervicotorácicos cursan sin cambios en la presión arterial, o menos de 10% de descenso. También se ha encontrado que con estos bloqueos la presión venosa central sin aumento del volumen sistólico<sup>2</sup> se aumenta en algunos casos, aunque tiende a disminuir cuando el bloqueo se extiende a C5 a T5. Los efectos cardiovasculares de los bloqueos epidurales segmentarios cervicotorácicos son notablemente benignos. Biboulet específicamente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

evaluó estos aspectos y describió los cambios como insignificantes. Sture Blomberg demostró que los bloqueos epidurales torácicos altos son benéficos en la presencia de angina inestable. Las evidencias electrocardiográficas, ecocardiográficas, angiográficas y clínicas de isquemia se mejoran con bloqueo nervioso epidural de T1 a T4. Es muy importante, y siempre permanecerá siendo válido, que el anesthesiólogo tenga asegurado un acceso vascular, que se reponga el déficit intravascular, que se cuente con equipo para el manejo de la vía aérea, así como la facilidad para administrar atropina y vasoconstrictores antes de iniciar un bloqueo cervicotorácico epidural, esto es válido para todos los bloqueos extradurales.<sup>7, 21</sup>

### **Efectos respiratorios del bloqueo epidural de T1 a T4**

El bloqueo epidural hasta niveles torácicos medios casi no produce efectos en pacientes cuya función pulmonar es adecuada. Los volúmenes pulmonares (volumen de ventilación pulmonar, capacidad vital), la ventilación por minuto en reposo y el espacio muerto básicamente no cambian, ni siquiera con una anestesia epidural torácica alta. Aun cuando los músculos abdominales o intercostales se paralicen por un bloqueo torácico alto, no se observarán alteraciones importantes de la función pulmonar. Es preocupante el uso del bloqueo epidural en pacientes con enfermedad pulmonar crónica grave dependientes de la función de los músculos accesorios para mantener una ventilación adecuada, dada la posibilidad de parálisis de los músculos respiratorios y de cambios del tono bronquial por analgesia epidural. En un estudio efectuado por Gruber y colega, se colocaron bloqueos epidurales torácicos en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, en etapa terminal, que serían sometidos a intervención quirúrgica de

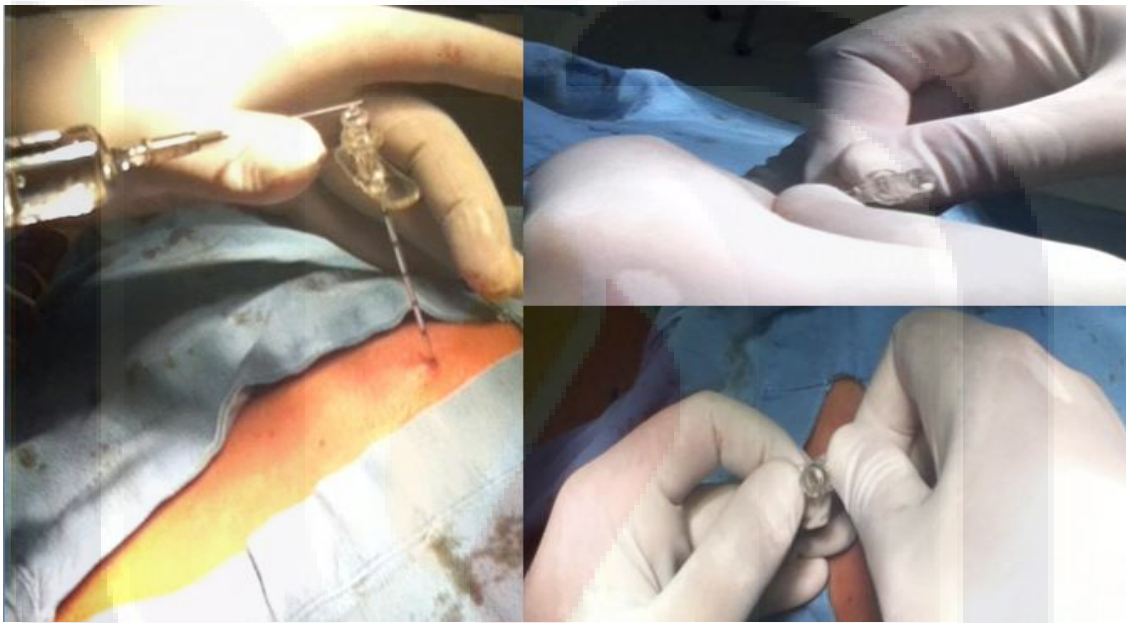
reducción del volumen pulmonar. En estos casos, la analgesia epidural torácica con Bupivacaína al 0.25% no produjo efectos adversos en la mecánica ventilatoria, ni en el modo de respiración ni en el intercambio de gases, tampoco en la generación de fuerza por los músculos inspiratorios. Rara vez se ha informado de paro respiratorio durante un bloqueo epidural alto. Al contrario de lo que parecería una explicación lógica, el paro no se debe a los efectos del bloqueo sensitivo o motor, ni al efecto del anestésico local en el cerebro, la supuesta causa de los raros casos de paro respiratorio es el bloqueo simpático, que lleva a la reducción del gasto cardiaco y del flujo sanguíneo al cerebro y a la isquemia del tallo encefálico.<sup>2, 16</sup>

## **2.4. Técnica de bloqueo cervical epidural**

### **Técnicas para puncionar el espacio epidural**

En la práctica diaria utilizamos tan solo dos técnicas para localizar el espacio peridural; la pérdida de la resistencia descrita por Dogliotti y la gota suspendida de Gutiérrez<sup>5,6,8,13</sup>. La localización precisa del espacio extradural es un paso esencial para obtener un bloqueo útil. (Figura, 11). Se han descrito diversos métodos para localizarlo, la mayoría de ellos se basan en la presión negativa del espacio peridural descrita inicialmente por Janzen, la cual es producida por transmisión de la presión negativa de la cavidad pleural y/o el efecto "tienda" que produce la duramadre al ser empujada por la punta roma de la aguja epidural. La técnica de pérdida de la resistencia se basa en el hecho de que los ligamentos interespinoso y amarillo tienen consistencia sólida que brinda cierta resistencia a la introducción de la aguja peridural, la cual se pierde de forma súbita cuando la punta de la aguja atraviesa el

ligamento amarillo y alcanza el espacio peridural, facilitándose la inyección del contenido en la jeringa conectada a la aguja de bloqueo. (Figura 12 y 13). También se cree que el volumen inyectado empuja la duramadre hacia adelante y comprime el saco dural. El fenómeno de “la gota suspendida de Gutiérrez” se explicó inicialmente por la presión negativa que se agrega cuando punta de la aguja peridural empuja la duramadre<sup>22</sup>. (Figura 10)

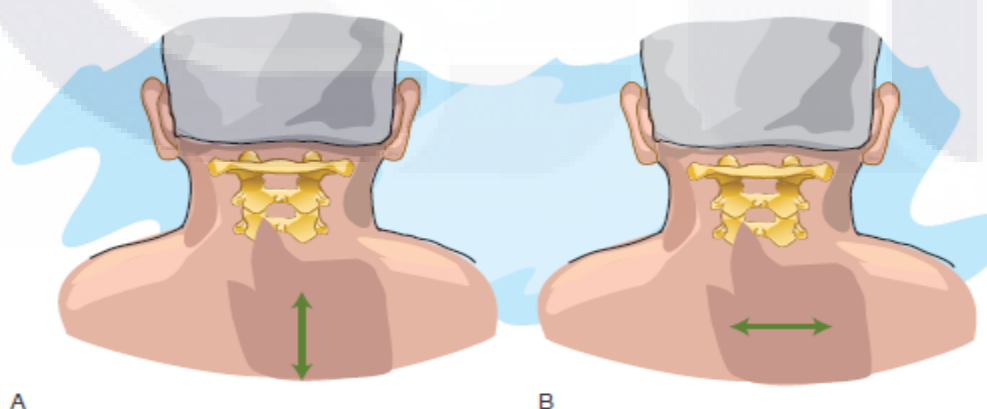


**Figura. 10. Técnica de gota suspendida de Gutiérrez.**

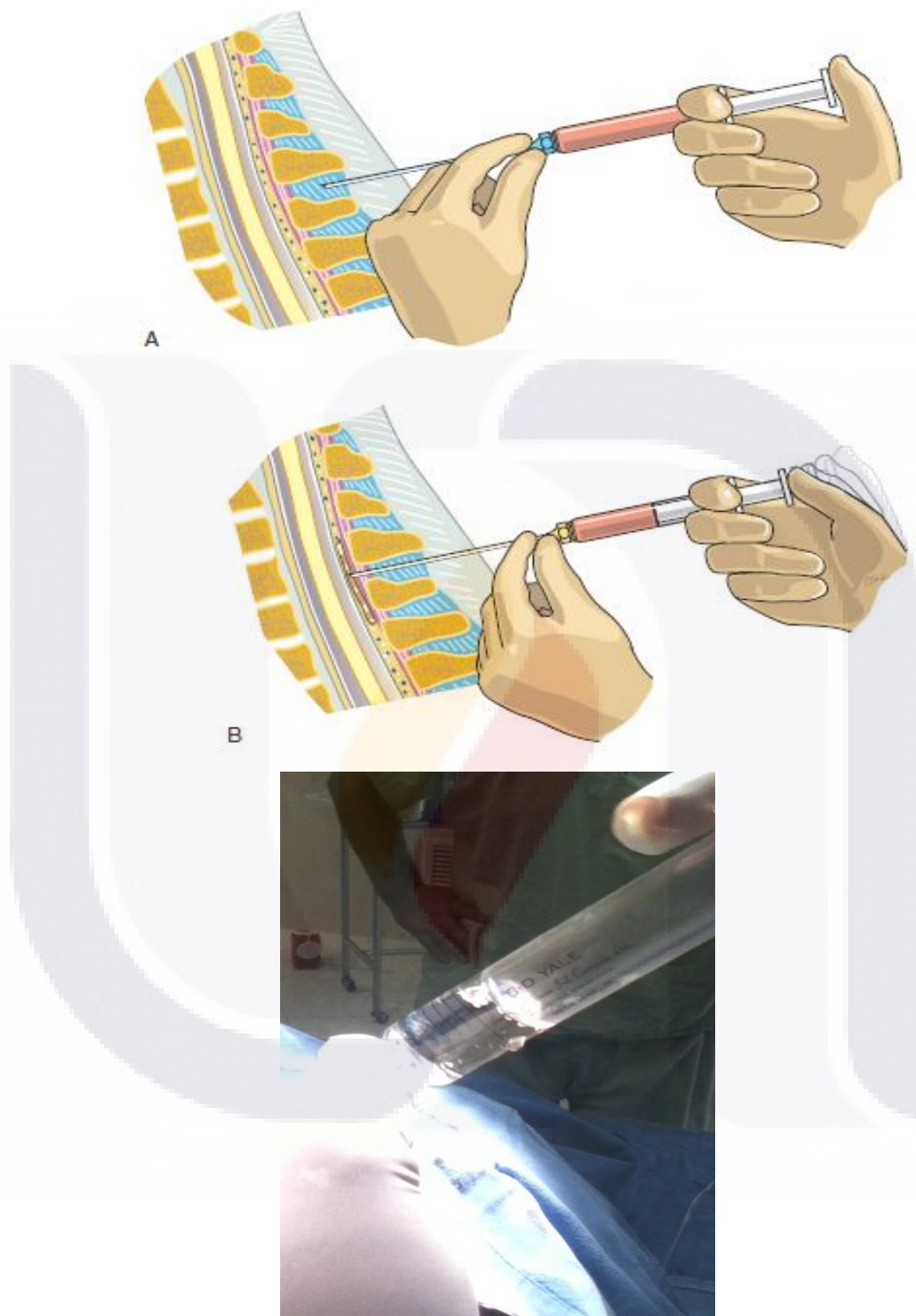
Hoffman y su grupo no encontraron diferencias entre ambas técnicas en la seguridad para puncionar el espacio extradural, aunque los autores favorecen la pérdida de la resistencia en la región lumbar, argumentando que la presión negativa en esta región es bajo. Otras técnicas basadas también en la presión negativa de la cavidad pleural son el desinflado de un baloncito conteniendo aire, el cual es conectado a la aguja peridural. La reducción de la presión media con manometría indica la penetración a la cavidad extradural. Thomas y colaboradores encontraron incrementos en la impedancia eléctrica cuando la aguja

epidural (con aislamiento eléctrico) atraviesa el ligamento amarillo y entra al espacio extradural. Los autores atribuyen estos cambios en la impedancia eléctrica a que la conductividad tisular aumenta debido a la pequeña cantidad de aire inyectado en el espacio peridural. Recomiendan esta técnica en la región cervicotorácica y en los pacientes con alteraciones anatómicas que pudieran anticipar un bloqueo peridural difícil.<sup>22</sup>

Aunque la mayoría de los anestesiólogos utilizamos líquido (salino 0.9% o anestésico local) durante la pérdida de la resistencia, existe aun controversia sobre las desventajas de usar aire<sup>5</sup>. Sabersky y colaboradores, revisaron la literatura de 1966 a 1995 buscando complicaciones relacionadas a la inyección de aire peridural durante la técnica de pérdida de la resistencia, encontraron 13 casos de neumoencéfalo, 4 de compresión medular o de raíces nerviosas, 9 de enfisema subcutáneo, 8 con difusión retroperitoneal de aire<sup>5</sup>. Si bien, ninguno de estos enfermos tuvo una evolución fatal, estos autores recomiendan no usar aire para localizar el espacio peridural. Raw recomienda solución salina para localizar el espacio peridural cervicotorácico.<sup>22</sup> (Ver. Figura 12).

