

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**NEUROESTIMULADOR VRS. TÉCNICAS
CONVENCIONALES EN BLOQUEOS DEL PLEXO
BRAQUIAL EN CIRUGÍAS DE EXTREMIDAD SUPERIOR**

ESTER EUNICE DE LEÓN MALDONADO DE VÁSQUEZ

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología**

Octubre 2015



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

**LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
HACE CONSTAR QUE:**

La Doctora: Ester Eunice de León Maldonado

Carné Universitario No.: 100021419

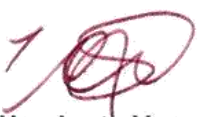
Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el trabajo de tesis **"NEUROESTIMULADOR VRS. TÉCNICAS CONVENCIONALES EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRANQUIAL EN CIRUGÍAS DE EXTREMIDAD SUPERIOR"**

Que fue asesorado: Dra. Nadia Larissa Flores del Cid de Castroconde

Y revisado por: Dr. Julio Cesar Fuentes Mérida MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para octubre 2015.

Guatemala, 22 de septiembre de 2015


Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado




Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades



/mdvs

Quetzaltenango 12 de Agosto de 2015

Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz
Coordinador General de Pos Grado
De Maestrías y Especialidades

Me dirijo a usted respetuosamente deseándole éxitos y bendiciones en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de tesis de la Dra. Ester Eunice de León Maldonado titulado: NEUROESTIMULADOR VRS. TÉCNICAS CONVENCIONALES EN EL BLOQUEO DEL PLEXO BRAQUIAL EN CIRUGÍAS DE EXTREMIDAD SUPERIOR EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE EN EL AÑO 2012.

Para dar cumplimiento al normativo manual de procedimientos de la escuela de estudios de post grado de la facultad de ciencias médicas.

Sin otro particular me despido de usted atentamente:



Dra. Nadia Larissa Flores del CID de Castroconde
Asesora de Tesis

Dra. Nadia Flores De Castroconde
Anestesióloga
Colegiado No. 9,503



**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS FACULTAD DE
MEDICINA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE
QUETZALTENANGO**

Oficio No. 83-2015 REF/dszv
Quetzaltenango 11 de Agosto de 2015

Doctor

Luis Alfredo Ruiz Cruz

Coordinador General de Programa de Maestría y Especialidades

Escuela de Estudios de Post Grado

Guatemala

Respetable Dr. Ruiz:

De manera atenta me dirijo a usted, deseándole toda clase de éxitos en sus labores diarias. Así mismo me permito informarle que he revisado y aprobado el trabajo de tesis titulado: "NEUROESTIMULADOR Vrs. TÉCNICAS CONVENCIONALES EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN CIRUGIAS DE EXTREMIDAD SUPERIOR EN EL HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE EN EL AÑO 2012" a cargo de la **Dra. Ester Eunice de León Maldonado de Vásquez**, mismo que he aprobado previo a Optar el Grado de Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, para dar cumplimiento al Normativo y Manual de Procedimientos de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Agradeciendo la atención a la presente me suscribo de usted, atentamente.

EN BUSCA DE LA EXCELENCIA ACADEMICA

"Id y Enseñad a Todos"


Dr. Juho Fuentes Mérida MSc.
Coordinador Específico
Escuela de Estudios de Post Grado
Hospital Regional de Occidente

Archivo/Dorcas Zacarías



AGRADECIMIENTOS

A DIOS En primer lugar por darme la vida y brindarme este gran privilegio de ver culminado uno más de mis anhelos.

A CASA DE ESTUDIOS Universidad San Carlos de Guatemala y Docentes por los conocimientos compartidos día a día en el proceso de formación.

A MIS PADRES Sonia Leticia Maldonado Guzmán y Joaquín de León (QEPD) Que siempre me animaron y creyeron en mis sueños proveyendo consejos y apoyo incondicional.

A MIS HERMANOS Que siempre me brindaron su apoyo hasta el día de hoy, y por transmitirme seguridad y confianza cuando lo necesite, pero sobre todo por el apoyo a sus sobrinas cuando yo no podía estar por cumplir con mi formación académica.

A MI ESPOSO JUSTO RUFINO VASQUEZ CHALI Por estar a mi lado y apoyarme incondicionalmente en todos los ámbitos de mi vida, por proveer no solo amor y comprensión si no estabilidad a nuestro hogar cuando más lo necesite, y por ser el padre perfecto dando el 100% en todo durante mi entrenamiento en esta maestría.

