



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

PETROLEOS MEXICANOS  
HOSPITAL CENTRAL NORTE  
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

**Número de intentos necesarios en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador para lograr un resultado eficaz realizado por los residentes de Anestesiología del Hospital de Pemex Central Norte**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN  
ANESTESIOLOGIA

PRESENTA:

**DRA. ALICIA MIRANDA VARGAS**

ASESORES:

**DR. ARTURO SILVA JIMENEZ**

**DR. HECTOR SANTILLAN PAREDES**

**DRA. NANCY FABIOLA ESCOBAR ESCOBAR**

**DR. GABRIEL OLVERA MORALES**

MEXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



---

DR. CARLOS ARAIZA CASILLAS

DIRECTOR HOSPITAL CENTRAL NORTE  
PETROLEOS MEXICANOS



---

DRA. GUADALUPE GRISELDA BARRERA MUZQUIZ  
JEFA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DE HOSPITAL CENTRAL NORTE  
PETROLEOS MEXICANOS



---

DR. ARTURO SILVA JIMENEZ  
JEFE DE SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA Y MAESTRO TITULAR DE  
HOSPITAL CENTRAL NORTE PETROLEOS MEXICANOS



---

DR. HECTOR SANTILLAN PAREDES  
PROFESOR ADJUNTO DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS



---

DRA. NANCY FABIOLA ESCOBAR ESCOBAR  
PROFESOR ADJUNTO DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS



---

DR. GABRIEL OLVERA MORALES  
PROFESOR ADJUNTO DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS

## INDICE

	Número de página
1. Carátula	6
2. Agradecimientos	7
3. Título	8
4. Introducción	9
5. Planteamiento del problema	10
6. Pregunta del planteamiento del problema	11
7. Marco Teórico	12
8. Justificación	28
9. Hipótesis	30
10. Objetivos	30
11. Diseño del estudio	31
12. Operacionalización de variables	31
13. Definición del Universo	37
14. Tamaño de la Muestra	37
15. Criterios de inclusión	38
16. Criterios de no inclusión	38
17. Criterios de eliminación	39
18. Descripción del procedimiento	40
19. Cédula de recolección de datos	44
20. Recursos	45
21. Cronograma de actividades	46
22. Consideraciones éticas	46
23. Medidas de bioseguridad	48
24. Resultados	49

25. Discusión	53
26. Conclusiones	57
27. Referencias bibliográficas	58
28. Anexos	61

# HOSPITAL CENTRAL NORTE PETROLEOS MEXICANOS

## DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA

### TITULO:

**Número de intentos necesarios en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador para lograr un resultado eficaz realizado por los residentes de Anestesiología del Hospital de Pemex Central Norte**

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Dra. Alicia Miranda Vargas

DOMICLIO. Avenida John F Kennedy

COL. Ampliación Las Águilas

CP. 57950

Nezahualcoyotl Estado de México

Correo electrónico. puerquiria@yahoo.com.mx

DR. ARTURO SILVA JIMENEZ  
JEFE DE SERVICIO, PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION EN ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS

DR. HECTOR SANTILLAN PAREDES  
PROFESOR ASOCIADO DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS

DRA. NANCY FABIOLA ESCOBAR ESCOBAR  
PROFESOR ASOCIADO A LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS

DR. GABRIEL OLVERA MORALES  
PROFESOR ASOCIADO A LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA Y  
ASESOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES**

Por acompañarme paso a paso en este largo camino y enseñarme que aun en los momentos más difíciles debo seguir adelante porque nada es imposible.

### **A MIS MAESTROS**

Por enseñarme que la Anestesiología es una especialidad maravillosa en la que algunos tenemos la fortuna de navegar, que es noble y bondadosa si la sabes practicar.

### **A MIS HERMANOS**

Por demostrarme que a donde vaya ustedes irán conmigo para respaldar mis decisiones y hacerme ver que cada día las cosas se pueden mejorar.

### **A MIS AMIGOS**

Por convertir estos años en una gran aventura llena de experiencias extraordinarias por que crecimos y aprendimos juntos que nuestra amistad perdure por siempre.

## **TÍTULO**

Número de intentos necesarios en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador para lograr un resultado eficaz realizado por los residentes de Anestesiología del Hospital de Pemex Central Norte.

## **INTRODUCCIÓN**

La extensión de la práctica de la anestesia regional se ha visto influenciada por la transición de la residencia a la práctica clínica, en el desempeño de procedimientos anestésicos en donde surge la necesidad de contar con el mayor número de conocimientos y elementos para satisfacer las necesidades que la población demanda.

En Estados Unidos la acreditación de los programas de residencia de anestesiología en el apartado de Anestesia Regional se evalúa con un mínimo de procedimientos y bloqueos centrales realizados. Sin embargo en nuestro país no se consideran estos programas y la formación del residente carece de la práctica de procedimientos de Anestesia Regional selectivos. En el bloqueo de plexo braquial se han descrito múltiples modificaciones en las técnicas tradicionales, hoy en día se hace uso de dispositivos como el neuroestimulador con el cual disminuye la incidencia de lesión de las estructuras neurovasculares del cuello, reduce el riesgo de neumotórax y optimiza su eficacia.

Sin embargo se requiere enseñanza por personal experto y una curva de aprendizaje del médico Anestesiólogo en formación para desarrollar las destrezas necesarias para adquirir el conocimiento, la habilidad técnica y la seguridad para realizar estos procedimientos, optimizando tiempos y recursos, con el objetivo de proporcionar seguridad al paciente, confort y una pronta recuperación.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Programa Único de Especialidades Médicas vigente contempla en sus objetivos educativos para lograr una formación integral como especialista en Anestesiología el desarrollo de habilidades y destrezas en Anestesia Regional, para su realización se describe que el Residente debe ser capaz de identificar los límites anatómicos de la región en la que se planea realizar alguna Técnica de Anestesia Regional, las indicaciones y contraindicaciones, así como las complicaciones potenciales que se pueden presentar.

Su empleo requiere entrenamiento específico para su óptimo desempeño, actualmente el uso de técnicas con auxiliares como la neuroestimulación y el ultrasonido son frecuentemente empleadas para el bloqueo de nervios periféricos ya que proporcionan mayor seguridad y éxito en la realización de estos procedimientos.

La cirugía de miembro torácico superior puede efectuarse de manera satisfactoria bajo anestesia regional, favoreciendo una adecuada analgesia posquirúrgica y menor riesgo de complicaciones sistémicas, repercutiendo en una recuperación precoz y egreso del paciente.

En consecuencia surge la necesidad de implementar en el aprendizaje y formación de los Médicos Residentes de Anestesiología el aprendizaje de técnicas de bloqueo regional de nervios periféricos con el apoyo de dispositivos tecnológicos que disminuyan el riesgo de fallas durante su administración, el tiempo para su colocación y la latencia que requiere el anestésico local para establecer el bloqueo

sensitivo y motor que permitan la realización del procedimiento quirúrgico en óptimas condiciones.

### **PREGUNTA DE PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuántos intentos en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador debe de realizar un residente de Anestesiología del Hospital de Pemex Central Norte para obtener un resultado eficaz?

## **MARCO TÉORICO**

### **HISTORIA DE LA ANESTESIA REGIONAL**

En la historia de la anestesia local no hay un día clave que represente la transición absoluta de una era previa a esta, lo que hay es una concatenación de los tres elementos necesarios para la administración de casi todos los anestésicos locales: una jeringa, una aguja y un anestésico local. Aunado al conocimiento otros factores como: la anatomía, la apreciación de los mecanismos de dolor del cuerpo, métodos objetivos para localizar nervios periféricos y el monitoreo de la administración de anestésicos locales.<sup>1</sup> La compresión directa de los nervios y la aplicación directa de hielo en lugares periféricos antes de la intervención quirúrgica se utilizó regularmente desde la segunda mitad del siglo XVIII.

La primera valoración detallada de los beneficios de la anestesia local fue obra de James Young Simpson y se publicó en 1848, decenios antes de que llegara a ser una posibilidad práctica, sin embargo fue Baron Larrey introdujo un método para producir insensibilidad local congelando la parte con un aerosol de éter, que llegó a ser el método más práctico de anestesia local hasta que quedaron de manifiesto los efectos de la cocaína.<sup>2</sup> El aerosol de éter fue utilizado como agente local hasta que fue remplazado por el cloruro de etilo en 1880.

El origen de la Anestesia local se encuentra en el descubrimiento de un arbusto del género *Erythroxylon coca*, del cual se extrae el alcaloide conocido como cocaína, tradicionalmente las hojas se mascaban por los nativos de la región con fines sociales, místicos, medicinales y religiosos, Américo Vesputio fue el primer europeo en documentar el uso humano de la hoja de coca.

En 1609, el padre Blas Valera describió que la coca protege al cuerpo de dolencias y su uso en forma de polvo reduce la hinchazón de heridas, fortalece huesos rotos, expulsa el frío del cuerpo y sana heridas.

Fue hasta 1845 cuando Francis Rynd describió la idea de introducir una solución de morfina por vía hipodérmica cerca de un nervio periférico para aliviar un dolor neurálgico, introdujo la solución por gravedad y de manera pasiva a través de una cánula.<sup>3</sup>

Un año después Wood, contemporáneo de James Young Simpson, fue el primero en combinar la aguja y la jeringa para medicar por vía hipodérmica, dedujo que la morfina podría ser más eficaz si se inyectaba cerca del nervio que inerva el área afectada. Aunque los efectos estimulantes y supresores del hambre de la cocaína ya se conocían de años atrás, hasta 1855 el químico alemán Friedrich Gaedcke hizo posible el aislamiento del alcaloide. Con los avances científicos de la época la creación de la procaína en 1904 revolucionó los anestésicos locales y en 1905 el profesor Heinrich Braun la introdujo en la práctica clínica reemplazando rápidamente a la cocaína, posteriormente en 1940 surge el desarrollo de un nuevo anestésico local llamado lidocaína por los químicos suecos Nils Löfgren y Bengt Lundquist.