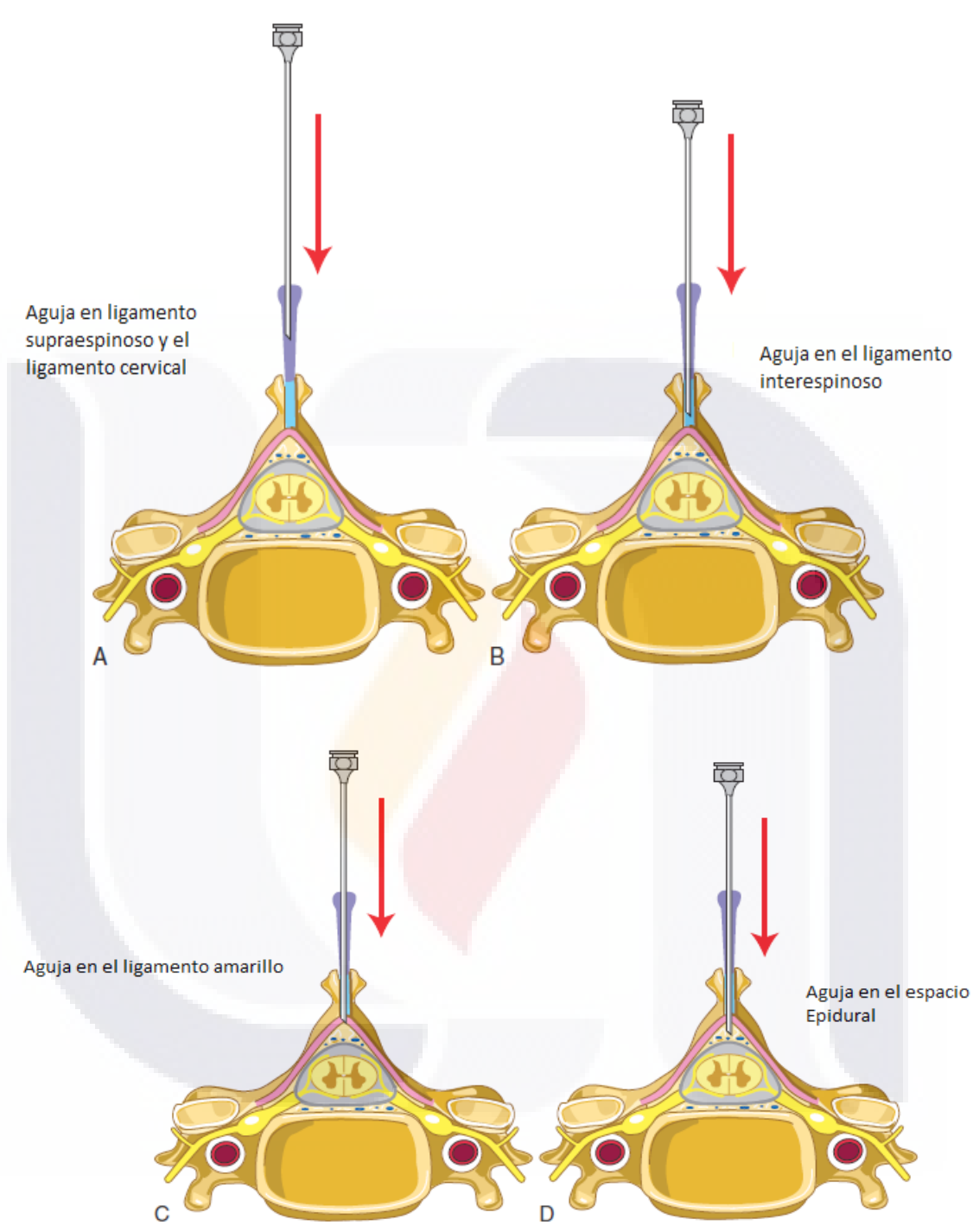


**Figura. 11. A, palpación del espacio intervertebral C6-C7 con movimiento de balanceo superior e inferior. B, palpación del C6-C7 con movimiento de balanceo lateral.**



**Figura. 12. Técnica de pérdida de resistencia. A. posición aguja y mano para la técnica en la región cervical B. Repentina pérdida de la resistencia.**



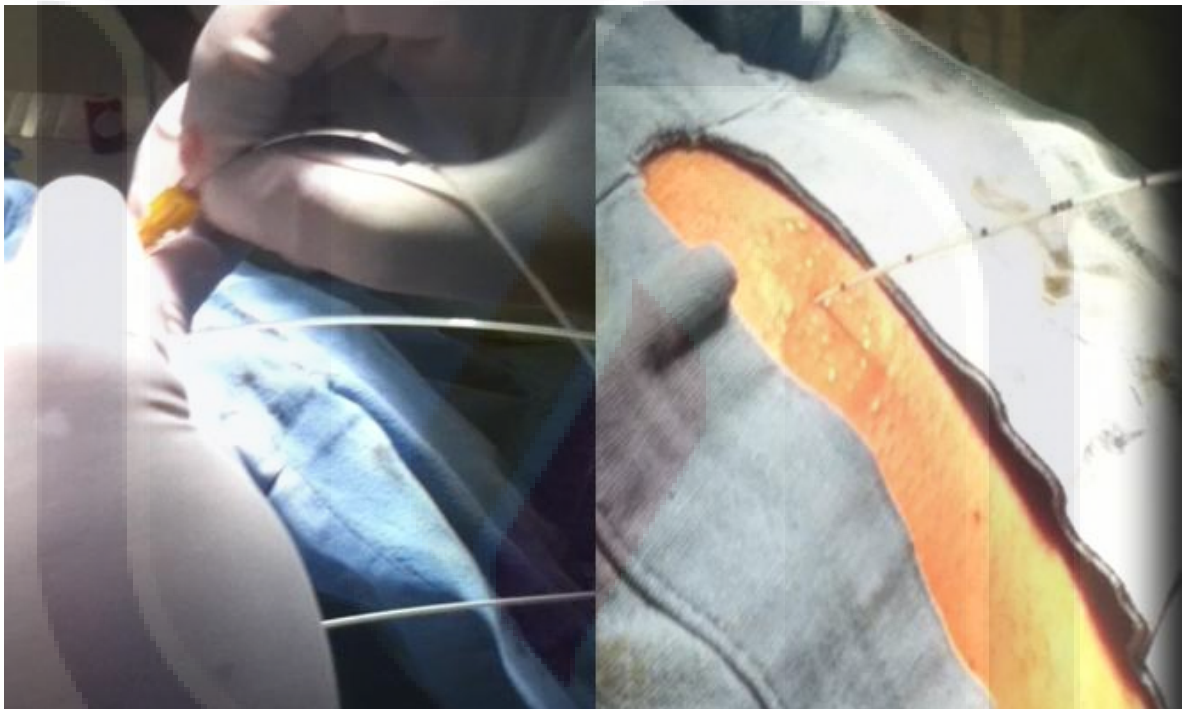


**Figura.13. Ligamentos de la línea media del espacio epidural cervical. A, Aguja en el ligamento supraespinoso. B, Aguja en el ligamento interspinoso. C, Aguja en el ligamento amarillo. D, aguja a través del ligamento cervical con pérdida de la resistencia.**



### **Catéter epidural en la región cervical**

Para ratificar que un catéter ha sido introducido correctamente en la cavidad epidural disponemos de unos cuantos procedimientos como son la dosis epidural de prueba, el epidurograma y de forma más reciente, el ultrasonido<sup>21</sup>. El catéter debe ser introducido 3 a 4 cm dentro del espacio epidural. Se recomienda un catéter con punta blanda<sup>23</sup>.



**Figura.14. Colocación de catéter epidural a nivel cervical-torácico. C7-T1.**

### **Dosis de prueba**

La dosis epidural de prueba se puede realizar con anestésico local, epinefrina o un opioide. Lo más recomendable es utilizar epinefrina como "marcador de inyección intravascular" 15 a 20  $\mu$ g de epinefrina en 2 a 3 ml de lidocaína o solución salina son suficientes para realizar una prueba correcta<sup>22</sup>. Debe ser un volumen muy pequeño (no mayor de 1 ml) ya que puede influenciar la dosis epidural principal, la cual es también de un volumen muy pequeño (4 a 8 ml) <sup>21</sup>. La dosis no deberá

producir una densa parálisis nerviosa si es inyectado en el espacio subaracnoideo, y es tan pequeña que tampoco producirá toxicidad sistémica de ser inyectada intravascularmente. La inyección intravenosa resultará en una falla completa del bloqueo nervioso. Si el anestésico local fluye distalmente, no habrá efectos sistémicos, pero si fluye retrogrado hacia el cerebro, entonces se presentará de inmediato crisis convulsiva de corta duración y con buen pronóstico<sup>21</sup>. Si el anestésico local es inyectado en el espacio subaracnoideo, el bloqueo será extenso y con hipotensión arterial no esperada<sup>24</sup>. La respuesta vasopresora es más sensible que la elevación de la frecuencia cardiaca, aunque ambas tienen la misma especificidad el valor predictivo positivo.<sup>21</sup>

## **2.5. Indicaciones, aplicaciones y contraindicaciones**

### **Indicaciones**

Normalmente, la anestesia epidural se ha limitado a procedimientos que implican extremidades inferiores, la pelvis, el perineo y la parte baja del abdomen, pero a medida que los médicos han ido adquiriendo experiencia, dicha anestesia, con sedación o sin ella, se ha aplicado sola o en combinación con anestesia general para una amplia variedad de casos. Michalek informó del uso de la anestesia epidural cervical en el nivel de C6-7 para una paratiroidectomía total con implantación de paratiroides en el antebrazo<sup>6, 11,3</sup>; concluyó que los procedimientos combinados para el cuello y las extremidades superiores podían realizarse con seguridad con bloqueo epidural cervical. En varios estudios se ha descrito el uso de la anestesia epidural torácica alta para revascularización coronaria fuera de bomba, e incluso para reemplazo de válvula aórtica mínimamente agresivo, aunque no es una práctica frecuente en Estados Unidos. Para pacientes en que la anestesia general podría llevar a cuidados ventilatorios prolongados, por ejemplo, por

enfermedad pulmonar difusa, la anestesia epidural torácica como única anestesia se describe como alternativa adecuada.<sup>3,4</sup>

Aunque es intrigante percatarse de que el bloqueo epidural es adecuado para procedimientos que en el pasado se limitaban a la anestesia general, la decisión respecto de aplicar esta forma de bloqueo neuroaxial dependerá de las necesidades del paciente. Desde el punto de vista fisiológico, los bloqueos por arriba de T5 inciden más en la hemodinámica que en T10 o más abajo. De cualquier modo, son lo indicado si los beneficios del bloqueo epidural son más importantes que los riesgos y puede obtenerse el bloqueo sensitivo necesario para un procedimiento en particular.<sup>2</sup>

### **Indicaciones del bloqueo epidural cervical**

#### **Anestesia quirúrgica<sup>4,6,23,24</sup>**

Bloqueo neurológico diferencial para evaluar dolor en cabeza, cuello, cara, hombros y extremidad superior, hipertermia maligna<sup>22</sup> (antecedentes familiares y personales, una alternativa)

#### **Dolor agudo**

Paliación en emergencias por dolor agudo

Dolor posoperatorio

Dolor secundario a trauma en cabeza, cara, cuello, hombros y extremidad superior

Dolor agudo por herpes zoster

Insuficiencia vascular aguda de las extremidades superiores

#### **Profilaxis y prevención de dolor**

Cefalea tensional<sup>8</sup>

Antes de amputación de extremidades isquémicas

#### **Dolor crónico benigno<sup>6,10,11</sup>**

Radiculopatía cervical

Espondilosis cervical

Cervicalgia

Fracturas por compresión vertebral

Polineuropatía diabética

Neuralgia Postherpética

Distrofia simpática refleja

Síndromes dolorosos en hombro

Síndromes dolorosos en extremidad superior

Síndrome del miembro fantasma

Neuropatía periférica

Síndrome postlaminectomía

Cefalea tipo tensional

### **Dolores relacionados a cáncer<sup>3</sup>**

Dolor secundario a malignidad en cabeza, cara, cuello, hombros y extremidad superior.