A MIS HIJAS JIMENA Y SOFIA que son la motivación y mi motor en todo y por llenarme de dulzura y amor cada día.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS Sincera gratitud a quienes de una u otra manera fueron mi apoyo en este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE GRAFICAS.....	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT	iii
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. OBJETIVOS	32
3.1 General:.....	32
3.2 Específicos:.....	32
IV MATERIAL Y METODOS	33
V RESULTADOS	41
VI DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	55
6.1 CONCLUSIONES	58
6.2 Recomendaciones.....	59
6.3 Aportes de la investigación	60
VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61
VIII ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica No. 5.1.1Clasificación de pacientes por edad.....	41
Gráfica No.5.1.2 Clasificación de pacientes por género.....	42
Gráfica No.5.1.3 Clasificación de pacientes por ASA	43
Gráfica No.5.1.4 Técnicas de bloqueo utilizadas.....	44
Gráfica No.5.1.5 Calidad de la analgesia trans operatoria.....	45
Gráfica No.5.1.6 Tolerancia al torniquete.....	47
Gráfica No.5.1.7 Aceptación para la técnica utilizada.....	49
Gráfica No.5.1.8 Complicaciones peri operatorias.....	51
Gráfica No.5.1.9 Analgesia postoperatoria.	53

Universidad San Carlos De Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas y Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría En Anestesiología, Hospital Regional De Occidente

Tesis Titulada: NEUROESTIMULADOR Vrs. TÉCNICAS CONVENCIONALES EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL, CIRUGIAS DE EXTREMIDAD SUPERIOR
DRA. ESTER EUNICE DE LEÓN MALDONADO

RESUMEN

PALABRAS CLAVE: Neuroestimulador, Bloqueo regional, Eficacia, Calidad, Analgesia, Complicaciones.

El Hospital Regional de Occidente desde el año 2,008 cuenta con neuroestimulador para bloqueos de nervios específicos, sin embargo se continuaba utilizando técnicas convencionales o anestesia general para cirugías de extremidades en el momento de la investigación, lo que incrementaba el riesgo de complicaciones peri operatoria y mal manejo del dolor en el paciente. Debido a este problema se realizó un estudio descriptivo comparativo entre el uso de técnicas convencionales y Neuroestimulador, para 'bloqueo del plexo braquial en cirugía de extremidad superior, en el hospital, durante el año 2012, donde se incluyeron 60 pacientes, mayores de 14 años, ASA I, II, y III. Se distribuyeron al azar los pacientes para bloqueos del plexo braquial a nivel interescalénico, supraclavicular y axilar de la siguiente manera: 30 pacientes para la técnica con neuroestimulador y 30 para las técnicas convencionales; tomando en cuenta e individualizando el tipo de cirugía. Se evaluó en cada paciente la eficacia del bloqueo, la aceptación de la técnica utilizada, la calidad analgésica y la frecuencia de complicaciones peri operatorias. Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico utilizando la prueba de significación para proporciones donde se comprobó que la técnica con neuroestimulador fue muy eficaz, tuvo mejor aceptación en los pacientes y la analgesia fue adecuada en comparación a las técnicas convencionales. Las complicaciones fueron mayores con el uso de técnicas convencionales: 5% casos de neumotórax, 7% bloqueo motor prolongado y 38% de punciones múltiples. Solo 9 pacientes no presentaron complicaciones con la técnica convencional, comparado con 24 pacientes con la técnica con neuroestimulador que no presentaron complicación.

Universidad San Carlos De Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas y Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría En Anestesiología, Hospital Regional De Occidente

**Tesis: NEUROSTIMULATOR Vrs. CONVENTIONAL TECHNIQUES IN BLOCKS
BRACHIAL PLEXUS, SURGERY OF UPPER EXTREMITY**

DRA. ESTER LEON EUNICE MALDONADO

ABSTRACT

KEYWORDS: Neurostimulator, regional Lock, effectiveness, quality, Analgesia, Complications.

The Hospital Regional de Occidente since 2,008 has neurostimulator for blocking specific nerves, yet they continued using conventional techniques or general anesthesia for limb surgeries at the time of the investigation, which increased the risk of perioperative complications and mismanagement pain in the patient. Because of this problem a comparative descriptive study between the use of conventional techniques and Neuro stimulator, for, brachial plexus block of upper limb surgery at the hospital, in 2012, where 60 patients were included, over 14 years, ASA I, II, and III. Were randomized patients for brachial plexus blocks to interscalene level, supraclavicular and axillary follows: 30 patients and the neurostimulator technique 30 for conventional techniques; and individualizing considering the type of surgery. The effectiveness of the blockade, the acceptance of the technique used, the analgesic quality and frequency of perioperative complications was assessed in each patient. The results were subjected to statistical analysis using the significance test for proportions where it was found that the technique was very effective neurostimulator, it had better acceptance among patients and analgesia was adequate in comparison to conventional techniques. Complications were higher with the use of conventional techniques: 5% pneumothorax cases, prolonged engine block 7% and 38% of multiple punctures. Only 9 patients had no complications with the conventional technique, compared with 24 patients with nerve stimulator technique that did not present complications.