Thomas Moreno descubrió que la inyección de soluciones de cocaína causaba insensibilidad bajo este conocimiento Von Anrep se inyectó una pequeña cantidad bajo la piel del brazo y notó que el área se tornaba insensible a los pinchazos, sin embargo fue Koller en 1884 quien realizó el primer procedimiento quirúrgico oftalmológico con anestesia local en un caso de glaucoma con éxito.<sup>4</sup>

En 1891, François-Franck fue el primero en aplicar el término bloqueo a la infiltración de un tronco nervioso, descubrió que el efecto del fármaco bloqueador no se limitaba a las fibras sensitivas, sino que bloqueaba todos los nervios, tanto motores como sensitivos, además de observar que la anestesia sensitiva quedaba de manifiesto con mayor rapidez que la parálisis motora. En 1895, Karl Ludwig Schleich promovía un método entonces novedoso, llamado anestesia por infiltración.

Se atribuye a Harvey Cushing la acuñación del nombre de anestesia regional para el método de bloquear un plexo nervioso bajo visión directa durante anestesia general y a G. Hirschel el uso del bloqueo ciego del plexo braquial axilar ambos en 1911, estas técnicas posteriormente fueron modificadas por Winnie quien describe la forma de abordar el plexo braquial por diversas vías basadas en referencias anatómicas.

Casi todas las técnicas de anestesia regional usadas en la actualidad se idearon durante ese primer decenio del siglo XX. Las organizaciones que fomentan la capacitación en el ramo de la anestesia regional son American Society of Regional Anesthesia que renació en 1975 y que actualmente está firmemente establecida, European Society of Regional Anaesthesia and Pain Medicine y New York Society of Regional Anesthesia fundada en 1994 por los doctores cuyo objetivo es seguir promoviendo la práctica segura y eficaz de la anestesia regional.<sup>5</sup>

## **ENSEÑANZA DE LA ANESTESIA REGIONAL**

La anestesia regional (AR) se ha transformado en los últimos 20 años a nivel internacional, la inmensidad del conocimiento desarrollado en esta área incluye bloqueos selectivos y bloqueos avanzados, en dosis únicas o con la colocación de

catéteres continuos. La Enseñanza de la Medicina Basada en Evidencia Científica en AR cambia rápidamente por lo que amerita el conocimiento de la metodología basado en un Sistema Organizacional de Enseñanza-Aprendizaje, este cambio involucra tanto alumnos como profesores.

El proceso de aprendizaje en AR, ya sea institucional o individual, es complejo y depende de una gran variedad de factores tales como preferencias institucionales, situaciones de enseñanza-aprendizaje y el número de casos realizados en un determinado lapso de tiempo.<sup>6</sup> A partir de la publicación del Consenso de Recomendaciones para el Entrenamiento y la Enseñanza de la AR tanto Europeo y Americano ASRA y ESRA respectivamente, los anestesiólogos regionalistas cuentan con evidencia científica para establecer los lineamientos en estos procesos académicos de aprendizaje para médicos Anestesiólogos en formación, en donde se recomienda necesario conocer los siguientes términos:

1. **Proeficiencia:** capacidad que una persona demuestra en el uso de una destreza o habilidad.
2. **Tipos de entrenamiento**
  - Práctica: en la actividad clínica diaria
  - Dirigida: en un modelo de residencia
3. **Competencia académica:** conjunto de conocimientos de todo lo que un estudiante debe saber relacionado con una disciplina particular y su aplicación significativa para recrear o crear conocimiento a partir de lo adquirido.

El programa de entrenamiento de AR debe considerar al menos 6 competencias:

1. Cuidados del paciente
2. Conocimiento de la Neuroestimulación
3. Habilidades de comunicación interpersonal
4. Profesionalismo
5. Práctica basada en un sistema
6. Práctica basada en el aprendizaje y mejoras

El programa comprende tres grandes áreas temáticas:

- Organización y recursos
- Programa educativo
- Proceso de evaluación

El tiempo requerido para la formación de subespecialidad en anestesiología regional y medicina del dolor de acuerdo a estas guías comprende un ciclo de 12 meses.

En el bloqueo de plexo braquial existen múltiples técnicas de abordaje, el éxito depende de la exactitud en la colocación de aguja, la localización de nervio y la inyección del anestésico local en el sitio adecuado. Las técnicas habituales de localización de nervio se basan en referencias anatómicas para estimar la posición en la que se encuentra el plexo braquial, sin embargo en el momento de la inserción de aguja, la búsqueda se torna compleja ya que es un procedimiento a ciegas en donde la localización de nervio puede ser complicada, frustrante y requerir mayor tiempo, además generan mayor incomodidad al paciente y mayor índice de complicaciones como lesión nerviosa, lesión de médula espinal, neumotórax,

punción vascular y reacciones adversas asociadas a la administración de anestésicos locales.<sup>7</sup>

A menudo, los fracasos en la realización de estas técnicas son resultado de una colocación imprecisa de la aguja y aún en manos experimentadas el porcentaje de fracaso puede ser de hasta 10-15 %.

El desarrollo racional de los programas de entrenamiento no considera en México el número necesario (Nn) de casos por procedimiento anestésico que está previamente determinado para alcanzar una óptima tasa de éxito y confiabilidad. Factores como la personalidad y las relaciones de residentes en la enseñanza deben ser tomadas en cuenta, para mejorar la educación y el interés de los médicos en la AR, se debe incluir la proeficiencia del mismo profesor o tutor. El número recomendado de casos por procedimiento forma parte del manual de aprendizaje de habilidades, es necesario conocer estas cifras, dado que los procesos de aprendizaje son procesos multidimensionales.<sup>8</sup>

Número de procedimientos recomendado por abordaje para alcanzar al menos 89% de éxito con un intervalo de confianza entre 0.007-0.099	
Epidural	90
Espinal	45-71
Kopacz-Konrad*	
Interescalénico	79
Supraclavicular	40
Infraclavicular	60
Axilar NES	25
USG	15
Caudal	32-41
Femoral	10
Ciático glúteo	69
Ciático poplíteo	40

El inicio de la práctica en bloqueos regionales tiene un carácter progresivo y es fundamental la realización de procedimientos básicos para ir avanzando en su complejidad. Un mínimo de 20 procedimientos deben ser supervisados por tutores para continuar subsecuentes procedimientos seguros sin tutor, la confianza del residente de

\* Zaragoza Lemus G.

anestesiología en sus técnicas de Anestesia Regional (AR) varía considerablemente de acuerdo al tipo de abordaje.

La mayoría de residentes en USA perciben los programas de formación adecuada sólo en anestesia espinal y lumbar. Sin embargo muchos residentes quienes están cerca del final de su entrenamiento expresan ausencia de la confianza necesaria para las técnicas con las cuáles han tenido poca experiencia.<sup>9</sup>

Escovedo y colaboradores realizaron un estudio prospectivo aleatorizado en Anestesiólogos y Residentes de Anestesiología, identificaron que los Anestesiólogos buscan durante la práctica de la AR aspectos relacionados con los pacientes, mientras los Residentes tuvieron como foco principal la adquisición de habilidades técnicas.<sup>10</sup>

---

### **Clasificación de técnicas regionales por su grado de complejidad según la NYSORA**

---

#### **Básicos**

- Bloqueo de plexo cervical superficial
- Plexo braquial vía axilar
- Bloqueo regional intravenoso
- Bloqueo de muñeca
- Bloqueo nervioso digital
- Bloqueo genitofemoral
- Bloqueo del safeno
- Bloqueo de tobillo

#### **Intermedios**

- Bloqueo cervical profundo
  - Bloqueo interescalénico
  - Bloqueo infraclavicular
  - Nervio ciático: poplíteo
-

- 
- Bloqueo de nervio femoral
  - Bloqueo poplíteo: abordaje intertendinoso y lateral
  - Bloqueo supraclavicular
  - Bloqueo obturador
  - Bloqueo de nervios intercostales

### **Avanzados**

- Femoral continuo
- Interescalénico continuo
- Infraclavicular continuo
- Paravertebral torácico
- Bloqueo de plexo lumbar
- Ciático vía anterior
- Ciático vía posterior
- Poplíteo continuo
- Neuroeje por USG

---

\*New York School of Regional Anesthesia

En el bloqueo de plexo braquial por vía interescalénica para cirugía de hombro el residente en formación requiere un promedio de tiempo de 10+/- 1.5 minutos para realizarlo, observando la presencia de bloqueo sensitivo en 12+/- 2 minutos y motor en 20.2+/- 2.1 minutos con un éxito en 91% de los procedimientos. El promedio de amperaje descrito se reduce gradualmente hasta 0.3-0.4 mA con una respuesta motora aceptable, para este procedimiento se emplea hasta 40 ml de volumen de anestésico local.<sup>11</sup>

## **NEUROESTIMULACIÓN**

La primera documentación del uso de la neuroestimulación para el alivio del dolor fue en Grecia alrededor de 63 AC. Scribonius Largus reportó que el dolor de la gota cedía de una manera importante al pararse el paciente en un pez torpedo y

recomendó este tratamiento para aliviar el dolor en general. En 1746 utilizando la botella de Leyden, Jean Jallabert descubrió la habilidad de utilizar electricidad para estimular las fibras musculares. En 1756 Leopoldo Caldini observó que la botella de Leyden podía descargarse cerca de un muslo de rana y causar contracciones involuntarias, con este argumento se inició el estudio de la bioelectricidad de forma efectiva.