Metástasis a cabeza, cara, espina cervical, hombro y extremidad superior.

Neuropatía periférica relacionada con quimioterapia.

### **Contraindicaciones.**

Tradicionalmente, las contraindicaciones para el bloqueo epidural se han clasificado como absolutas, relativas y controvertidas.

#### **Absolutas**

Son, entre otras, que el paciente la rechace, la hipovolemia grave y no corregida (la simpatectomía con hipovolemia puede causar colapso circulatorio profundo), incremento de la presión intracraneal (suele predisponer a hernia del tallo encefálico en caso de punción dural accidental o si se inyecta con rapidez un volumen considerable de anestésico local en el espacio epidural) e infección en sitio de inyección. Si bien la alergia verdadera a los anestésicos locales de ambas clases es extremadamente rara, también es una contraindicación absoluta. <sup>3</sup>

## **Relativas**

La coagulopatía, sea yatrógena o idiopática, que solía ser una contraindicación absoluta, ahora se considera como contraindicación relativa. Como quiera que sea, los anticoagulantes deben suspenderse con base en el mecanismo de acción y la duración del fármaco. La mayor preocupación respecto de la terapia anticoagulante y la anticoagulación es el riesgo de hematoma epidural. De acuerdo con las declaraciones de consenso emitidas por la American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, el bloqueo epidural puede colocarse 4 h después de la última dosis de heparina por vía subcutánea y 12 horas después de la última dosis de bajo peso molecular. Los antiinflamatorios no esteroideos incluida la aspirina, no constituyen una contraindicación del bloqueo epidural siempre que la colocación del catéter no se complique (uno o dos intentos). Otras contraindicaciones relativas son falta de cooperación por parte del paciente (que expone a las estructuras neurales a riesgo inaceptable de lesión), estados de gasto cardiaco fijo (incapacidad para incrementar el gasto cardiaco en respuesta a simpatectomía), anomalías anatómicas de la columna vertebral (que hacen técnicamente imposible la colocación) y enfermedades neurológicas inestables (que suelen ocultar signos y síntomas de exacerbación). Se han publicado informes de caso de pacientes con enfermedades neurológicas graves, como defectos del tubo neural, síndrome de Guillain-Barré y tetraplejia con Hiperreflexia del sistema nervioso autónomo, sometidos sin riesgos a anestesia epidural. En estos pacientes se requiere de evaluación y documentación cuidadosa del estado neurológico basal, análisis profundo de los riesgos y beneficios y método multidisciplinario. Antes de instituir el bloqueo epidural es necesario adoptar este mismo enfoque con cualquier paciente afectado por una enfermedad grave.<sup>2,3</sup>

## **Controvertidas**

Las contraindicaciones más controvertidas para la anestesia epidural son imposibilidad de comunicarse con el paciente (colocar un bloqueo epidural en un paciente anestesiado), tatuajes (riesgo potencial de que un cilindro de tejido pigmentado pase al espacio epidural), intervenciones quirúrgicas complicadas con pérdida importante de sangre y maniobras quirúrgicas que podrían poner en riesgo la respiración o en las cuales las vías respiratorias pueden ser difíciles de manejar.<sup>2,3</sup>

### **2.6. Complicaciones relacionadas con técnica de bloqueo epidural en la región cervical.**

Una característica de las complicaciones del bloqueo cervical extradural es que pocas complicaciones, o secuelas serias han sido descritas en la literatura científica. Hay solo algunos casos informados. De manera infrecuente, en la literatura se han registrado hematomas y abscesos cervicales espontáneos (sin relación con alguna intervención). Sin embargo, estas complicaciones asociadas con el bloqueo cervical epidural son extremadamente raras. Existe acuerdo en la impresión de que las complicaciones en este tipo de bloqueos son muy raras, habiéndose especulado que esto podría ser debido, al menos en parte, al alto entrenamiento y habilidades de los anestesiólogos que realizan estos procedimientos.<sup>21</sup>



## **Dificultad respiratoria**

Una variable de indiscutible valor es el impacto de esta técnica sobre la función respiratoria y la saturación de oxígeno. Las diferencias observadas respecto a los valores basales de  $SO_2$  (pulsioximetría) no afectaron la evolución de la cirugía, ya que las cifras en ningún momento descendieron de seguridad<sup>24</sup>. El bloqueo evidente de ambos nervios frénicos pudiera resultar en la incapacidad para respirar. Lo que es notable es lo que los bloqueos epidurales intencional en el cuello parecen no estar asociados con bloqueo sintomático del nervio frénico. Aparentemente el nervio frénico es más resistente a ser bloqueado en el espacio epidural, que cualquier otro nervio motor. Los bloqueos cervicales epidurales han sido realizados con lidocaína al 2% (la cual usualmente bloquea fibras motoras de forma muy efectiva y los pacientes mantienen ventilación adecuada. Existe abundante experiencia informando la seguridad y eficacia de Bupivacaína en concentraciones tan bajas como 0.375% o menores. Ropivacaína 0.4% a 0.5% o menos concentrada pudiera ser aún más idónea para el bloqueo cervical epidural. La única evidencia registrada de dificultad respiratoria, fueron casos reportados en inválidos pulmonares, en los cuales se usó bupivacaína 0.5% y hubo alteraciones en las gasometrías arteriales, suficientes para preocuparse, pero sin fatalidades. Otros proponentes de la anestesia cervical epidural, de hecho consideran que los pacientes con daño pulmonar son candidatos para esta técnica<sup>21</sup>.

Capdevila y colaboradores, estudiaron 10 pacientes que fueron operados de la mano únicamente con anestesia cervical epidural. Se realizaron pruebas espirométricas, gasométricas y evaluación ultrasonográfica de los movimientos del diafragma. Se estudiaron dosis de de bupivacaína de 0.37% y 0.25%. Observaron cambios estadísticos significativos pero



irrelevantes en la gasometría arterial. La PaCO<sub>2</sub> media aumentó de 35.2 a 39.3 mmHg y la SpO<sub>2</sub> bajo a 98%. Los cambios clínicamente significativos en la Espirometría solo fueron vistos en maniobras forzadas. Los cambios en la movilización diafragmática se vieron solamente durante ventilaciones de capacidad vital. Stevens administró lidocaína 2% en la región cervical epidural en 15 enfermos con enfermedad pulmonar que fueron sometidos a endarterectomía carotídea o inyección de esteroides para dolor de cuello. Una dosis de 15 ml de lidocaína al 2% fue administrada a nivel de C7 -T1. Los dermatomas estuvieron entre C2 a T12, como una media de C3-T8. El bloqueo se tardó de 20 a 40 minutos para alcanzar las alteraciones máximas en la ventilación. La CVF y el VEF 1 bajaron 12% al 16%. La presión máxima inspiratoria y la saturación arterial de O<sub>2</sub> no se modificaron. Solo un caso esta serie se consideró que tuvo bloqueo clínico significativo del nervio frénico. No obstante los buenos resultados, Stevens no recomendó esta técnica y sugiere utilizar volúmenes más pequeños para preservar algo de la función de los músculos intercostales, y también recomendar utilizar anestésicos locales concentraciones que eviten el bloqueo motor , para obtener aún más seguridad. No hay necesidad de bloquear hasta T12 mediante un bloqueo cervical epidural<sup>21</sup>.

### **Hematoma en el espacio epidural**

El hematoma cervical epidural iatrogénico se ha descrito muy raramente <sup>23</sup>. El último caso informado en la literatura mundial fue hace 10 años. Ha sido sugerido que este riesgo es menor que en la región lumbar ya que la presión venosa en la posición de sentado, es menor en el cuello que en la región lumbar. Cualquier hematoma que se observe es más probable que sea de origen espontáneo<sup>21</sup>.

### **Absceso epidural**

El absceso epidural en la región cervical como complicación solo se ha descrito en una ocasión. El riesgo debería ser el mismo o menor que para otras regiones del espacio epidural<sup>21</sup>.

### **Hipotensión arterial**

Un bloqueo segmentario en la región cervical rara vez produce bradicardia que requiera terapia antimuscarínica. Cuando se requiere, habitualmente la atropina es muy efectiva. La hipotensión arterial se presenta aún menos con los bloqueos cervicales, que aquella que se observa con los bloqueos epidurales lumbares extensos. Esto se debe a la conservación del tono simpático de las vísceras y las piernas<sup>21</sup>.

### **Daño medular directo**

La punción de la medula espinal cervical con aguja Touhy durante el bloqueo cervical epidural solo ha sido descrita en dos casos. Hodges fue el primero en describir dos pacientes que posiblemente tuvieron daño medular después de la inyección de esteroides para dolor de cuello. Dolor y cambios neurológicos se desarrollaron dentro de las 24 horas posteriores. La opinión del autor fue que la fluoroscopia utilizada fallo en la prevención de la punción medular, pero que la sedación utilizada, pudo haber reducido la habilidad de los enfermos para describir síntomas que hubieran conducido a evitar esta inyección, después de que se había lesionado la médula. Gieber estudio 4185 pacientes que tuvieron bloqueos epidurales torácicos altos. La incidencia total de punción dural fue de 0.7% (n=30), dolor radicular postanestésico de 0.3%, que desapareció en todos al retirar el catéter epidural, y ningún caso de daño medular sintomático. Hubo una menor incidencia de complicaciones en los bloqueos altos (T3-T7) comparado con los bloqueos bajos (T8-T12). La literatura radiológica informa casos en los

que durante intentos de mielografía cervical, se perforó la médula sin secuelas aparentes<sup>21, 25</sup>.

## **2.7. Farmacología de los anestésicos locales**

### **Química medicinal**

Todos los anestésicos locales contienen un anillo aromático y una amina en los extremos de la molécula, separados por una cadena de hidrocarburo, y un enlace éster o amida.<sup>2</sup>

### **Acción de los anestésicos locales**

El anestésico local se une a los canales de sodio, principalmente en estado de inactividad, e impide que el canal se active más. Se evita el movimiento de iones de sodio hacia el interior de las células y se bloquea muy eficazmente la aparición del potencial de acción. El potencial de membrana en reposo resultante no se ve afectado por la estimulación adicional del nervio, fenómeno denominado estabilización de membrana de anestésicos locales.<sup>2</sup>

### **Biofísica de los canales de Na sensibles al voltaje y a los anestésicos locales.**

El estudio de los mecanismos de acción de los anestésicos locales en los nervios consiste en análisis de las interacciones entre los anestésicos locales y los canales de Na sensibles al voltaje, pues en ellos se encuentra el sitio de unión a anestésicos locales. Dichos canales son proteínas de membrana integrales que inician y propagan potenciales de acción en axones, dendritas y tejido muscular; además de iniciar y mantener las oscilaciones del potencial de membrana en células cardiacas y cerebrales especializadas conforman y filtran aferencias sinápticas. Los canales de Na comparten características estructurales con otros canales de iones sensibles al voltaje en su "superfamilia" genética, entre otros, los canales de Ca y de K. Los canales de Na

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

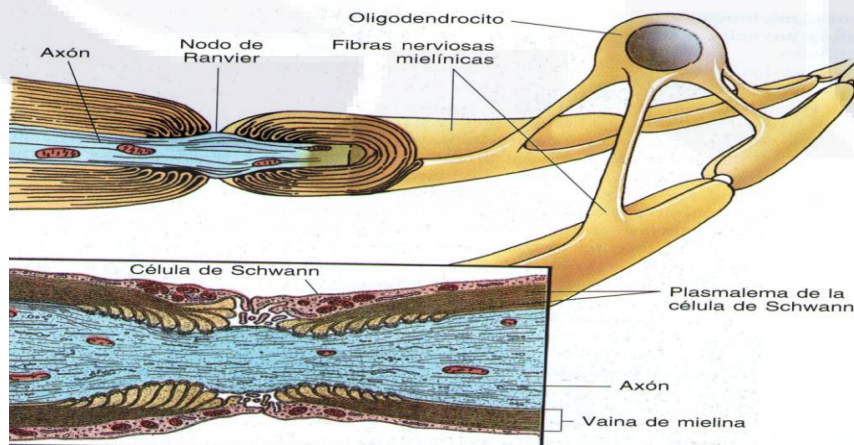
contienen una subunidad  $\alpha$  de mayor tamaño y una o dos subunidades  $\beta$  más pequeñas, dependiendo de la especie y del tejido de origen. Las subunidades  $\alpha$ , que es el sitio de conducción de iones y de unión con los anestésicos locales, tiene cuatro dominios homólogos, cada uno con seis segmentos que abarcan la membrana helicoidal. La superficie externa de la subunidad  $\alpha$  está muy glucosilada, característica que le permite orientar el canal de manera apropiada dentro de la membrana plasmática.<sup>2</sup>