En 1890, Hertz demostró que al llegar a 1,000,000,000 de oscilaciones/segundo el tejido no se estimulaba de manera dolorosa. Esta estimulación inicial era a voltajes bajos y se iba amentando con el resonador de chispa interrumpida de Hertz, que permitía las interrupciones en un circuito eléctrico completo para poder descargar corriente a un voltaje determinado. Este aumento en el control del voltaje al igual que la utilización de altas frecuencias llevó al efectivo tratamiento de la artritis, el dolor y tumores.

Hace 100 años que Hirschel realizó el primer bloqueo percutáneo de un nervio periférico, durante los siguientes 60 años la anestesia regional ha reforzado la necesidad de tener un completo conocimiento de la anatomía y de la farmacología de los anestésicos locales, ciencias básicas esenciales para asegurar la función del bloqueo y la seguridad del paciente.<sup>12</sup>

La clave del éxito dependía de la agudeza de la colocación de la aguja, de la localización del nervio y de la inyección del anestésico local, hasta que fue introducido el neuroestimulador de nervios periféricos para asistir a la localización e identificación de nervios periféricos por Ballard Wright. En 1952 Stanley y Charlotte Sarnoff en Boston desarrollaron el primer neuroestimulador transcutáneo para

localizar el nervio frénico, estimulando así la ventilación en los pacientes con poliomielitis y Fue Von Perthes, médico alemán quien dio el primer paso en el diseño de un neuroestimulador prototipo, para que después Grenblatt en 1962 trabajara en el diseño de las agujas, sin embargo fueron Montgomery junto a Raj en 1973 quienes manejaron las primeras agujas sin corriente y aisladas.<sup>13</sup>

La estimulación de los nervios periféricos se logra al establecer un circuito eléctrico, entre los dos polos de este circuito se coloca el nervio periférico a estimular. La corriente mínima efectiva para la estimulación nerviosa se denomina umbral. El campo eléctrico creado por las pulsaciones tendrá un efecto despolarizador máximo cuando el cátodo (polo negativo) entre en contacto con el nervio. La magnitud de esta corriente depende de la velocidad en alcanzar la cumbre y el tiempo total de su utilización. Un factor importante para determinar la magnitud de la corriente es la resistencia (impedancia) del cuerpo en el que el nervio se encuentra localizado y la resistencia interna del estimulador. Este hecho sigue la ley de Ohm donde la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial o al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia, la corriente que fluye durante cada pulso sigue el camino de menor resistencia; entre los electrodos la corriente se dirige del ánodo, formado por un electrodo situado en la piel, hacia el cátodo constituido por la aguja. Por esta situación se aíslan eléctricamente los cuerpos de las agujas para evitar falsas localizaciones al hacer contacto con éste.<sup>14</sup>

La corriente es la variable más importante en la neuroestimulación, ya que el umbral de corriente es la misma para todos los nervios periféricos y no tiene variaciones interindividuales. Las fibras motoras tienen un umbral más bajo que las fibras

sensoriales: la estimulación de baja frecuencia provoca respuestas musculares mientras que las estimulaciones de alta frecuencia producen dolor.

La energía necesaria para iniciar un potencial de acción está expresada en la ley de Coulomb, donde hay una relación inversa entre la energía y el cuadrado de la distancia que va del electrodo al nervio cuando ambos están dentro de un cuerpo conductor, es decir que a menor distancia menor energía para desencadenar un potencial de acción y por tanto una contracción muscular. Para sobrepasar el umbral se requiere una mínima cantidad de corriente necesaria para disparar un impulso nervioso, esta mínima amplitud de corriente es llamada rheobase. Otro término importante en estimulación nerviosa es el de cronaxia, que se define como la duración de un estímulo eléctrico eficaz para desencadenar una respuesta, es el punto donde la amplitud de éste, es dos veces el valor de la rheobase.

Una de las bondades más repetida en los inicios de la neuroestimulación es el factor de seguridad en términos de disminuir o evitar traumas de nervios en comparación al riesgo mayor de la técnica parestésica. Al correlacionar intensidad de corriente y distancia es posible avanzar la aguja de neuroestimulación sólo hasta la distancia necesaria para producir bloqueo adecuado pero evitar el contacto con el nervio.<sup>15</sup>

### **BLOQUEOS DE PLEXO BRAQUIAL GUIADOS POR NEUROESTIMULACIÓN**

El plexo braquial está formado por el entrelazamiento de las ramas anteriores de las raíces nerviosas C5 a C8 y T1. No es infrecuente que también reciban anastomosis de C4 (2/3 de los pacientes) y T2 (1/3 de los pacientes). Al abandonar estos estos nervios los agujeros de conjunción convergen formando tres troncos situados por

detrás de los músculos escaleno anterior y medio; el tronco superior (C4-C6), medio (C7) e inferior (C8-T1).

En el borde externo de la primera costilla se produce una división y cada tronco forma una rama anterior y otra posterior que, por debajo de la clavícula, forman los troncos del plexo braquial, separándose a su vez en ramas terminales: cordón lateral (C5, C6, C7) de él se originan los nervios musculocutáneo, mediano lateral y pectoral lateral, cordón mediano (C5-C8, T1) da lugar a los nervios braquiales cutáneos mediales, mediano (medio), cubital y pectoral medio y cordón posterior el cual da origen a los nervios, radial, axilar, toracodorsal, subescapular inferior y superior. En cuanto a la inervación simpática, las raíces nerviosas reciben ramas comunicantes, los ganglios simpáticos cervicales inferiores, más frecuentemente del ganglio estrellado y también del plexo simpático asociado a la arteria vertebral.

Las fibras simpáticas vasoconstrictoras llegan a los vasos periféricos a través de los nervios somáticos del plexo, distribuyéndose de esta manera en el sistema arterial distal (Imagen 1).<sup>16</sup>

## **VIA INTERESCALÉNICA**

La técnica descrita por Winnie en 1970, se realiza en el cuello a nivel del canal interescalénico, entre el escaleno anterior y medio (anterior lateral) con el paciente en decúbito supino, con la cabeza girada al lado opuesto y los brazos a lo largo del cuerpo. Se pide que levante la cabeza para resaltar la inserción clavicular del músculo esternocleidomastoideo. Se colocan los dedos índice y medio justo por debajo del borde lateral del músculo a nivel del cartílago cricoides y a continuación

se hace apoyar nuevamente la cabeza, al relajarse el músculo esternocleidomastoideo los dedos quedarán sobre el vientre del músculo escaleno anterior. Se movilizan los dedos hacia afuera hasta encontrar el surco interescalénico a nivel de la apófisis transversa de C5, la aguja se inserta en dirección perpendicular a la piel, ligeramente hacia abajo, hacia atrás y hacia dentro hasta la obtención de respuesta motora de deltoides, bíceps y pectoral mayor, si no se encuentran seguimos introduciendo la aguja hasta contactar con la apófisis transversa, buscándolas sobre ella, tras aspirar cuidadosamente se inyecta la solución anestésica elegida. Durante la inyección del volumen adecuado, es conveniente la presión digital por encima del punto de inyección, a fin de evitar la difusión craneal del anestésico y conseguir que progrese en dirección distal la mayor parte del volumen.<sup>17</sup>

Las indicaciones del bloqueo interescalénico son anestesia quirúrgica, analgesia postoperatoria o de rehabilitación de todo el hombro, procedimientos de artroscopia, dolor crónico y para mejorar el flujo sanguíneo de la extremidad superior, tiene también especial utilidad en reconstrucciones, injertos musculocutáneos y reimplantes secundarios a traumatismo del miembro superior por su acción vasodilatadora selectiva.

Complicaciones: reporta 0.4%, parestesias y disestesias, dolor no relacionado a cirugía, síndrome saco cubital, síndrome túnel del carpo. Bloqueo peridural, subaracnoideo, bloqueo nervio frénico unilateral en el 90% de los casos, bloqueo plexo cervical superficial, bloqueo del nervio vago o recurrente 0.9%, bloqueo del ganglio estrellado, toxicidad sistema nervioso central, toxicidad cardíaca y

neumotórax, el reflejo de Bezol-Jarisch que consiste en hipotensión severa y bradicardia y síndrome de Horner con afección del 6% (Imagen 2 y 3).<sup>18</sup>

### **VIA SUPRACLAVICULAR**

En 1964 Winnie describe la técnica con el paciente en decúbito supino, los brazos a lo largo del cuerpo, la cabeza ligeramente elevada en hiperextensión girada al lado opuesto. Se hace descender el hombro para liberar la primera costilla haciendo que el plexo y la arteria subclavia resalten sobre ella. Los puntos de referencia son el punto medio clavicular o bien el punto en que la yugular externa cruza la clavícula, y la arteria subclavia que se palpa 1 cm por encima del punto medio clavicular, identificando el espacio interescalénico se desliza el dedo índice hasta palpar la arteria subclavia y se inserta la aguja en dirección caudal y tangencial a la arteria, siguiendo la dirección de los escalenos. Si no se producen contracciones hay que redirigir la aguja mínimamente en dirección anterior o posterior en el surco. A unos 1,5-4 cm de profundidad encontraremos respuesta motora: abducción del brazo, flexión del codo, extensión del antebrazo o muñeca, flexión de muñeca, dedos o pronación del brazo.<sup>19</sup>

Esta técnica realiza un bloqueo más completo ya que a nivel supraclavicular es donde los elementos nerviosos están más juntos, envueltos en una densa fascia se pueden bloquear los 3 troncos y sus divisiones se ha utilizado con eficacia en cirugía de codo, antebrazo, muñeca y mano.