Los intervalos solo tienen uno o dos genes que codifican para la subunidad  $\alpha$  de canal de Na, a diferencia de los seres humanos, que tienen nueve, activos en cuatro cromosomas, con expresión y localización celulares específicas para los productos del gen. El gen  $Na_v1.4$  (convencionalmente, los genetistas hacen referencia a las isoformas del canal de Na sensible a voltaje como  $Na_v1.x$ ) proporciona canales al músculo estriado y el  $Na_v$  en el tejido neural. Los genes definidos contribuyen con formas específicas del canal de Na para cada uno de los axones no mielinizados, los nódulos de Ranvier en axones motores y los nociceptores de ganglios pequeños de la raíz dorsal. Si bien todas las subunidades  $\alpha$  del canal de Na se unirán a anestésicos locales más o menos de la misma manera, no todas se unirán a neurotoxinas con la misma afinidad.<sup>2</sup>

Las mutaciones de las subunidades  $\alpha$  y  $\beta$  del canal de Na llevan a enfermedades musculares y neurales. Por ejemplo, las mutaciones hereditarias de  $Na_v 1.5$  se han relacionado con el síndrome de QT largo congénito, el síndrome de Brugada y otras enfermedades del sistema de conducción.<sup>2</sup>

El bloqueo de los impulsos de una fibra nerviosa implica que un tramo definido del nervio pierda su capacidad de excitación (a fin de evitar que el impulso "salte" al otro segmento bloqueado). Así conforme

aumenta la concentración de anestésico local, será necesario inhibir un tramo más corto del nervio para evitar la conducción de impulsos. Tanto la conducción normal como la inhibición de ésta mediante anestésicos locales difieren entre fibras nerviosas mielinizadas y no mielinizadas. En el primer caso, la conducción procede a saltos, de un nodo de Ranvier (figura 15) al siguiente, proceso conocido como conducción saltatoria. Para bloquear los impulsos de las fibras nerviosas mielinizadas, por lo general es necesario que los anestésicos locales inhiban los canales en tres nódulos de Ranvier sucesivos. En las fibras no mielinizadas, que carecen del mecanismo saltatorio, la conducción es mucho más lenta que en las mielinizadas, además de que son relativamente resistentes a la anestesia local, a pesar de que su diámetro es menor, por la dispersión de los canales de Na en todas sus membranas plasmáticas. Estas diferencias entre fibras nerviosas surgen durante el desarrollo, cuando los canales de Na empiezan a acumularse en los nódulos de Ranvier de los axones mielinizados. La acumulación nodal de canales, esencial para la transmisión de señales de alta velocidad, es iniciada por las células de Schwann en el sistema nervioso periférico y por los oligodendrocitos en el sistema nervioso central. <sup>2</sup>



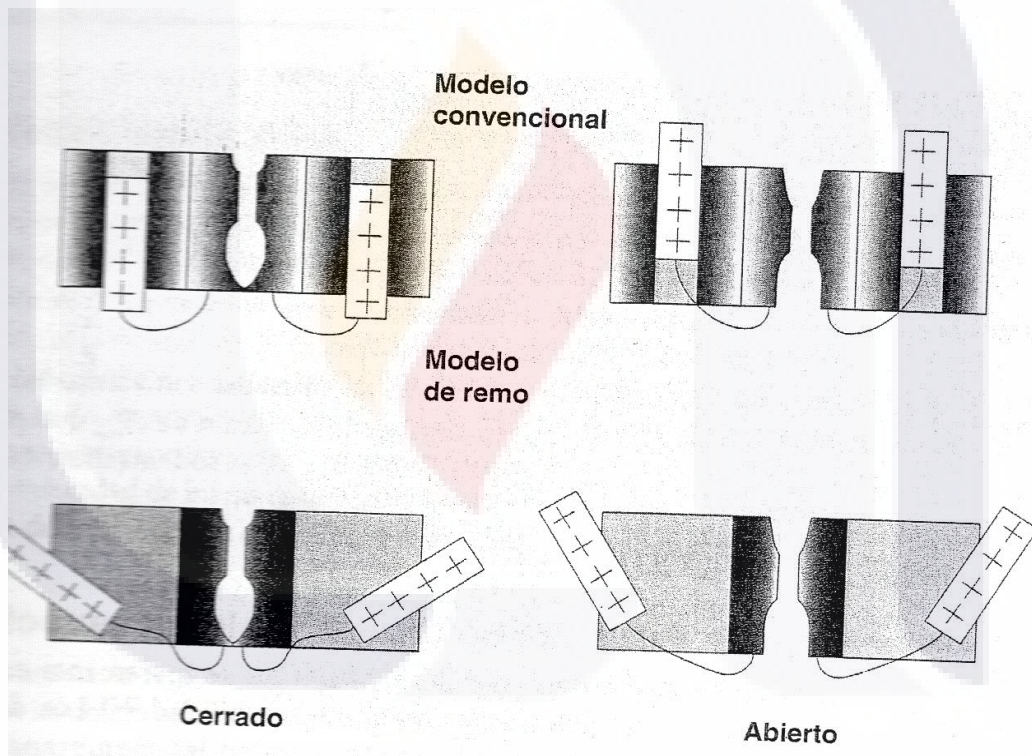
**Figura. 15. Representación esquemática de la estructura mielínica a nivel de los nodos de Ranvier.**<sup>19</sup>

Hay cuando menos tres conformaciones naturales de canales de Na, "en reposo", "abiertos" y "desactivados", que Hodgking y Huxley fueron los primeros en describir. Durante su potencial de acción, los canales de Na de las neuronas se abren brevemente para permitir que los iones de Na extracelulares fluyan hacia las células y despolaricen la membrana plasmática; luego de unos milisegundos, se desactivan (con lo cual cesa la corriente de Na). Los canales de Na regresan a la conformación de reposo con la repolarización de la membrana. El proceso mediante el cual cambian de formas conductoras a no conductoras se llama mecanismo de compuerta, que supuestamente se deben a movimientos de dipolos en respuesta a cambios de potencial. El proceso mediante el cual operan los canales sensibles al voltaje probablemente comprende movimientos de sensores de voltaje en forma de remo dentro del perímetro externo del canal. (Ver figura 16) La velocidad de los procesos de compuerta difiere entre las formas de las subunidades  $\alpha$  de  $Na_v$ ; el de compuerta de las formas de músculo estriado y de los nervios es más rápido que el de las formas cardiacas.<sup>2</sup>

La anestesia local se produce cuando los anestésicos locales se unen a canales de Na e inhiben la permeabilidad a éste en que se basan los potenciales de acción. El conocimiento de los mecanismos de los anestésicos locales se ha refinado merced a varias observaciones clave. Taylor confirmó que inhiben de manera selectiva los canales de Na en nervios sometidos a fijación (pinza) de voltaje, en tanto que Strichartz fue el primero en observar el bloqueo dependiente del uso con anestésicos locales y mostró la importancia de que se abra el canal para la unión con los anestésicos locales. La dependencia del uso describe cómo la inhibición de las corrientes de Na por los anestésicos locales se incrementa con despolarizaciones repetidas, series que aumentan las probabilidades de que un anestésico local encuentre un canal de Na



abierto o desactivado; ambas formas tienen mayor afinidad por el anestésico local que los canales en reposo. Por tanto, el potencial de membrana influye tanto en la conformación del canal de Na como en la afinidad del mismo por los anestésicos locales. El bloqueo dependiente del uso parece importante para los anestésicos locales que funcionan como antiarrítmicos, y tal vez también fundamente la eficacia de las concentraciones reducidas en el manejo del dolor. Por último, recurriendo a la mutagénesis dirigida por un sitio, Ragsdale y Wang han localizado uniones de anestésicos locales con aminoácidos específicos en D4S6 de  $Na_v 1.2$  y  $Na_v 1.4$ .<sup>2</sup>



**Figura. 16.** En el modelo convencional de sensibilidad al voltaje, la parte del canal que lo detecta se desliza “dentro y fuera” de la membrana. Estudios más recientes del canal mediante difracción de rayos X sugieren que un mecanismo más apropiado es el de estructuras tipo remo que se deslizan diagonalmente a través de la membrana plasmática.

Algunos isómeros ópticos de anestésicos locales confieren una mayor seguridad aparente que sus enantiómeros opuestos. Por ejemplo, en condiciones de fijación de voltaje, el isómero Bupivacaína R (+) inhibe con mayor potencia que el isómero Bupivacaína S (-) (Levobupivacaína) las corrientes de Na cardiacas.<sup>2</sup>

### **Farmacodinamia de los anestésicos locales**

En la práctica clínica, los anestésicos locales se describen típicamente por su potencia, por la duración de su acción, por la velocidad de inicio y la tendencia al bloqueo nervioso sensitivo diferencial, propiedades que no se clasifican de manera independiente.

#### **Potencia y duración**

La potencia del bloqueo nervioso de los anestésicos locales se incrementa en función del peso molecular y de la liposolubilidad. Los de mayor tamaño y más lipofílicos penetran en las membranas de los nervios con mayor facilidad y presentan más afinidad por los canales de Na. Por ejemplo, la etidocaína y la bupivacaína son más liposolubles y potentes que la lidocaína y la mepivacaína, con las cuales están estrechamente relacionadas desde el punto de vista químico.

Los anestésicos locales son relativamente insolubles en agua, están muy unidos a las proteínas de la sangre, son más difíciles de eliminar del torrente sanguíneo desde las membranas de los nervios y su "eliminación por lavado" de nervios aislados in vitro es más lenta. Así, la mayor liposolubilidad se relaciona con un incremento de la unión con las proteínas de la sangre, así como de la potencia y de la duración de su acción. En experimentos animales, la extensión y duración de la anestesia pueden correlacionarse con el contenido de los anestésicos locales de los nervios, en cuyo caso, los bloqueos de mayor profundidad y duración provienen de volúmenes menores de los anestésicos locales

más concentrados, comparados con mayores volúmenes, menos concentrados<sup>2, 3</sup>.

### **Velocidad de inicio**

En muchos libros de texto y reseñas se afirma que el inicio de la anestesia en nervios aislados disminuye con la creciente liposolubilidad del anestésico local y el aumento del  $pK_a$ . A cualquier pH, el porcentaje de moléculas de anestésico local presente en la forma no cargada, del cual depende en gran medida la permeabilidad de la membrana, disminuye al aumentar el  $pK_a$ . Sin embargo, de los dos anestésicos locales de inicio de acción más rápido, la etidocaína es muy liposoluble y en la cloroprocaina el  $pK_a$  es mayor que el de otros anestésicos locales. Por último, la velocidad de inicio de la acción del anestésico local se relaciona con el índice de difusión acuosa, que declina al aumentar el peso molecular<sup>2, 3</sup>.

### **Bloqueo nervioso sensitivo diferencial**

La anestesia regional y el manejo del dolor cambiarían con un anestésico local que inhibiera selectivamente la transmisión del dolor y mantuviera intactas otras funciones. De cualquier modo, en general es imposible lograr una anestesia sensitiva suficiente como para abrir la piel sin deterioro motor. Como demostraron ya en 1929 Gasser y Erlanger, todos los anestésicos locales bloquearían fibras de diámetro menor a concentraciones inferiores a las necesarias para bloquear fibras de mayor diámetro del mismo tipo. Como grupo, las fibras no mielinizadas son resistentes a los anestésicos locales, a diferencia de las A- $\delta$  mielinizadas de mayor diámetro. La Bupivacaína y Ropivacaína son relativamente selectivas para fibras sensitivas. El inicio del bloqueo sensitivo con bupivacaína es más rápido que el bloqueo motor, mientras que la mepivacaína, estrechamente relacionada desde el punto de vista químico, no muestra un inicio diferencial en bloqueos del nervio

mediano. La anestesia diferencial verdadera quizá llegue a ser posible cuando se cuente con antagonistas selectivos a las isoformas de  $Na_v$ ; se ha encontrado que algunas predominan en los ganglios de la raíz dorsal, y dichas poblaciones relativas pueden cambiar en respuesta a diversos estados de dolor <sup>2,3</sup>.

### **Otros factores que influyen en la actividad de los anestésicos locales**

Son muchos los factores que influyen en la capacidad de un anestésico local dado para producir una anestesia regional adecuada, entre otros, la dosis, el sitio de administración, los aditivos, la temperatura y el embarazo. Conforme aumenta la dosis, lo mismo sucede con la probabilidad de éxito y la duración de la anestesia, mientras que disminuye la velocidad en el inicio de la acción y la tendencia al bloqueo diferencial. En general, la anestesia de inicio más rápido y menor duración ocurre con las inyecciones espinales o subaracnoideas; con bloqueos del plexo se obtienen inicio lento y duración prolongada<sup>2</sup>.