Complicaciones: Neumotórax, punción de la arteria subclavia (25%), el síndrome de Horner transitorio en 64-90%, la parálisis del nervio frénico que es sintomática

en 1% y ronquera por parálisis del nervio recurrente 1-1.3%, raramente inyección subaracnoidea o epidural y enfisema en mediastino (Imagen 4).<sup>20</sup>

### **VIA INFRACLAVICULAR**

Con esta técnica se obtiene anestesia completa del brazo, de la parte inferior del hombro a la mano. Los puntos de referencia son clavícula, fosa yugular (espacio supraesternal), articulación acromioclavicular y apófisis coracoides (Imagen 5).

Con la técnica de coracoides Wilson utilizó imágenes de resonancia magnética en el plexo braquial para determinar la profundidad y la orientación de la aguja al contacto con el plexo braquial localizando en un punto de 2 cm caudal al proceso coracoides, en ese sitio de entrada en la piel, la inserción posterior directa de la aguja hace contacto con los cordones en un rango medio de  $4.24 \pm 1.49$  cm en hombres y de  $4.01 \pm 1.29$  cm en mujeres, ha demostrado ser mejor en cirugía de húmero distal, codo y mano, complicaciones punción venosa se presentaron en 10.3%, síndrome de Horner en 6.8%.<sup>21</sup>

### **VIA AXILAR**

Esta técnica ha sido utilizada satisfactoriamente en cirugía de codo, antebrazo, muñeca y mano.

La técnica peri vascular de Winnie descrita en 1973 identifica el latido de la arteria axilar que discurre en el surco formado por los músculos coracobraquial y tríceps lo más cerca del tendón del pectoral mayor, con el brazo en abducción de 90° y el antebrazo en flexión sobre el brazo. Los dedos medio e índice se sitúan sobre la arteria con una dirección de la aguja de 30°. <sup>22</sup>

Esta técnica se encuentra en desventaja por la posible formación de hematomas, que pueden obliterar la arteria y requerir revisión quirúrgica, además de datos de neuro y cardiotoxicidad por absorción sistémica del anestésico aplicado. Para la realización de la técnica con neuroestimulación con técnica de Winnie y el paciente en posición ya descrita se recomienda hiperabducción del brazo porque con frecuencia se oblitera el pulso y se puede impedir la difusión cefálica de la solución anestésica, se avanza la aguja hasta obtener la respuesta muscular satisfactoria, en el territorio correspondiente al acto quirúrgico que se realizará (Imagen 7).

La selección del anestésico local se determina de acuerdo al tipo de cirugía, duración de la misma y características del paciente, el volumen puede variar de 35-60 ml siendo los bloqueos Interescalénico y Supraclavicular los que requieren menor cantidad de volumen para cubrir las vainas nerviosas y los bloqueos Infraclavicular y axilar los que requieren mayor volumen para alcanzar los trayectos nerviosos que se desea bloquear dentro de la vaina.<sup>23</sup>

Durante la realización de este tipo de bloqueos es importante el empleo de anestesia multimodal coadyuvando con sedación durante el procedimiento quirúrgico con la finalidad de proporcionar al paciente confort durante el procedimiento quirúrgico.<sup>24, 25</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

La capacitación del residente en la adquisición de habilidades en técnicas de anestesia regional forma parte de las metas que se deben desarrollar de acuerdo al programa académico universitario para integrar su formación y aprendizaje en anestesiología.

La anestesia regional ha demostrado ser una técnica segura y eficaz para cirugías de miembro torácico superior cuando se realiza con el apoyo de ultrasonido y/o neuroestimulación, se han observado mejoras en la velocidad y exactitud en la práctica de residentes inexpertos, el proceso de aprendizaje en anestesia regional, ya sea institucional o individual, es complejo y depende de una gran variedad de factores tales como preferencias institucionales, situaciones de enseñanza y aprendizaje, más el número de casos realizados en un determinado lapso de tiempo, por esta razón a medida que se implemente este tipo de técnicas existirá mayor conocimiento e inquietud por desarrollar habilidades para su desempeño.

Además es importante considerar que el aprendizaje de Técnicas de bloqueo Regional de Nervios Periféricos permite al Anestesiólogo contar con una herramienta más en la cual no se interfiere con la respiración y el paciente conserva el automatismo ventilatorio en todo momento, disminuyendo el riesgo de presentar complicaciones asociadas a la manipulación de la vía aérea, así como mayor beneficio en pacientes con patologías cardiovasculares, pulmonares o pacientes embarazadas.

El porcentaje de Anestesia Regional (AR) con Bloqueos de Plexo Braquial que se realizan en el Hospital de Pemex Central Norte para cirugía de miembro torácico superior es mínimo en comparación con los procedimientos que se realizan con Anestesia General. Actualmente la Anestesia Regional forma parte de las competencias académicas que se demandan en la sociedad y sus intereses, es una necesidad del servicio reforzar la capacitación del residente en la adquisición de habilidades en técnicas de anestesia regional.

Futuros avances en AR y medicina del dolor agudo pueden ser altamente dependientes de la calidad del entrenamiento en AR para la siguiente década. La implementación de indicadores que evalúen de forma real y exacta un aprendizaje maduro, la currícula, modelos educacionales y la calidad del aprendizaje son importantes, con el objetivo de que los alumnos aprendan a equilibrar el conocimiento teórico y práctico, integrando sus experiencias clínicas, un proceso iterativo que conduce a la incorporación de conocimientos en el repertorio personal en las distintas técnicas generando mayor confianza y seguridad durante su desempeño.

Se ha observado en estudios clínicos que el uso de Anestesia Regional genera menor costo para la Institución, por el equipo y material necesarios para su administración, además reduce el riesgo de complicaciones y favorece la recuperación precoz lo que reduce los días de hospitalización para el paciente y el uso de recursos.

## **HIPÓTESIS**

A mayor grado los residentes requieren menor número de intentos en la realización de la técnica de Anestesia Regional con bloqueo de plexo braquial guiado por Neuroestimulador para ser eficaces.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Establecer el número de intentos necesarios en el bloqueo de plexo braquial guiados por neuroestimulación para que los residentes de Anestesiología del Hospital de Pemex Central realicen bloqueos de plexo braquial eficaces para cirugía ortopédica de miembro torácico superior.

### **ESPECIIFICOS**

1. Conocer el tiempo en el que los residentes de cada grado logran identificar las estructuras anatómicas para la realización del bloqueo de plexo braquial.
2. Establecer el tiempo que los residentes de cada grado emplean para la localización de la respuesta buscada con neuroestimulación.
3. Determinar el tiempo de latencia promedio por grado necesario para la instalación de los bloqueos de plexo braquial realizados por los residentes guiado por neuroestimulador.
4. Identificar cual es la complicación más frecuente en la colocación de boqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador.

## DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un estudio controlado, prospectivo, transversal, observacional.

## VARIABLES

### Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INDICADORES
Sexo	Variable biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades (mujer u hombre)	Condición orgánica que diferencia al hombre de la mujer	Cualitativa  Nominal	-Mujer  -Hombre
Edad	Tiempo de vida transcurrido desde nacimiento el nacimiento de una persona.	Tiempo de vida en años del paciente en el momento del estudio	Cualitativa  Continua	-Numérico de 15 a 90 años
Peso	Fuerza de gravitación universal que ejerce un cuerpo	Cantidad en kilogramos de peso referida por el paciente en el momento del estudio	Cuantitativa  Continua	-Numérico de 50 a 120 kg

	celeste sobre una masa			
Talla	Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo	Cantidad en centímetro de medida referida por el paciente en el momento del estudio	Cuantitativa Continua	-Numérico de 150 cm a 190 cm
Tipo de abordaje para bloqueo de plexo braquial	Bloqueo reversible de la conducción nerviosa mediante anestésicos locales administrados vía neuroaxial, perineural, permitiendo pérdida de la sensibilidad térmica, táctil, dolorosa y movilidad de la región en la que se realizará la intervención	Vía de abordaje para el bloqueo de plexo braquial	Cualitativa Nominal	-Supraclavicular -Interescalénico -Infraclavicular -Axilar

	quirúrgica, sin pérdida de la conciencia			
Eficaz	Es la capacidad de alcanzar el efecto que se espera o se desea tras la realización de una acción	Eficacia de más del 80% de los bloqueos realizados	Cuantitativa  Discontinua	->de 80%  -< de 80%
Grado de residente	Profesional de la medicina que ingresa a una unidad médica receptora para realizar una especialidad que se caracteriza por un conjunto de actividades académicas, asistenciales y de investigación que debe cumplir	Año que cursa el residente que realiza el bloqueo en el momento del estudio	Cualitativa  Ordinal	-Primero  -Segundo  -Tercero

	<p>durante el tiempo estipulado en los programas académicos y operativos correspondientes los cuales deben estar avalados y supervisados por una institución universitaria</p>			
<p>Tiempo empleado para la identificación de estructuras anatómicas</p>	<p>Periodo determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento (identificación de estructuras anatómicas)</p>	<p>T1= Tiempo empleado en minutos para la identificación de estructuras anatómicas (posterior a la asepsia desde el momento en que se inicia la palpación de la región hasta el momento en el que se fija el sitio de punción)</p>	<p>Cuantitativa Discontinua</p>	<p>-1-10 minutos</p>
<p>Tiempo empleado para la</p>	<p>Periodo determinado</p>	<p>T2= Tiempo empleado para la localización de</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>-1-30 minutos</p>