A las soluciones de anestésico locales suele añadirse adrenalina para provocar vasoconstricción y para que sirva como marcador para las inyecciones intravasculares. La adrenalina y otros  $\alpha_1$ -agonistas incrementan la duración del anestésico local, sobre todo porque prolongan y aumentan las concentraciones intraneurales del anestésico. El flujo sanguíneo apenas disminuye y el bloqueo persistirá mucho después de que se haya disipado el efecto  $\alpha_1$ -adrenérgico en el flujo sanguíneo. Otros aditivos populares para anestésicos locales incluyen clonidina,  $NaHCO_3$ , opioides, neostigmina e hialuronidasa<sup>2</sup>.

Aparentemente, los anestésicos locales son más potentes a pH básicos, en cuyo caso, una fracción mayor de moléculas de anestésicos local no tiene carga, a diferencia de lo que sucede con pH más ácidos.

Las bases de anestésicos locales no cargadas se difunden a través de las vainas y las membranas de los nervios con mayor facilidad que las cargadas y se acelera el inicio de la anestesia. No sorprende que en algunos estudios clínicos se demuestre que agregando bicarbonato de sodio a los anestésicos locales se acelera el inicio del bloqueo nervioso, si bien su acción es irregular, y no en todos los casos el inicio de la anestesia es más rápido. Podría anticiparse que el bicarbonato es más efectivo cuando se añade a soluciones de anestésicos locales a las cuales el fabricante añadió adrenalina, pues son más ácidas que las "simples" (sin adrenalina), de modo que se conserve durante más tiempo en buen estado<sup>2</sup>.

### **Concentraciones sanguíneas y farmacocinética**

Las concentraciones máximas de los anestésicos locales varían según el sitio de inyección. Con la misma dosis de anestésico local, los bloqueos intercostales producen sistemáticamente concentraciones máximas mayores que los epidurales o de plexo. Como se ha comentado a últimas fechas, tiene poco sentido hablar de dosis "máximas" de anestésicos locales, salvo en referencia a un procedimiento de bloqueo nervioso específico.

En la sangre, todos los anestésicos locales se unen parcialmente a proteínas sobre todo a la glucoproteína ácida  $\alpha_1$  y en segundo lugar, a albúmina. La afinidad por la glucoproteína ácida  $\alpha_1$  se correlaciona con la hidrofobicidad del anestésico local y disminuye con la protonación.<sup>2</sup>

La magnitud de dicha unión depende de la concentración de la glucoproteína ácida  $\alpha_1$ .<sup>2</sup>

Los ésteres se hidrolizan rápidamente en la sangre, catalizados por la pseudocolinesterasa. La procaína y la benzocaína se metabolizan hacia ácido para-aminobenzoico (PABA), especie en que se basa la anafilaxia a estos fármacos. Las amidas se metabolizan en el hígado. La lidocaína



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pasa por N-desalquilación oxidativa (por los citocromos CYP 1<sup>a</sup>2 y CYP 3A4 hacia monoetil glicina xilidida y glicina xilidida). La Bupivacaína, la Ropivacaína, la mepivacaína y la etidocaína también pasan por ese proceso de N-desalquilación e hidroxilación. La prilocaína se hidroxila hacia O-toluidina, que causa metahemoglobinemia. Es de esperar que las dosis de prilocaína >8 mg/kg produzcan concentraciones de metahemoglobina suficientes para provocar cianosis clínica. La depuración de anestésicos locales amida depende mucho del flujo sanguíneo hepático, la extracción por el hígado y el funcionamiento de las enzimas, y se reduce por factores que disminuyen el flujo sanguíneo hepático, como los bloqueadores H<sub>2</sub>, y por insuficiencia cardiaca o hepática. La disposición de los anestésicos locales amida se altera durante el embarazo debido a que aumenta el gasto cardiaco, el flujo sanguíneo hepático y la depuración, así como por la declinación de la unión a proteínas. La insuficiencia renal tiende a incrementar el volumen de distribución de los anestésicos locales amida y a disminuir la acumulación de subproductos metabólicos de anestésicos locales éster y amida. En teoría, la deficiencia de colinesterasa y los inhibidores de esta última deben aumentar el riesgo de toxicidad sistémica por anestésicos locales éster; sin embargo, no hay datos confirmatorios<sup>2</sup>.

Algunos fármacos inhiben a varios citocromos de los cuales depende el metabolismo de los anestésicos locales; sin embargo, la importancia de los inhibidores de los citocromos varía en función de la especie de anestésico local en particular. Los bloqueadores β y los bloqueadores de los receptores H<sub>2</sub> inhiben al CYP 2D6, lo cual puede contribuir a la reducción del metabolismo de los anestésicos locales amida. El itraconazol no incide en el flujo sanguíneo hepático, pero inhibe el CYP 3A4 y la eliminación de la bupivacaína en 20 a 25%. La Ropivacaína es hidroxilada por el CYP 1A2 y metabolizada hacia 2',6'-pipecoloxilidida



por el CYP 3A4. La fluvoxamina inhibe el CYP 1A2 y reduce la depuración de Ropivacaína en 70%. Por otra parte, la administración conjunta con inhibidores potentes de CYP 3A4 (cetoconazol, itraconazol) apenas afecta la depuración de Ropivacaína. <sup>2</sup>

### **Mecanismo de acción de los anestésicos locales para el bloqueo neuroaxial**

Dentro del asta dorsal, los anestésicos locales pueden bloquear tanto canales de iones de sodio como de potasio en las neuronas, de modo que se inhibe la generación y propagación de las señales de dolor (actividad eléctrica nociceptiva). El bloqueo de los canales de iones de calcio de la médula espinal conduce a resistencia de la estimulación eléctrica por nervios aferentes nociceptivos y se crea una intensa acción analgésica observada en anestésicos locales administradas centralmente. <sup>2, 6, 8,9.</sup>

Además de modificar los canales de iones del neuroeje central, los anestésicos locales administrados por vía epidural inhiben de manera indirecta la liberación de la sustancia P y otros neurotransmisores implicados en el procesamiento de la transmisión del dolor a partir de las terminales presinápticas de las células ganglionares de la raíz dorsal. Los efectos supuestos de los anestésicos locales administrados centralmente en la sustancia P y estos otros neurotransmisores están enlazados con el bloqueo presináptico, no se liberan estos neurotransmisores (glutamato, sustancia P, péptido relacionado con el gen que codifica para calcitonina [CGRP], neurocinina 1 y 2 [NK1, NK2]) en el nivel presináptico. Por tanto, los anestésicos locales administrados por vía epidural pueden inhibir de manera indirecta la transmisión de señales de dolor. <sup>2</sup>

Los fármacos que se usan para bloqueo epidural suelen clasificarse en anestésicos locales de acción corta, intermedia y prolongada. El inicio

del bloqueo epidural en los dermatomas inmediatos al sitio de inyección por lo general se detectan de 5 a 10 minutos después de la aplicación de cualquier anestésico local, en tanto que el tiempo que debe transcurrir hasta el efecto máximo depende del fármaco elegido, así como de la dosis y el volumen. El anestésico local de acción más corta para el bloqueo neuroaxial es la cloroprocaína (un éster). El anestésico local de acción intermedia más común en anestesia quirúrgica, por vía epidural, es la lidocaína al 2%. Cuando se agrega adrenalina a la solución (1: 200 000), su efecto se prolonga de 40 a 60 %; sin embargo, aumenta la incidencia de hipotensión en pacientes a quienes se administra analgesia epidural lumbar debido al efecto beta de las soluciones que contienen adrenalina, la cual conlleva vasodilatación periférica.<sup>6,8,9</sup>

Los anestésicos locales de acción prolongada que se usan para bloqueo epidural son Bupivacaína, Levobupivacaína y Ropivacaína al 0.5%.<sup>6, 11,23</sup> De estos, el de uso más frecuente para bloqueo epidural es la Bupivacaína. Para analgesia puede usar concentraciones diluidas, en tanto que las soluciones más concentradas se aplican a la anestesia quirúrgica. La adrenalina agregada a la solución suele prolongar su efecto, pero es menos congruente con los fármacos de acción más corta. La inyección intravascular accidental de Bupivacaína ha producido reacciones cardiopáticas graves (hipotensión, bloqueo auriculoventricular) resistentes a los métodos de reanimación habituales por su alto grado de unión a proteínas y su efecto más pronunciado en el bloqueo de los canales de sodio cardiacos.<sup>2, 18</sup>

### **Dosis, volumen y concentración**

La dosis de anestésico local necesaria para analgesia o anestesia depende de la concentración de la solución y del volumen inyectado. La concentración del medicamento afecta la densidad del bloqueo, y mientras mayor sea, más profundo será el bloqueo motor y sensitivo.

Las concentraciones menores suelen resultar en un bloqueo sensitivo más selectivo. El volumen es variable en el grado de distribución del bloqueo: a mayor volumen, mayor el número de segmentos bloqueados. Una pauta generalmente aceptada para la dosificación de la anestesia epidural en adultos es de 1 a 2 ml por cada segmento que va a bloquearse, pero se debe ajustar a la talla del paciente si es muy bajo o muy alto. El volumen es el factor clave para determinar la altura del bloqueo. La receta de cocina para la dosificación de un bloqueo epidural en adultos es de 1 a 2 ml por segmento que vaya a bloquearse. La pauta para ajustar para pacientes de menor estatura (<1,58 m) o más altos (>1,88m).<sup>2,3</sup> Ver cuadro 3, donde se mencionan las dosis farmacológicas para bloqueo peridural.

<b>Fármaco</b>	<b>Concentración (%)</b>	<b>Inicio (min)</b>	<b>Duración simple (min)</b>
2-cloroprocaina	3	10 a 15	45 a 60
Lidocaína	2	10 a 15	80 a 120
Mepivacaína	1	15	90 a 160
	2	15	Igual
Bupivacaína	0.25	15 a 20	160 a 220
	0.375 a 0.5		
Etidocaína	1	15 a 20	120 a 200
Ropivacaína	0.5	15 a 20	140 a 180
	0.6 a 0.75		
Levobupivacaína	0.5	15 a 20	160 a 220

**Cuadro 3. Anestésicos locales para bloqueo epidural**

## **2.8. Sedación-analgésia durante la anestesia local y regional**

Durante la anestesia local y regional, es frecuente administrar medicamentos tanto sedantes como analgésicos para que el paciente esté más cómodo mientras es intervenido. Son muchos los sedantes analgésicos que se han utilizado para premedicación (entre otros barbitúricos, benzodiazepinas, analgésicos opioides,  $\alpha 2$ -agonistas), pero el midazolam sigue siendo el más popular por sus propiedades sedantes, ansiolíticas y amnésicas predecibles, independientemente de la vía de administración (esto es, oral, tópica o parenteral). Por otra parte, disminuye el umbral convulsivo (como otras benzodiazepinas). Para este fármaco se ha utilizado una amplia variedad de sistemas de suministro, como bolos intermitentes, administración de ritmo variable o controlado por blanco, así como técnicas de sedación y analgesia controlada por el paciente, durante procedimientos que requieren de anestesia local y regional.<sup>3,17</sup>

Los sedantes hipnóticos también suelen usarse para que los procedimientos sean más tolerables, pues reducen la ansiedad y proporcionan un grado apropiado de sedación y amnesia intraoperatorias. En procedimientos quirúrgicos más prolongados, los pacientes pueden mostrar inquietud o aburrimiento, o bien sentirse incómodos porque se les fuerza a permanecer inmóviles, de modo que los sedantes hipnóticos, así como los métodos no farmacológicos (por ejemplo, música) suelen permitir que descansen durante la operación. La ansiedad puede reducirse con benzodiazepinas e información adecuada previa a la operación, manteniendo al paciente caliente y cubierto, y permitiéndole escuchar música relajante durante el procedimiento.<sup>3</sup>

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Aunque en el pasado las benzodiacepinas (por ejemplo, diazepam, midazolam) eran los más populares para “sedación consciente”, han sido desbancados por sedantes hipnóticos (como metohexital, etomidato y propofol) y analgésicos (por ejemplo, alfentanilo y remifentanilo) IV más fáciles de titular. El metohexital, barbitúrico de acción más corta que el tiopental, era el sedante hipnótico IV, preferido antes de la introducción del propofol. El etomidato, fármaco de inducción IV popular para intervenciones quirúrgicas cardiovasculares, puede administrarse de manera lenta y continua (5 a 20 mcg/kg/min), además de ser particularmente útil para la sedación de ancianos y de sujetos con enfermedades cardíacas subyacentes de consideración, por sus propiedades depresoras cardiovasculares mínimas. No obstante, combinado con analgésicos opioides, se relaciona como incremento del riesgo de náuseas y vómitos posoperatorios (PONV).<sup>3</sup>