<p>localización de la respuesta deseada con neuroestimulador</p>	<p>durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento (resultado que se busca con el estímulo empleando aguja de neuroestimulación)</p>	<p>respuesta de neuroestimulación (desde la inserción de la aguja de neuroestimulación hasta el momento en que se fija el sitio para la administración del anestésico)</p>	<p>Discontinua</p>	
<p>Tiempo de latencia en minutos para la instalación del bloqueo</p>	<p>Periodo determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento (a partir realización de una acción y la aparición de una respuesta frente a dicha acción)</p>	<p>T3= tiempo de latencia para la instalación del bloqueo (desde el término de administración del anestésico hasta que el paciente presente bloqueo motor)</p>	<p>Cuantitativa Discontinua</p>	<p>-1-30 minutos</p>

Número de intentos realizados	Propósito o voluntad de hacer algo aunque no se tenga la certeza de conseguirlo	Número de veces que se requiere repetir T1, T2 o T3 para la realización del bloqueo.	Cuantitativa  Continua	-1 -2 -3 -4 -5
Éxito de bloqueo de plexo braquial	Efecto o consecuencia acertada de una acción o de un emprendimiento	Bloqueo suficiente para la realización de la cirugía (que el paciente presente bloqueo motor y sensitivo de tal manera que el estímulo quirúrgico no genere dolor)	Cualitativa  Nominal	-si  -no
Complicación	Dificultad imprevista procedente de la concurrencia de un acto	Efecto adverso no planeado secundario a la realización de la técnica anestésica	Cualitativa  Nominal	-Punción vascular -Neumotórax -Parestesia -Hematoma -Otro

## VARIABLE INDEPENDIENTE

- Grado del Médico Residente que realiza la Técnica Anestésica

## VARIABLE DEPENDIENTE

- Número de intentos para lograr eficacia en la realización de Boqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador

## **DEFINICIÓN DEL UNIVERSO**

Se seleccionara una muestra de pacientes de forma aleatoria en un rango de edad comprendido de los 15 a los 90 años, con clasificación ASA I, II, III que van a ser sometidos a procedimientos de cirugía de miembro torácico superior de manera electiva y/o urgente, que sean derechohabientes de Pemex, que hayan aceptado participar en el estudio una vez explicado el motivo de la realización del mismo, los riesgos y beneficios de la anestesia regional, así como la descripción de la técnica con el uso de neuroestimulador, posteriormente se solicitará la firma del consentimiento informado en caso de estar de acuerdo en la práctica del procedimiento Anestésico propuesto.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

En la población de estudio se incluirán derechohabientes de los servicios médicos de Petróleos Mexicanos, adscritos al Hospital Central Norte de Concentración Nacional Azcapotzalco, pacientes de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 15 y 90 años, ASA I, II y III programados para cirugía electiva y/o urgente ortopédica de miembro torácico superior, en el periodo comprendido de mayo a junio del 2015.

## **CRITERIOS DE INCLUSION**

- 1.- Pacientes con edad entre 15 y 90 años
- 2.- Sexo femenino y masculino
- 3.- Ser derechohabientes de Pemex
- 4.- Tener una clasificación de ASA I, II o III
- 5.- Estar en protocolo para un proceso quirúrgico de forma electiva y/o urgente de tipo ortopédica.
- 6.-Que el evento quirúrgico – anestésico sea realizado durante el periodo comprendido del 1 de Mayo de 2015 al 30 de Junio de 2015.
- 7.- Aceptar participar en el estudio y firmar consentimiento.
- 8.-Que el bloqueo de plexo braquial se realice con el apoyo de Neuroestimulador
- 9.-Que el bloqueo de plexo sea realizado por un Médico Residente de la especialidad en Anestesiología del Hospital de Pemex central Norte supervisado por un Médico Adscrito al servicio que funge como tutor.

## **CRITERIOS DE NO INCLUSION**

- 1.- Pacientes con edad menor a 15 años o mayor de 90 años
- 2.- Que no sean derechohabientes de Pemex
- 3.- Que tengan una clasificación de ASA IV, V.
- 4.-Que se haya realizado el procedimiento anestésico fuera del periodo comprendido del 1 de Mayo de 2015 al 30 de Junio de 2015.
- 5.- Que no hayan aceptado participar en el estudio.

6.- Que el bloqueo de plexo braquial no se realice con el apoyo de Neuroestimulador.

7.-Que el bloqueo de plexo no sea realizado por un Médico Residente de la especialidad en Anestesiología del Hospital de Pemex central Norte o que no se encuentre supervisado por un Médico Adscrito al servicio que funge como tutor.

8.-Que presente infección en el sitio de punción en el momento del estudio.

### **CRITERIOS DE ELIMINACION**

1.- Que durante el procedimiento se presente algún tipo de complicación sea quirúrgica o anestésica

2.- Que se haya decidido cambiar de técnica anestésica durante el transoperatorio

## DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

En el área de Preanestesia se realizará el marcaje sobre la piel del paciente con plumón (deleble) del sitio en el cual se realizará el Bloqueo Nervioso con la finalidad de que el residente se familiarice con la región.

Al ingreso a la sala de quirófano se instalará el monitoreo básico no invasivo para PANI, FC y SPO2.

Se preparará el material para el bloqueo el cual incluye:

1. Bata estéril
2. Guantes estériles
3. Equipo de aseo ( pinzas y vaso)
4. Gasas estériles
5. Campos estériles
6. Agujas STIMUPLEX A 30 mm, 50 mm, 100 mm G-24, G-22, G-21 BBRAUN
7. Neuroestimulador Life –Tech EZstim II Modelo ES400 STAFFORD
8. Electrodos
9. Clorhexidina
10. Lidocaína simple 2%
11. Ropivacina 0.75%
12. Jeringa de 5,10 y 20 mililitros
13. Agujas G 30 0.3 x 12 mm, 22 0.7 x 30 mm y 25 0.9 x 25 mm
14. Cronómetro
15. Pluma

## 16. Cédula de registro

### DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

- Realizar asepsia de la región y colocación de campos estériles
- Identificación de la zonas anatómicas (tiempo cronometrado)
- Preparación de los fármacos a emplear a la concentración y volumen determinados, el anestésico local administrado será Lidocaína simple 1-2 mg/kg 2% de concentración, Ropivacaina 2-3 mg/kg, de 0.75%, (la combinación del fármaco modificará su concentración siempre y cuando la Ropivacaina permanezca a concentración anestésica) sin exceder un volumen máximo de 30 ml el cual se modificará de acuerdo al tipo de abordaje que se realice.
- Conexión de la aguja del catéter a la jeringa con la dosis de anestésico local preparada para su administración (Cuadro 1)
- Encender el neuroestimulador
- Se ilumina la pantalla e inicia el sonido
- Seleccionar la frecuencia de 2 Hz
- Conectar el cable pinza caimán al electrodo de la piel
- Conectar la aguja al conector del cable
- Escoger la corriente de salida en promedio a 1.0 -1.5 mA
- Insertar la aguja en el sitio de punción
- El cambio de tono indica que el circuito se ha cerrado
- Avanzar la aguja hacia el plexo hasta ver contracciones musculares (Cuadro 2)

- Reducir la corriente y optimizar la posición de la aguja hasta reaparecer las contracciones. La posición óptima de la aguja se alcanza cuando las contracciones musculares aparecen a menos de 0.5 mA y por arriba de 0.2 mA con una escala de respuesta Motora.
- Previo al inicio de la administración del anestésico local se realiza aspiración para verificar que no nos encontramos en un vaso sanguíneo y durante la administración corroborar cada 5 ml con aspiración gentil, por el riesgo de migración y punción vascular accidental.
- Después de la inyección de la dosis, un test de anestésico local es la ausencia de contracciones musculares en 5 segundos.
- Retirar material punzocortante

Durante todo el procedimiento el Médico Residente es supervisado por un Médico Anestesiólogo tutor el cual podrá intervenir en cualquier momento en caso necesario.

Al término del procedimiento administrar sedación a todos los pacientes con Midazolam y Fentanil a consideración de las características y antecedentes de cada paciente, a dosis variables la cual se valorará de acuerdo a la escala de Wilson modificada que es específica para procedimientos que se realizan bajo anestesia regional considerando que el Grado de sedación sea superficial a moderado.

Una persona se dedica a recabar la información en la cédula de registro en donde se anotan los datos generales del paciente, edad, sexo, peso, talla y estado físico de ASA el nombre del residente que realiza el bloqueo y el grado que cursa, en la cédula se encuentra una tabla en la cual se especifica el tipo de abordaje que se

realiza, el tipo de cirugía de acuerdo a la región anatómica del miembro torácico en la cual se realiza, sedación administrada, profundidad de la inserción de aguja, así como el tiempo que requiere el residente para la localización anatómica de la región, el amperaje utilizado inicial y final, el tiempo que tarda en localizar la respuesta deseada con el neuroestimulador y el tiempo en el cual el paciente presenta bloqueo motor, el número de intentos realizados, la eficacia del bloqueo y la presencia de complicaciones.

# CÉDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## HOSPITAL DE PEMEX CENTRAL NORTE

### SERVICIO DE ANETESIOLOGÍA

Determinación del número de intentos necesarios en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador para lograr un resultado eficaz realizado por los residentes de Anestesiología del Hospital de Pemex Central Norte.

#### CÉDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DEL PACIENTE \_\_\_\_\_ FICHA \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ PESO \_\_\_\_\_ TALLA \_\_\_\_\_ ASA \_\_\_\_\_

NOMBRE DE RESIDENTE \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Para el registro de la cédula revisar al reverso de la hoja el numeral correspondiente y encerrar en un círculo o escribir con número la respuesta según se requiera

ABORDAJE	INTERESCALENICO	SUPRACLAVICULAR	INFRACLAVICULAR	AXILAR
1. TIPO DE CIRUGÍA	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
2. SEDACIÓN	1 2	1 2	1 2	1 2
3. PROFUNDIDAD DE INSERCIÓN DE AGUJA	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4. T1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
5. T2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
6. T3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
7. NÚMERO DE INTENTOS	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
8. AMPERAJE REGISTRADO	1 _____ 2 _____	1 _____ 2 _____	1 _____ 2 _____	1 _____ 2 _____
9. EXITO DEL BLOQUEO	Si No	Si No	Si No	Si No
10. COMPLICACIÓN	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

ACONTINUACIÓN SE DESCRIBE LAS RESPUESTAS PARA EL REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS DURANTE EL PROCEDIMIENTO ANESTÉSICO

- 1 = Hombro/ 2 = Brazo/ 3 = Antebrazo/ 4 = Muñeca/ 5 = Mano
- Especificar si se administró sedación para realizar el procedimiento anestésico 1= SI 2 =NO
- Cantidad en centímetros que se introduce la aguja de neuroestimulación
- T1= Tiempo empleado en minutos para la identificación de estructuras anatómicas y el sitio de punción
- T2= Tiempo empleado para la localización de respuesta de neuroestimulación (desde la inserción de la aguja de neuroestimulación hasta el momento en que se fija el sitio para la administración del anestésico)
- T3= Tiempo de latencia para la instalación del bloqueo (desde el término de administración del anestésico hasta que el paciente presente bloqueo motor)
- Número de veces que se requiere repetir T1, T2 o T3 para la realización del bloqueo.
- Amperaje registrado en neuroestimulador en estimulación 1 = inicial (al inicio de la búsqueda de respuesta) 2= final (respuesta final previa administración de anestésico)
- Responder si el bloqueo es suficiente para la realización de la cirugía (que el paciente presente bloqueo motor y sensitivo de tal manera que el estímulo quirúrgico no genere dolor)
10. Complicaciones causadas por la realización del bloqueo 1= Punción Vascular/ 2= Neumotórax/ 3= Parestesia/ 4= Hematoma

## **RECURSOS**

### **Recursos humanos**

Médicos Anestesiólogos Adscritos

Médicos Residentes del servicio de Anestesiología

Enfermeras

### **Recursos materiales**

Lápiz, pluma, goma, engrapadoras, hojas de papel, computadora, unidad USB, impresora.

Neuroestimulador Life –Tech EZstim II Modelo ES400 STAFFORD

Agujas para Neuroestimulación STIMUPLEX A 30 mm, 50 mm, 100 mm G-24, G-22, G-21 BBRAUN

Material quirúrgico estéril (guantes, bata, campos, agujas, jeringas, antiséptico, gasas)

Sala de Quirófano

Máquina de Anestesia

Monitor de signos vitales (PANI, Electrocardiograma, SPO2)

Fármacos proporcionados por la institución: anestésicos locales Lidocaína 2%, Ropivacaina 0.75%

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	MARZO-ABRIL	MAYO JUNIO	JULIO
ELABORACIÓN DE PROTOCOLO			
RECOLECCIÓN DE DATOS			
ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ENTREGA DE PROTOCOLO			

## CONSIDERACIONES ETICAS

Dentro de las consideraciones éticas, nuestro estudio se apegó a las Declaraciones Internacionales de Investigación (Helsinki) así como a la Ley General de Salud en los Estados Unidos Mexicanos, tomando en cuenta el artículo 7mo Fracción VIII, Capítulo IX artículo 77Bis Fracción I, II, III IV, IX, X. artículo 77Bis38 Fracción V, VI, Artículo 100, 101 y 102, buscando ante todo el beneficio de los pacientes.

Artículo 77 bis 38.- Los beneficiarios del Sistema de Protección Social en Salud tendrán las siguientes obligaciones:

\*V. Cumplir las recomendaciones, prescripciones, tratamiento o procedimiento general al que haya aceptado someterse;

\*VI. Informarse acerca de los riesgos y alternativas de los procedimientos terapéuticos y quirúrgicos que se le indiquen o apliquen, así como de los procedimientos de consultas y quejas.

## Artículo 100

La investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

I. Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica;

II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo;

III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación;

IV. Se deberá contar con el consentimiento por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquél, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud; V. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes; VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, invalidez o muerte del sujeto en quien se realice la investigación, y VII. Las demás que establezca la correspondiente reglamentación.

## **MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD**

En caso de presentarse dificultad respiratoria todos los procedimientos quirúrgicos se realizan en el área quirúrgica, la cual cuenta con la instalación necesaria para manejar este evento, como por ejemplo tomas de oxígeno con presión suficiente, máquinas de anestesia con ventiladores, además de los dispositivos de la práctica diaria del anesthesiólogo en lo que concierne a la vía aérea.

En los casos de punción vascular se realizara compresión del sitio durante 15 minutos y se verificará la ausencia de sangrado, aumento de volumen y cambios de coloración, en caso de persistir se solicitara apoyo de Cirugía Vascular para su evaluación.

De presentarse náusea y vómito, se utilizara como medicación rutinaria durante el procedimiento ondansetron a dosis de 100 mcg / kg IV.

En el caso de reacción alérgica al medicamento se administrará de forma inmediata antihistamínico clorhidrato de cloropiramina 20 mg IV y esteroide de acción rápida Hidrocortisona 5-10 mg / kg IV.

Se mantendrá la vigilancia del paciente hasta 24 hrs posterior a la realización del bloqueo con la finalidad de verificar la ausencia de complicaciones inmediatas, la recuperación adecuada de la movilidad y sensibilidad de la extremidad en la que se realizó el bloqueo.

Contar con carro e paro en caso de emergencia.

## RESULTADOS

1. Medición. variables demográficas con pruebas de medidas de tendencia central promedios.
2. Medición de las diferencias con curva normal con T de Student para muestras independientes.

## DESCRIPCIÓN DE TABLAS

<b>Sexo</b>	46% Hombres 53% Mujeres
<b>Edad</b>	56.15 +/- 16.9
<b>Peso</b>	71.46 +/- 14.7
<b>Talla</b>	161.03 +/- 19.9
<b>ASA (I,II,III)</b>	I 15% II 48% III 35%

Datos expresados en promedios con varianza y porcentaje

<b>Tabla 2 Variables de estudio</b>	
<b>Tipo de procedimiento por Cirugía y por Abordaje del Bloqueo de Plexo</b>	
<b>Tipo de Cirugía</b>	Hombro 35% Brazo 13% Antebrazo 5% Muñeca 23% Mano 2%
<b>Tipo de Abordaje</b>	Interescalenico 20% Supraclavicular 53% Infraclavicular 17% Axilar 7%

Datos expresados en porcentaje

<b>Tabla 3 Variables de estudio</b>			
<b>Éxito y complicaciones en la realización de bloqueo de plexo braquial con Neuroestimulador</b>			
<b>ÉXITO</b>	<b>SI</b>	89.7%	
	<b>NO</b>	10.3%	
<b>COMPLICACIONES</b>	<b>SI</b>	5.1%	Síndrome de Horner
	<b>NO</b>	94.9%	

Datos expresados en porcentaje

<b>Tabla 4 Variables de estudio</b>		
<b>Número de intentos realizados en el bloqueo de plexo braquial guiado con neuroestimulador y amperajes inicial y final</b>		
<b>Número d intentos</b>		
1		35.9%
2		30.8%
3		20.5%
4		10.3%
5		2.6%
<b>Amperaje inicial</b>		
1.0		10.3%
1.1		2.6%
1.2		15.4%
1.4		5.1%
1.5		66.7%
<b>Amperaje final</b>		
0.3		2.6%
0.4		48.7%
0.5		38.5%
0.6		7.7%
0.7		2.6%