La técnica sedante más popular consta de una dosis pequeña de midazolam (1 a 2 mg) para premedicación (o inducción de la sedación) y propofol (0.5 a 0.75 mg/kg seguidos de administración lenta, a ritmo variable, de 25 a 100 mcg /kg/min). La titulación cuidadosa de estos anestésicos IV es esencial para mantener el nivel deseado de sedación y evitar, al mismo tiempo, la depresión ventilatoria durante la intervención quirúrgica, y para asegurar la recuperación expedita del funcionamiento de la operación.<sup>3,22.</sup>

### **Midazolam**

Actúan en los receptores de GABA, activándolos. Produce efectos generales de sedación y también se pueden usar como hipnóticos. Las benzodiacepinas tienen poco efecto depresor cardíaco y respiratorio, pero tienen una latencia más larga que el tiopental, por lo tanto

demoran mucho más en producir el efecto hipnótico. Las benzodiazepinas no tienen efectos analgésicos.<sup>3,18</sup>

El midazolam es una imidobenzodiazepina, de vida media corta, hidrosoluble muy lipofílica. El midazolam se aplica en la actualidad en técnicas para sedación o hipnosis o en asociación a otros fármacos fijos (analgésicos, relajantes musculares) en la denominada anestesia intravenosa total o bien en combinación con agentes inhalatorios, inducción anestésica y mantenimiento asociado a fármacos fijos.<sup>17, 18</sup>

El midazolam es una benzodiazepina de elección en anestesiología, por sus características farmacodinámicas y farmacocinéticas. Su acción hipnótica profunda es manifiesta por la pérdida del reflejo palpebral. Por sí mismo, el midazolam, a dosis de inducción, deprime la ventilación pulmonar a nivel cardiovascular, produce leve hipotensión manteniendo la frecuencia cardíaca. La inducción con midazolam debe respetar la dosificación titulada, teniendo como orientación una dosis de 100 a 300 mcg/kg (en pacientes medicados previamente) o en caso contrario, la dosis debe elevarse hasta los 500 mcg/kg. La titulación de la dosis está referida a la medicación previa, sinergismo con otros fármacos y a la susceptibilidad del paciente ante las benzodiazepinas. En la elección de la inducción con midazolam debe tenerse en cuenta su  $t_{1/2}$  de eliminación de alrededor de 2 horas.<sup>18,3.</sup>

El midazolam es depresor de la ventilación y dependiente de la dosis y de la velocidad de inyección endovenosa. Se relaciona a la miorreajación central del musculo liso traqueobronquial y al aumento de la resistencia de la vía aérea supraglótica. A dosis clínicas el midazolam tiene efectos leves o moderados sobre el aparato cardiovascular, con menor resistencia vascular periférica, tendencia hipotensiva y taquicardizante. A grandes dosis el midazolam produce depresión miocárdica y profundiza la hipotensión arterial y la taquicardia; sin



embargo estos efectos tienen una meseta, pues a mayores niveles plasmáticos, no se deprimen en igual medida las funciones cardiovasculares. El midazolam no yugula reacciones adrenérgicas provocadas por la intubación traqueal y la cirugía.<sup>18</sup>

La biotransformación del midazolam ocurre en el hígado como procesos oxidativos y de conjugación glucurónica. La vía oxidativa puede tener variaciones (edad, hepatopatía, fármacos) que le confieren a las benzodiazepinas en general una dosificación individual y una atención mayor a la respuesta deseada. La depuración del midazolam es rápida debido a la oxidación de su grupo imidazólico (aumenta en el etilista). Este metabolismo le permite poseer una  $t_{1/2}$  de eliminación corto (2 horas), en relación a otras benzodiazepinas. La obesidad es un factor de aumento de  $t_{1/2}$  debido a depósitos en tejido graso.<sup>18</sup>

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las técnicas anestésicas para cirugía oncológica de mama, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo son mediante Anestesia General Balanceada. Se presenta la anestesia regional epidural en la región cervical como una alternativa para el manejo de estos pacientes, mediante el uso y aplicación de anestésicos locales como la Bupivacaína al 0.375% mas una infusión de benzodiazepinas como el midazolam a una dosis 100 µg/kg en bolo. El bloqueo epidural cervical es una técnica segura, que proporciona anestesia de calidad y analgesia posoperatoria a pesar de lo cual es poco utilizada<sup>23, 24</sup>. La experiencia preliminar da pautas para investigaciones futuras.

### **4. JUSTIFICACION**

Invariablemente la técnica anestésica para cirugía oncológica de mama en el Hospital Centenario Miguel Hidalgo, Aguascalientes, se realiza con anestesia general balanceada, únicamente.

El bloqueo epidural tiene ventajas cuando se compara con la anestesia general y se considera una opción en cirugía oncológica de mama. La cirugía es el tratamiento principal y la tendencia actual es hacia procedimientos extensos con disección axilar para remover nódulos linfáticos pero la detección oportuna permite la resección localizada, para dirigir mejor el tratamiento. La técnica anestésica debe proporcionar una adecuada anestesia transoperatoria, así como una buena analgesia posoperatoria sin efectos colaterales y con un mínimo de tiempo de hospitalización. La anestesia regional tiene una menor

incidencia de dolor posoperatorio, náusea y vomito, la cual se ha demostrado en varios procedimientos y estudios<sup>4, 24</sup>.

El bloqueo epidural cervical ofrece ventajas como: a) no incrementa la morbimortalidad en pacientes de riesgo, b) se puede emplear en cualquier centro Hospitalario, requiriendo únicamente personal entrenado y equipo convencional para su aplicación, vigilancia y conducción, c) Tiene un bajo costo financiero comparado con la anestesia general inhalatoria o intravenosa. No obstante a las múltiples ventajas de la anestesia regional, actualmente hay reticencia por parte de algunos anesthesiólogos a implementarla e incluso del mismo paciente a aceptarla.<sup>23</sup>

Por estas razones ha sido de interés personal impulsar el bloqueo cervicotorácico con la finalidad de ofrecer pautas para futuras investigaciones en Hospital Miguel Hidalgo. Es imperativo el entrenamiento previo de bloqueo a nivel lumbar para poder incursionar en esta técnica, por lo que queda restringido a anesthesiólogos de gran experiencia o a residentes en el último año de entrenamiento.

## **5. OBJETIVOS**

- Proponer una técnica anestésica alternativa para el manejo de cirugía de mama así como considerar su utilidad para cirugía de cuello, tórax y extremidades superiores.
- Describir la técnica anestésica de bloqueo cervico-torácico más sedación con midazolam para cirugía oncológica de mama.
- Describir los eventos adversos derivados de la técnica.
- Ofrecer una pauta para investigaciones futuras.

## 6. TIPO DE ESTUDIO

- Estudio prospectivo, observacional, longitudinal.

## 7. MATERIAL Y METODOS

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Centenario Miguel Hidalgo. Se valoraron los criterios de inclusión y exclusión de acuerdo a cada paciente. Los pacientes ingresados al estudio después de haberseles explicado la técnica, con la autorización y firma del consentimiento informado. Se ingresó al paciente en sala de quirófano en donde se monitorizó con los siguientes parámetros: saturación de hemoglobina mediante oximetría de pulso (SATO2), electrocardiograma de 5 derivaciones de superficie en D2 y V5, presión arterial no invasiva. De manera automática y cada 5 minutos. Se llevó el record de las constantes vitales y la medicación en el registro anestésico. Se puncionó con catéter calibre #14 o #16 para venopunción y obtener un acceso venoso periférico permeable. Se administró Oxígeno a través de catéter nasal a flujo de 3 litros por minuto desde el inicio del procedimiento anestésico. En posición sedente el paciente sobre la mesa quirúrgica, en el borde de la misma sea derecha o izquierda, con las manos sobre sus rodillas, y con apoyo sobre sus pies. Se le solicitó al paciente que flexionara el cuello, inmediatamente se procedió a ubicar las apófisis espinosas C7, T1 y el espacio intervertebral del mismo. Previa asepsia y antisepsia de la región se colocaron campos estériles quirúrgicos. Con una aguja epidural tipo Touhy no. 18 se introdujo por planos desde piel, ligamentos hasta el espacio peridural, el cual es identificado con técnica de pérdida de resistencia (técnica de gota de Gutiérrez o Dogliotti)<sup>13</sup>, desde el inicio de la inserción de la aguja epidural. Siendo positiva la

prueba. Se colocó a través de la aguja epidural un catéter epidural con orientación caudal a una longitud de inserción de 4 a 5 cm, mismo que se fijo a piel con tela adhesiva. Realizamos una dosis de prueba con lidocaína con epinefrina 40 mg, por vía epidural, a través del catéter peridural<sup>4,11,23,24</sup>; cronometrando 1 min posterior a la administración y verificando con el monitoreo si hubo alguna respuesta hemodinámica. Se procedió administrar Bupivacaína 0.5% 7ml mas 3 ml de solución NaCl 0.9% en un volumen total de 10 ml para obtener la concentración al 0.375 % en jeringa estéril de 10 ml; mismo que se suministró a través del catéter peridural. Posteriormente el paciente se coloca en decúbito dorsal, dejando un periodo de latencia de 10 min, y se verificó la extensión de bloqueo y la calidad de la anestesia.<sup>4</sup> Tomando como referencia el borde inferior de la clavícula hasta el borde costal inferior. Una vez verificado el bloqueo epidural cervico-torácico administramos una dosis de midazolam a 100 µg/kg IV para sedación transoperatoria.

### **Universo:**

Pacientes femeninos con diagnóstico de Cáncer de mama sin importar la edad. Programadas de manera electiva para mastectomía radical o parcial, y toma de biopsia de mama; con una clasificación según ASA (ASA 2 y ASA 3). Tratadas por el servicio de Oncocirugía en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

## 8. CRITERIOS DE SELECCIÓN

### **Inclusión:**

- Pacientes femeninos con el diagnóstico de Cáncer de mama.
- ASA 2. ASA 3.
- Consentimiento informado de la paciente autorizado y firmado.
- Hemodinámicamente estable.
- Sin antecedentes alérgicos.
- Pruebas de coagulación normales.

### **Exclusión:**

- Falta de consentimiento de paciente.
- Infección localizada en el sitio de inyección.
- Alergia al anestésico local.
- Presión intracraneal aumentada.
- Coagulopatía u otra diátesis hemorrágica.
- Hipovolemia grave.
- Cardiopatías.
- Enfermedad desmielinizante del SNC.
- Pacientes que hayan consumido fármacos inhibidores de la agregación plaquetaria.
- Imposibilidad para comunicarse con el paciente.
- Trastornos psiquiátricos. .
- Alergia a benzodiazepinas. Reacciones adversas anteriores con su uso.

### **Criterios de Eliminación.**

- Punción advertida de duramadre.
- Punción hemática.
- Falla en la técnica.



## Definición operacional de las variables

### Variables dependientes (cualitativas)

- Dolor (transoperatorio y posoperatorio). Aquel dolor que amerite la administración de analgésicos complementarios.
- Cefalea postpunción. Aquella cefalea relacionado a una punción advertida o inadvertida con aguja Touhy con perforación de la duramadre y salida de líquido cefalorraquídeo.
- Parestesias. Define como la sensación anormal de los sentidos o de la sensibilidad general que se traduce por una sensación de hormigueo y adormecimiento.
- Dificultad respiratoria. Disminución del registro de oximetría de pulso igual o menor de 90%, con suplemento de oxígeno por puntas nasales.
- Taquicardia. Aumento de la frecuencia cardiaca por arriba del 25% de la basal.
- Bradicardia. Disminución de la frecuencia cardiaca que amerite la administración de anticolinérgicos (atropina).
- Hipotensión. Disminución de la Tensión arterial que amerite la administración de vasopresores transoperatorios.
- Escala de **EVA** (posoperatorio). Escala visual análoga (EVA): consiste en una línea recta, habitualmente de 10 cm de longitud, con las leyendas "SIN DOLOR" y "DOLOR MAXIMO" en cada extremo. El paciente anota en la línea el grado de dolor que siente de acuerdo a su percepción individual, midiendo el dolor en centímetros desde el punto cero (SIN DOLOR) y el punto 10 (DOLOR MAXIMO).
- Escala de **Ramsay** (posoperatorio). Para evaluar el nivel de sedación.

Nivel de actividad	Puntos
Paciente ansioso, angustiado o impaciente	1
Paciente cooperativo, orientado y tranquilo	2
Paciente que responde sólo al comando verbal	3
Paciente que demuestra una respuesta activa a un toque leve en la glabella o a un estímulo sonoro auditivo	4
Paciente que demuestra una respuesta débil a un toque leve en la glabella o a un estímulo sonoro auditivo	5
Paciente que no responde a un toque leve en la glabella o a un estímulo sonoro auditivo	6

- Escala de **Bromage** (posoperatorio).

<b>0</b>	Bloqueo motor completo sin poder mover manos ni codos.
<b>1</b>	Sólo mueve las manos.
<b>2</b>	Capaz de mover los codos.
<b>3</b>	Debilidad para flexionar codos y manos.
<b>4</b>	Sin bloqueo motor.

### **Variables independientes (cuantitativas)**

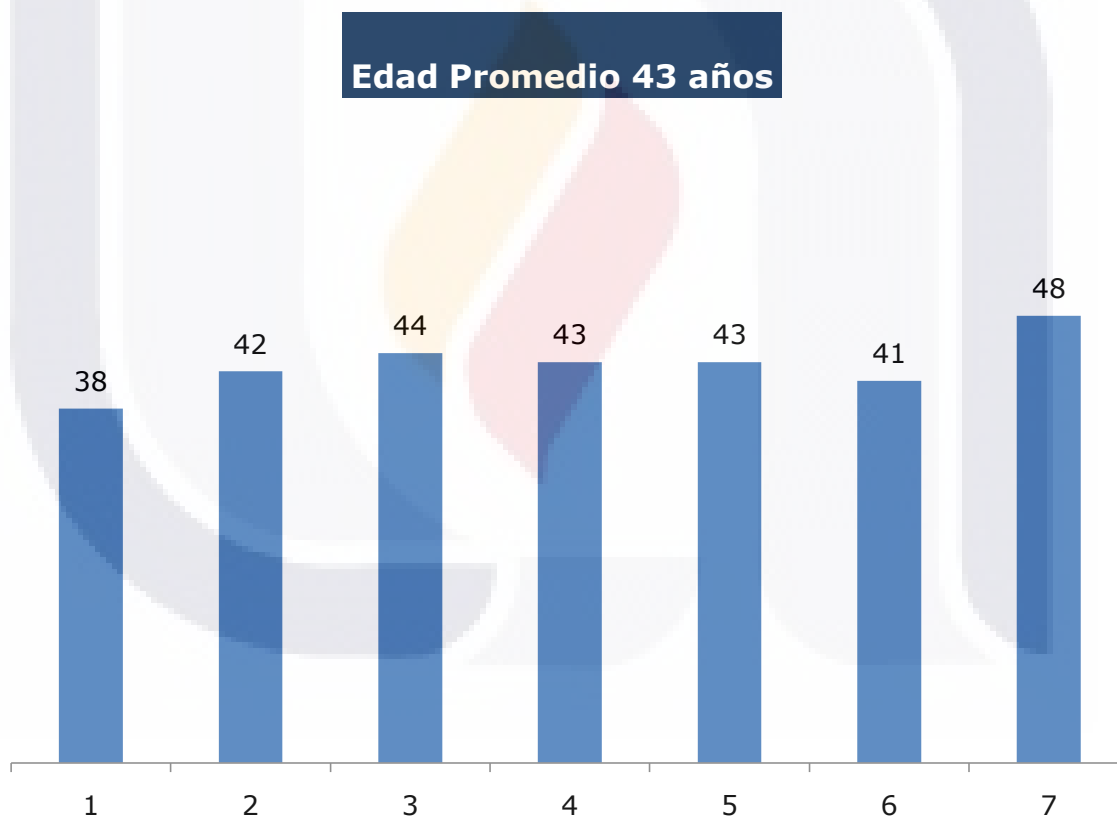
- Edad. Expresado en Años.
- Peso. Expresado en Kg.
- Estado físico ASA. Clase I, Paciente sano, Clase II, pacientes con cardiopatía asintomática; Clase III, angina controlada efectivamente con fármacos; Clase IV, pacientes con angina inestable ; Clase V, pacientes con infarto miocárdico y choque cardiogénico.; Clase VI, donador cadavérico.
- Duración de la anestesia. Inicio desde la administración de medicamentos. Cronometrado en horas y minutos.

**Análisis estadístico.**

La descripción de la técnica se realizará con medidas de tendencia central y frecuencias.

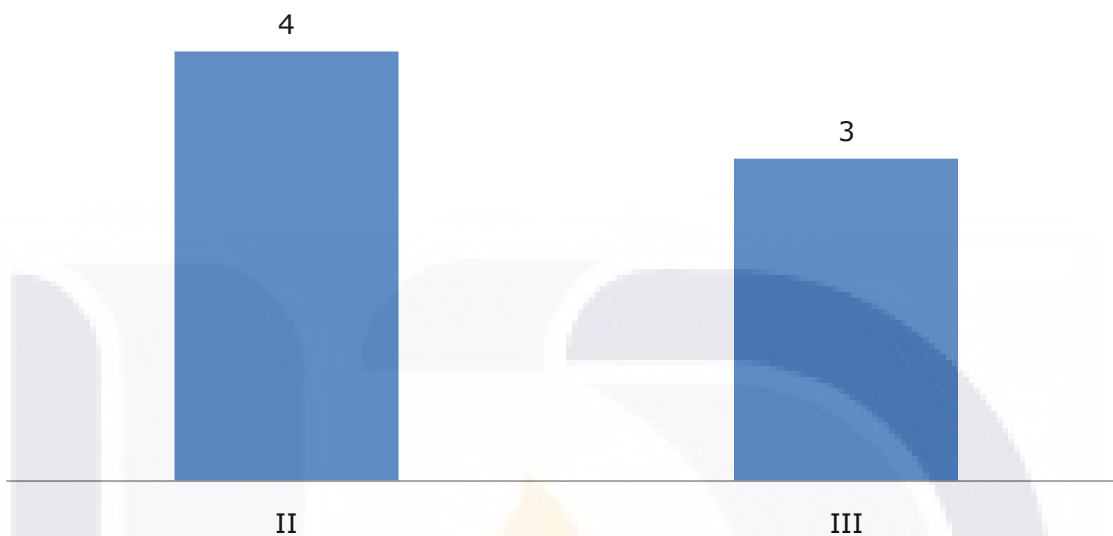
**9. RESULTADOS**

Se realizaron 7 (100%) bloqueos cervico-torácicos en pacientes femeninos para cirugía oncológica de mama, con previo consentimiento informado y firmado; el promedio de edad fue de 43 años (gráfica 1) y ASA II-III (gráfica, II), el tiempo quirúrgico fue de 92.14 minutos en promedio (gráfica 3).



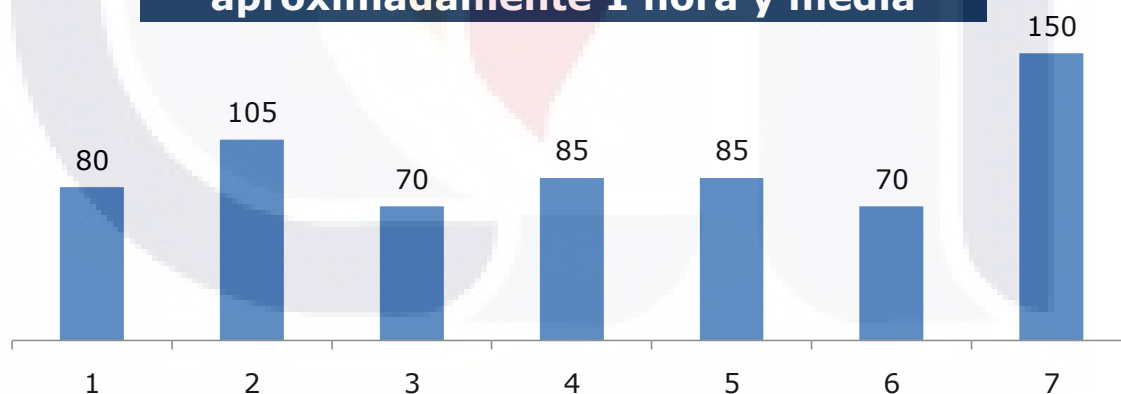
**Grafica 1. Edad de las mujeres sometidas a bloqueo epidural cervical-torácico para cirugía oncológica de mama. Edad promedio 43 años.**

### Distribución de acuerdo ASA



**Grafica 2. Distribución de mujeres de acuerdo a ASA.**

**Distribución de los casos según tiempo quirúrgico en minutos**  
**Tiempo promedio: 92.14 minutos**  
**aproximadamente 1 hora y media**



**Grafica 3. Distribución de los casos según el tiempo quirúrgico en minutos. Tiempo promedio 92.14 minutos.**

Las variables a medir relacionadas con el desarrollo de la técnica. En 1 de los 7 casos la analgésica quirúrgica fue insuficiente pero esto no provocó nada durante el período transoperatorio.

La analgesia quirúrgica insuficiente se relacionó a que el procedimiento quirúrgico duro 2 horas, 30min (180 min); aunque la duración de la Bupivacaína a la concentración del 0.375% es de 160 a 220 minutos<sup>2</sup>. La paciente refirió dolor transoperatorio, a la manipulación medica quirúrgica, requiriendo una nueva dosis al 0.375% de Bupivacaína través del catéter. (Cuadro 4)

**DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS SEGÚN LA COMBINACIÓN DE VARIABLES RELACIONADAS CON LA TÉCNICA**

VARIABLES A MEDIR RELACIONADAS A LA TECNICA						
Punción advertida de duramadre	Más de 2 intentos	Ausencia de analgesia quirúrgica	Analgesia quirúrgica insuficiente	Punción Hemática	Frecuencia	%
no	no	no	no	no	6	85.71%
			si		1	14.29%
<b>Total de Mujeres</b>					7	100.00%

**Cuadro 4. Variables a medir relacionadas a la técnica.**

En relación a las variables transoperatorias. En 5 pacientes (71.43%) de los 7 (100%) casos las mediciones de las variables transoperatorias no se presento ninguna alteración.

Solo una paciente (14.29%) de los 7 casos, presento hipotensión (60/40 mmHg) y bradicardia (frecuencia cardiaca de 45 latidos por minuto) en un tiempo de 5 minutos posteriores a la administración de la dosis de Bupivacaína a través de catéter epidural. Se revirtió inmediatamente esta condición clínica administrando atropina a razón de 100 mcg por kilogramo de peso más líquidos intravenosos (cristaloides en bolo 500 ml). Una paciente (14.29%) desconocía

padecer hipertensión arterial, con cifra tensional arterial no invasiva al inicio del procedimiento quirúrgico 140/70 mmHg, la cual se mantuvo sin cambios en relación a esta cifra de tensión arterial. (Ver Cuadro 5).

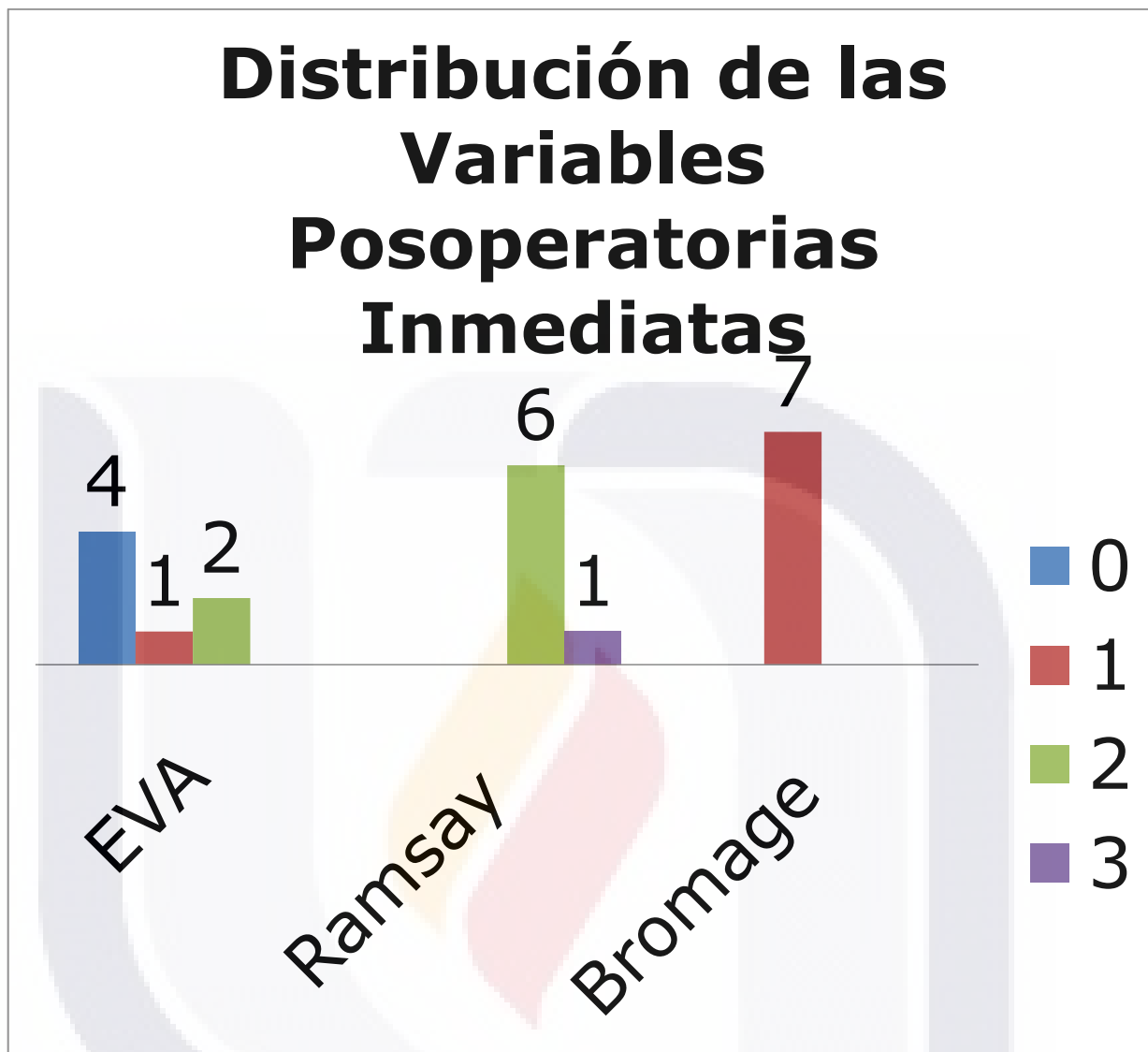
**DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS SEGÚN LA COMBINACIÓN DE VARIABLES TRASOPERATORIAS**