Datos expresados en porcentaje

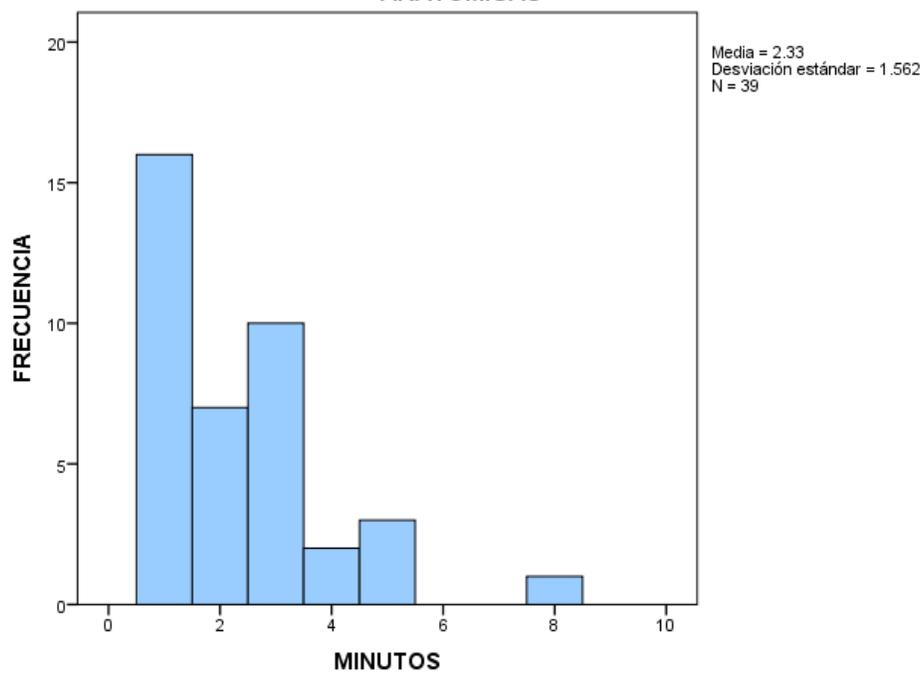
Tabla 5 Variables de estudio									
Prueba T d Student para la igualdad de medias									
	R1-R2		Valor de p	R1-R3		Valor de p	R2-R3		Valor de p
<b>T1</b>									
<b>M</b>	3.13	1.88	0.08	3.13	1.73	0.01	1.88	1.73	0.80
<b>DS</b>	1.82	1.45		1.82	0.88		1.45	0.88	
<b>T2</b>									
<b>M</b>	7.38	7.00	0.88	7.38	4.33	0.04	7.00	4.33	0.33
<b>DS</b>	3.82	6.82		3.82	4.18		6.82	4.18	
<b>T3</b>									
<b>M</b>	11.25	12.25	0.68	11.25	6.8	0.02	12.25	6.80	0.02
<b>DS</b>	6.20	5.39		6.20	3.4		5.39	3.42	

\*DS: Desviación Estándar

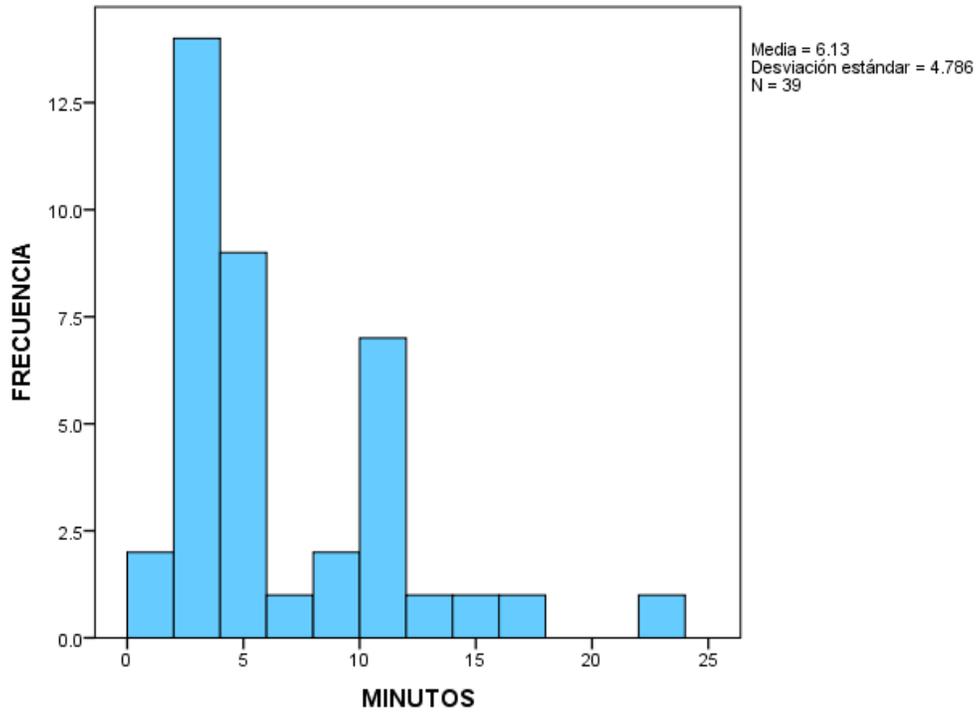
\*Intervalo de confianza 95%

## DESCRIPCIÓN DE GRÁFICOS

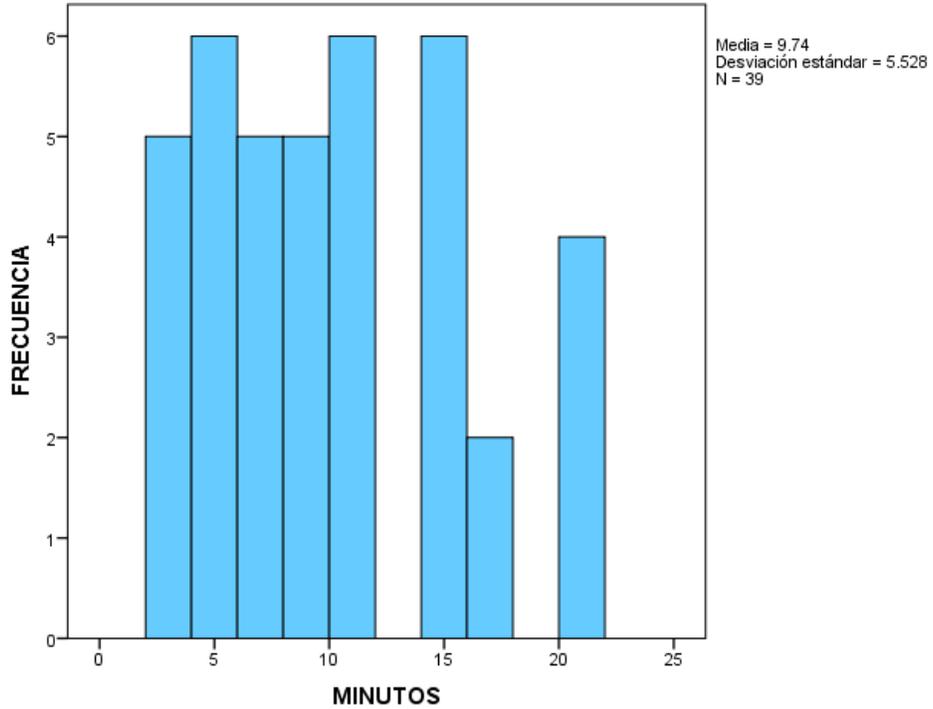
GRÁFICA 1. TIEMPO EMPLEADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS ANATÓMICAS



**GRÁFICA 2 . TIEMPO EMPLEADO PARA LA LOCALIZACIÓN DE LA RESPUESTA DE NEUROESTIMULACIÓN**



**GRÁFICA 3. TIEMPO DE LATENCIA PARA LA INSTALACIÓN DEL BLOQUEO**



## DISCUSIÓN

El total de pacientes que se incluyeron en este estudio fue de 39 de los cuales el 100% de los procedimientos quirúrgicos realizados fueron para cirugía ortopédica en el periodo previamente establecido. A continuación se describen las variables demográficas de forma global:

Se considera que la población estudiada fue homogénea considerando que de los individuos participantes se reportó Hombres 46% y Mujeres 53%, de ellos las edades promedio fue de 56.15 +/- 16.9

En lo correspondiente al peso y talla, el promedio fue de 71.46 +/- 14.7 y 161 +/- 19.9 respectivamente.

Se encontró de acuerdo al estado físico ASA I 15%, ASA II 48% y ASA III 35% resultados que probablemente pueden estar relacionados con la edad y la presencia de comorbilidades en este grupo etáreo.

Los tipos de procedimientos quirúrgicos realizados fueron 5, de los cuales predominaron las cirugías de Hombro en 35%, Muñeca en 23% y Brazo en 13%, de los casos, resultado que se asocia al tipo de abordaje que se eligió del cual en orden de frecuencia predominó el abordaje supraclavicular con 53%, seguido del abordaje interescalénico 20% e infraclavicular 17%.

Está descrito en la literatura que en la curva de aprendizaje con el uso de neuroestimulador se logra el 80-90% de éxito con un intervalo de confianza de 95%, de acuerdo al resultado obtenido se logró el éxito en el bloqueo de plexo braquial considerando los 4 abordajes descritos en un 89.7%.

Del total de bloqueos realizados 87% de estos se lograron en los primeros 3 intentos para los 3 grados de residentes con una media de 2.13+/- 1.1, el máximo número de intentos registrado fue de 5 y son los residentes de mayor jerarquía quienes realizan los procedimientos en el menor número de intentos que en promedio fue de 1.

En lo que respecta a los Tiempos empleados en 84.5% de los casos la identificación de la región anatómica y el sitio de punción para el bloqueo se logró en un promedio de 3 minutos. Para la búsqueda de la respuesta motora refleja con el uso de neuroestimulador el 92.3% de los procedimientos se realizó con una media de 6.3+/- 4.7, en los cuales en el 66.7% se inició con un amperaje de 1.5 y se colocó el anestésico con una respuesta presente en 0.4-0.5 en el 87%. El tiempo de latencia fue en promedio de 15 minutos en 84.6% de los pacientes.

En 5.1% de los pacientes en quienes se realizó bloqueo de plexo braquial se presentó alguna complicación la cual se describió como Síndrome de Horner, está es de carácter benigno y transitoria, en la literatura se describe con mayor frecuencia en los bloqueos de plexo braquial por abordaje interescalénico y supraclavicular, en la población estudiada se presentó en los bloqueos realizados por abordaje supraclavicular en pacientes que característicamente presentaban cuello corto y grueso. En estos casos se explicó al paciente la sintomatología presentada y se mantuvieron bajo vigilancia hasta su desaparición.