VARIABLES A MEDIR TRASOPERATORIAS							
HIPOTENSI ON	BRADICARD IA	DEPRESION RESPIRATOR IA	TAQUICARD IA	HIPERTENSI ON	DOLOR TRASOPERATO RIO		%
no	no	no	no	no	no	5	71.43%
				si	no	1	14.29%
si	si			no	no	1	14.29%
						7	100.00 %

**Cuadro 5. Variables a medir en el transoperatorio.**

Las variables que se midieron en el posoperatorio inmediato, fueron las siguientes: en evaluación de la escala EVA; cuatro pacientes no tuvieron dolor: EVA=0, una paciente refirió: EVA= 1 y dos pacientes: EVA=2. En la evaluación del nivel de sedación de acuerdo a la escala de Ramsay fueron 2 puntos en promedio (Paciente cooperativo, orientado y tranquilo). Solo una paciente presentó una puntuación de 3 en la escala de Ramsay (Paciente que responde sólo al comando verbal) puesto que el procedimiento quirúrgico fue prolongado y requirió dosis alternas de midazolam a 100 mcg/kg para sedación y ansiolisis. Y finalmente la evaluación de la escala de Bromage para valorar el nivel de bloqueo motor. El promedio la puntuación fue de 1 para todas las pacientes en las que se apreció solo movimiento de las manos al final de procedimiento. (Ver grafica 4).





Gráfica 4. Distribución de las variables posoperatorias inmediatas.

## 10. DISCUSION

Pocos anestesiólogos practican esta técnica en todo el mundo. Algunos anestesiólogos tienen poca experiencia, habilidad y confianza. Los que practican esta técnica están de acuerdo que es una técnica fácil y las complicaciones serias son raras <sup>2,3,20</sup>. Cuando se produce hipotensión arterial y bradicardia, la atropina es muy efectiva<sup>11, 20,23</sup>. Con respecto a la posibilidad de lesión medular, y a la luz de toda la información anterior, es verdad que clínicamente es aceptable realizar bloqueos epidurales en la región cervical. También es cierto que la punción de la médula espinal, a pesar de ser muy desagradable, automáticamente no resulta en daño permanente<sup>25</sup>. Aparentemente los casos informados de lesión medular usualmente se asociaron con la inyección a través de la aguja, de drogas potencialmente dañinas (como los esteroides) <sup>25</sup>. Parece razonable que solo debamos inyectar a través del catéter que fue fácilmente introducido 3 a 5 cm más allá de la punta de la aguja epidural. No debe haber sangre o líquido al aspirar el catéter epidural. Nunca debe inyectarse a través de la aguja de Touhy, solamente a través del catéter y siempre después de una prueba de aspiración negativa<sup>20</sup>. Las aplicaciones potenciales son variadas, en este estudio se realizó en pacientes para cirugía oncológica de mama, los cuales son sometidas principalmente a anestesia general balanceada en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Aguascalientes, Aguascalientes. El bloqueo epidural cervico-torácico es una alternativa para el manejo de estos pacientes. Tiene los beneficios de ser fácil para mantener con infusión los anestésicos locales a través de un catéter epidural, es predecible y segura. El procedimiento es una técnica especializada que solo debe ser intentada por anestesiólogos competentes en la anestesia epidural lumbar y promovida para el entrenamiento de médicos residentes de anestesiología. La administración de anestésico local

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(Bupivacaína 0.375 %) en el espacio epidural cervical, da como resultado la anestesia del plexo cervical, del plexo braquial y dermatomas torácicos superiores.<sup>23</sup>

Solo la valoración del paciente e indicación precisa para ser candidato a realizar esta técnica, dará la pauta para ofrecer este método anestésico. Por lo que una parte importante es la promoción de esta técnica por el médico anestesiólogo capacitado. Esto tiene implicación directa en la recolección de más pacientes para este estudio. Ya que la información que se le brinda al paciente sobre los beneficios y eventos adversos que tiene de someterse a un procedimiento anestésico (anestesia general vs anestesia epidural) será esencial para establecer la relación médico paciente, dejando a libre elección la decisión del paciente.

La dosis de bupivacaína al 0.375% en un volumen de 10 ml infundido por vía peridural a través de un catéter epidural es suficiente para dar una anestesia y analgesia quirúrgica, para cirugía oncológica de mama<sup>24</sup>.

Las benzodiazepinas de acción corta como el midazolam suelen usarse para que los procedimientos sean más tolerables, pues reducen la ansiedad y proporcionan un grado apropiado de sedación y amnesia intraoperatorias. En procedimientos quirúrgicos más prolongados, los pacientes pueden mostrar inquietud o aburrimiento, o bien sentirse incómodos porque se les fuerza a permanecer inmóviles, de modo que los sedantes hipnóticos, suelen permitir que descansen durante la operación<sup>2</sup>. La ansiedad puede reducirse con benzodiazepinas e información adecuada previa a la operación, durante el procedimiento<sup>3</sup>. Se eligió una dosis baja de midazolam 100 µg por kilogramo, ya que no contaba con una dosis establecida para valorar la técnica anestésica, además de considerar los riesgos de la administración conjunta de un anestésico local por vía epidural que pudiese deprimir la función

ventilatoria por probable bloqueo de raíces nerviosas del diafragma. El desconocimiento provoca incertidumbre y falta de decisión.



## 11. ANEXOS

### Hoja de recolección de datos

Nombre: \_\_\_\_\_.

Edad: \_\_\_\_\_. Expediente: \_\_\_\_\_.ASA: \_\_\_\_\_.

Procedimiento quirúrgico: \_\_\_\_\_

Tiempo quirúrgico (horas, minutos): \_\_\_\_\_.

#### VARIABLES A MEDIR RELACIONADAS A LA TECNICA.

<i>Punción advertida de duramadre</i>	<i>Más de 2 intentos</i>	<i>Ausencia de analgesia quirúrgica</i>	<i>Analgésica quirúrgica insuficiente</i>	<i>Punción Hemática</i>
SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO

#### VARIABLES A MEDIR TRANSOPERATORIAS.

<i>HIPOTENSION</i>	<i>BRADICARDIA</i>	<i>DEPRESION RESPIRATORIA</i>	<i>TAQUICARDIA</i>	<i>HIPERTENSION</i>	<i>DOLOR TRANSOPERATORIO</i>
SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO

#### VARIABLES A MEDIR POSPERATORIO INMEDIATO

<i>EVA</i>	<i>Ramsay</i>	<i>Bromage</i>
------------	---------------	----------------

## 12. BIBLIOGRAFIA

1. Keith L. Moore. Anatomía con orientación clínica. 3ª edición, editorial Médica panamericana.1999. España pp.: 49.
2. Admir Hadzic. Tratado de anestesia regional y manejo del dolor agudo. The New York School of Anesthesia. Elsevier.2011. Capítulo. 14 pp.:107-118, 229-264.
3. Steven D. Waldman. Waldman: Pain Management, 2<sup>nd</sup> edition. Cervical Epidural Nerve Block. Capítulo 153. Pp.: 1126-1137.
4. Comparative Study between Thoracic Epidural Block and General Anesthesia for Oncologic Mastectomy. Rev Bras Anesthesiol. 2008; 58; 6: 561-568.
5. A retrospective Effectiveness Study of Loss of resistance to Air or Saline for Identification of the Epidural Space. Anesth Analg 2010; 110; 558-63.
6. Cervical Epidural Anesthesia for Combined Neck and Upper Extremity Procedure: A Pilot Study. Anesth Analg 2004; 99: 1833-6.
7. The effects of cervical and Lumbar Epidural Anesthesia on Heart Rate Variability and Spontaneous Sequence Baroreflex Sensitivity. Anesth Analg 2004; 99: 924-9.
8. Continuous epidural block of the cervical vertebrae for cervicogenic headache. Chin Med J 2009; 122(4): 427-430.
9. Continuous Positive Airway Pressure Breathing Increases Cranial Spread of Sensory Blockade After Cervicothoracic Epidural Injection of Lidocaine. Anesth Anal 2007; 105: 868-71.
10. Thoracic Epidural Anesthesia Improves Outcome After Breast Surgery. Annals of Surgery 1995; 222: 5. 633-669.
11. Anestesia epidural cervical con Ropivacaína al 0.75% en la cirugía de hombro. Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim. 2002; 49: 39-43.



12. Factors Affecting the Distribution of Neural Blockade by Local Anesthetics in Epidural Anesthesia and a Comparisons of Lumbar Versus Thoracic. *Anesth Analg* 2008; 107:708-21.
13. Cervical Epidural Pressure Measurement. Comparison in the Prone and Sitting Positions. *Anesthesiology* 2010; 113; 666-71.
14. Sonographic Estimation of Needle Depth of Cervical Epidural Blocks. *Anesth Analg* 2008; 106: 1542-7.
15. Air Bubbles Mimic Disc Herniation in MRI after Cervical Epidural Block. *Korean J Pain* 2010; 23: 3: 202-206.
16. The Effects of Cervical Epidural Anesthesia with Bupivacaine on pulmonary Function in Conscious Patients. *Anesth Analg* 1998; 86: 1033-8.
17. Quality of lidocaine analgesia with and without midazolam for intravenous regional anesthesia. Sherif Farouk, Ansam Aly. *J Anesth* (2010) 24:864–868.
18. Jorge Antonio Aldrete MD., Miguel Ángel Paladino MD. *Farmacología para anesthesiólogos, intensivistas, emergentólogos y medicina del dolor*. 1ª edición. Corpus. 2006.
19. Leslie P. Gartner, James L. Hiatt. *Histología texto y atlas*. 3a edición. McGraw Hill-interamericana. 2006.
20. Robert Raw M.D. Luis Federico Higgs Guerra. *Anestesia regional y dolor posoperatorio. Anestesia Epidural Cervical. Libro8. Blog de anesthesiólogos Mexicanos en internet AC. Y congreso virtual mexicano de anesthesiólogos*. 8 de Agosto del 2009.
21. Victor Whizar-Lugo. *La cavidad Epidural*. Editorial. *Anestesia en México*, volumen 16, No.3, (Julio- Septiembre), 2004.
22. J. Molina-Campaña., H. Murillo., A. Hevia. *Anestesia/analgesia epidural cervical en mastectomía de paciente con antecedentes*

familiares de hipertermia maligna. Rev. Soc. Esp. Dolor. (2002)9: 338-341.

23. Uriah Guevara López., Juan Bárcenas Olivares., Bernardo Gutiérrez Sougarret., Gabriela Olascoaga Ortega. Anestesia Epidural Cervical para la Cirugía de Miembros Torácico con Tres Formulaciones de Anestésicos Locales. Cirugía y cirujanos. 2005; 73:273-281.
24. Ashok Jadon, Prashant S Agarwal. Cervical Epidural Anesthesia for Mastectomy and Chronic Regional Pain Syndrome of Upper Limb-A case report. Indian Journal of Anaesthesia 2009. 53 (6): 696-699.
25. I. Jusue-Torres; J.M. Ortega-Zufiria; M. Tamari-Degenhardt; et al. Hematoma epidural cervical iatrogénico. Presentación de un caso clínico y revisión de la literatura. Neurocirugía. 2011; 22: 332-336.