En la interpretación de los tiempos empleados para T1, T2 y T3 comparados por grado de residente se encontró que a mayor jerarquía el residente presenta mayor destreza, al realizar el estudio comparativo no se encontró significancia estadística

en los grupos de Residentes de Primero con los de Segundo grado, sin embargo en el grupo de Residentes de Primero con los de Tercer grado se encontró significancia estadística en T1 p 0.01, T2 p 0.04, T3 p 0.02 y en el grupo de Residentes de Segundo con los de Tercer grado se encontró significancia estadística solo en T3 p 0.02 en este caso se realizaron pruebas comparativas para buscar relación con Peso, Talla, Sexo, Edad, Tipo de cirugía y Abordaje sin embargo no se encontró ninguna asociación por lo que se considera que el tiempo de latencia depende de otras variables que no fueron consideradas en este estudio.

## CONCLUSIONES

- El bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido y neuroestimulador en promedio se realiza en los primeros 3 intentos dependiendo de los conocimientos teóricos y la habilidad técnica del operador.
- La habilidad técnica en el bloqueo de plexo braquial guiado por neuroestimulador está dada por el grado de residencia.
- El empleo del dispositivo de neuroestimulación es eficaz para realizar bloqueos de plexo braquial en cualquiera de sus abordajes usado por residentes en entrenamiento.
- La incidencia de complicaciones es mínima con el uso de una herramienta como el neuroestimulador y bajo supervisión de un experto en el bloqueo de plexo braquial realizado por el residente en entrenamiento

## BIBLIOGRAFIA

1. Hadzic Admir MD, Tratado de Anestesia Regional y manejo del dolor agudo, Mc Graw Hill, 2007; 3-18.
2. Moreno Guzmán A, Breve Historia de la Anestesia, Rev Sanid Milit Mex 2012; 66: 189-194.
3. Fink B: Leaves and needles: The introduction of surgical local anesthesia. *Anesthesiology* 1985; 63:77.
4. Olch P, William S: Halsted and local anesthesia: Contributions and complications. *Anesthesiology* 1975; 42:479–486.
5. Covino B: One hundred years plus two of regional anesthesia. *Reg Anesth* 1986; 11:105.
6. Zaragoza-Lemus G, Vilchis-Rentería JS, Cardona-Salgado G, Rocha-Díaz G, Shlufter Stolberg R, La enseñanza de la anestesia regional, *Revista Mexicana de Anestesiología*, 2012; 74-77.
7. Konrad C, Schuper G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth & Analg* 1998; 36:635-639.
8. The Regional Anesthesiology and Acute Pain Medicine Fellowship Directors Group. Guidelines for Fellowship Training in Regional Anesthesiology and Acute Pain Medicine, *Reg Anesth Pain Med* 2011:36.
9. Grantcharov TP, Reznick RK. Teaching procedural skills. *BMJ* 2008; 336:1129-1131.
10. Escovedo Helayel P, Diogo Brüggemann C, Da Conceição JM, Luchi Boos G, Bertoni de Toledo G, Rodrigues de Oliveira F, The Attitude of Anesthesiologists and Anesthesiology Residents of the CET/SBA Regarding Upper and Lower Limb Nerve Blocks, *Rev Bras Anesthesiol* 2009; 59: 3: 332-340.
11. Thomas Leslie C, Graham K Sean, Osteen D Kristie, Porter Scuderi Heather, Nossaman Bobby, Comparison of Ultrasound and Nerve Stimulation Techniques for Interscalene Brachial Plexus Block for Shoulder Surgery in a

- Residency Training Environment: A Randomized, Controlled, Observer-Blinded Trial, *The Ochsner Journal* 2011; 11:246-252.
12. De La Cuadra F Juan Carlos, Oliveros W Ana María. Neurolocalización, *Rev. Chil. Anestesia*, 2007; 36: 59-70.
  13. Warner MA, Hall SC. Research training in anesthesiology: Expand it now! *Anesthesiology* 2006; 105:446-448.
  14. Hadzic A, Vloka J, Thys D, Santos A. Nerve stimulators used for peripheral nerve blocks vary in their electrical characteristics, *Anesthesiology* 2003; 98:969-74.
  15. Urmeý W, Grossi P. Percutaneous electrode guidance a no invasive technique for prelocation of peripheral nerves to facilitate peripheral plexus or nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 17:261-267.
  16. Zaragoza G, Mejía T, Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional, *Rev Mex de Anest* 2008; 31:116-132.
  17. Zaragoza G, Mejía T, Sánchez B, Gaspar SP. Escala de respuesta motora a la neuroestimulación. *Rev Mex de Anest* 2006; 29:221-225.
  18. Neal J M, Gerancher J C, Hebl J R, Upper Extremity Regional Anesthesia, *Reg Anesth Pain Med* 2009; 32: 137-170.
  19. Quiroga C B, Altermatt C F, Impacto de la anestesia regional periférica en cirugía ambulatoria, *Rev Chil Anest*, 2011; 40: 214-223.
  20. Kessler J, Marhofner P, Hopkins P M, Hollmann M W, Peripheral regional anaesthesia and outcome: lessons learned from the last 10 years, *BJA* 2015: 1-18.
  21. Richman JM, Liu SS, Courpas G, et al. Does Continuous Peripheral Nerve Block Provide Superior Pain Control to Opioids? A Meta-Analysis. *Anesth Analg* 2006; 102:248-257.
  22. Luyet C, Schupfer G, Wipfli M, Different Learning Curves for Axillary Brachial Plexus Block: Ultrasound Guidance versus Nerve Stimulation, *Anesthesiology Research and Practice*, 2010: 1-8.
  23. Minville Vincent, Asehnoune Karim, Chassery Clément, Resident Versus Staff Anesthesiologist Performance: Coracoid Approach to Infraclavicular

Brachial Plexus Blocks Using a Double-Stimulation Technique, *Reg Anesth Pain Med* 2005; 30:233-237.

24. Aikenhead A R, Injuries associated with anaesthesia. A global perspective, *BJA*, 2005;95: 95-109

25. Höhener D, Blumenthal S, Borgeat A, Sedation and Regional Anaesthesia in the adult Patient, *BJA*, 2008; 100:8-16.

**ANEXOS**

IMAGEN 1

ESQUEMA DEL PLEXO BRAQUIAL



Hadzic A. Tratado de Anestesia Regional

IMAGEN 2

Estructuras del cuello marcaje



Hadzic A. Tratado de anestesia regional

IMAGEN 3

Punción vía interescalénica con NE



Hadzic A. Tratado de anestesia regional

## IMAGEN 4

*Punción vía supraclavicular con NE*



*Hadzic A. Tratado de anestesia regional*

## IMAGEN 5

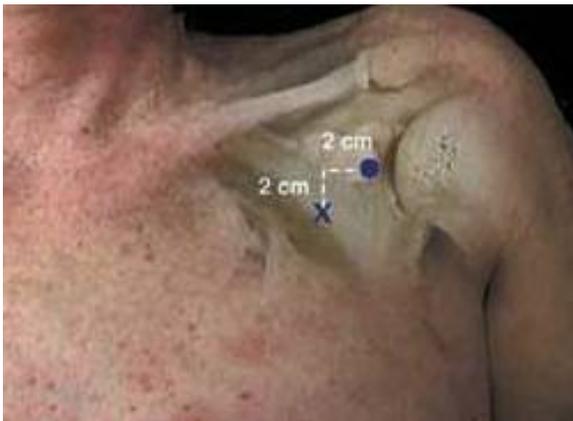
*Estructuras anatómicas de hombro*



*NYSORA*

## IMAGEN 6

*Estructuras anatómicas de hombro*



*NYSORA*

## IMAGEN 7

*Punción vía axilar con NE*



*Hadzic A. Tratado de anestesia regional*

## CUADRO 1

Respuesta motora y volumen ideal según abordaje.

Abordaje	Mejor respuesta motora	Volumen mL técnica selectiva
Axilar	Músculo intrínseco de la mano	30
Interescapular	Deltoides o bíceps	20
Lumbar	Cuadríceps	40
Femoral	Cuadríceps	30
Ciático	Dorsiflexión y flexión plantar del pie	40

Zaragoza L.

## CUADRO 2

Neuroestimulación en el plexo braquial\*.

Nervios periféricos	Raíz	Tronco	División	Cordón	Músculos inervados	Respuesta motora
Radial	C7, C8, C6	Medial/lateral Superior	Posterior	Posterior	Tríceps	Extensión de muñeca
		Superior/medial	Posterior	Posterior	Braquio radialis Extensor carpi radialis	Abducción del pulgar
		Medial/lateral	Posterior	Posterior	Anconeus	Extensión metacarpofalángica
		Medial/lateral	Posterior	Posterior	Extensor digitorum Extensor indicis	
Cubital	C7, C8, T1	Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor carpi ulnaris	Desviación cubital de la muñeca
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor digitotum profundus (III-IV)	Flexión metacarpofalángica
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Flexor digitotum profundus (III-IV)	Aducción del pulgar
Mediano	C6, C7, C8, T1	Medial/lateral Superior/medial/lat	Anterior	Lateral/medial	Pronador teres	Flexión de muñeca
		Lateral	Anterior	Medial	Flexor carpi radialis	Flexión de dedos
		Lateral	Anterior	Medial	Pronator quadratus	Oposición del pulgar
		Medial/lateral	Anterior	Lateral/medial	Opponens pollicis Flexor digitorum profundus	
Musculocutáneo T1, C5, C6		Superior	Anterior	Lateral	Bíceps brachii Anterior braquialis	Flexión y supinación del codo

Zaragoza L.