I. INTRODUCCION

En el Hospital Regional de Occidente "San Juan de Dios" desde el año 2,008 se cuenta con un neuroestimulador para bloqueos anestésicos de nervios específicos, sin embargo se continúan utilizando las técnicas convencionales para bloqueos nerviosos que incrementan el riesgo de complicaciones peri operatorias en el paciente, o anestesia general que no solo conlleva mayor riesgo anestésico si no mayor costo para el nosocomio.

La anestesia local se utiliza cada vez con más frecuencia, sobre todo en la cirugía ambulatoria donde se necesita la aplicación de técnicas anestésicas que faciliten la recuperación y la deambulación temprana del paciente para su pronta recuperación.

Hasta la fecha se cuenta con 4 técnicas básicas para el bloqueo de troncos nerviosos: búsqueda de parestesia, inyección peri vascular, localización de fibras nerviosas mediante el empleo de un neuroestimulador y punción guiada por ultrasonido.

Como en todas las técnicas existen una serie de desventajas y estos fenómenos están directamente relacionados con las habilidades y experiencia del médico que debe conocer perfectamente la técnica que está utilizando; además se describen complicaciones en las técnicas del bloqueo del plexo braquial que pueden ser Neumotórax, Hemorragia, Parálisis del nervio frénico, Hemotórax, Síndrome de Horner, daño nervioso irreversible al inyectar el anestésico en el tronco nervioso, toxicidad, bloqueo inadecuado; éstas dependiendo del nivel donde se realiza la técnica del bloqueo.

Los bloqueos fueron desarrollados tempranamente en la historia de la anestesia. En la década de 1880, Halsted y Hall inyectaron cocaína, lo que produjo un bloqueo sensitivo en región cubital, músculo cutáneo, supratroqueal e infraorbital.

La localización de un nervio por estimulación eléctrica fue realizada por primera vez en 1912 por el alemán Perthes de Tubingen. En 1914 se introdujo el término conducción en anestesia, que hace referencia a la conducción nerviosa y se describieron por primera vez los principios de la neuroestimulación. Desde la sexta década del pasado siglo se reportó el

empleo de un neuroestimulador para la localización del plexo braquial y desde entonces se describen múltiples ventajas sobre la técnica de las parestesias.

Por el problema identificado en el en el Hospital Regional de Occidente "San Juan de Dios" desde el año 2,008 a pesar de que se contó con el neuroestimulador y literatura que respalda la eficacia de los bloqueos con la técnica de estimulación nerviosa se continuaba con el uso de las técnicas convencionales para bloqueos nerviosos aumentado el riesgo de complicaciones anestésicas para los pacientes, por lo que se realizó este estudio, con el objetivo principal de observar y describir la eficacia y calidad del bloqueo del plexo braquial con neuroestimulador Vrs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, de enero a octubre del 2012 para mostrar las ventajas y desventajas de cada técnica utilizada, tanto a los docentes como a los estudiantes de la maestría de anestesia.

II. ANTECEDENTES

El Hospital Regional de Occidente "San Juan de Dios" es un hospital Categoría 3, según la Clasificación del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Es uno de los 43 hospitales que existen a nivel nacional. Es uno de los 13 hospitales que tuvo la categoría de Regional en Guatemala. Atiende diversas especialidades médicas, en Emergencia, Consulta Externa y en Encamamiento.

Este nosocomio, es un centro de referencia para pacientes del Suroccidente del país. Entre su cartera de servicios se encuentran Ginecología y Obstetricia, Pediatría, Medicina Interna, Radiología, Fisioterapia, Anestesiología, Cirugía, Traumatología y Ortopedia, de los cuales los dos últimos son los que nos interesan ya que estos departamentos tienen un alto índice de tratamientos quirúrgicos (3675 del año 2010) y entre ellos los de las extremidades (985 del mismo año) en los cuales pudiésemos utilizar bloqueos loco regionales ya sea utilizando o no el neuroestimulador, para disminuir complicaciones y efectos secundarios de la anestesia general.

En el departamento de anestesiología el cual se encuentra en Sala de Operaciones, está estructurado de la siguiente manera: Jefe de Departamento, Dr. Luis Martínez Popa, 3 jefes de Servicio, Dr. Sergio Castillo, Dra. Nadia Flores y Dra. María Elena Higueros; luego 2 médicos Turnistas, Dra. Leana López y Dr. Gelber Mazariegos.

La Maestría de Anestesiología cuenta con su docente el Dr. Luis Martínez; un Jefe de residentes y actualmente 14 residentes, quienes nos formamos en Sala de Operaciones ubicado en el segundo nivel del Hospital Regional de Occidente el cual cuenta con 10 quirófanos de los cuales están funcionales al 100% únicamente 8, ya que en 2 de estos no se cuenta aún con Maquinas de Anestesia ni monitores externos para los pacientes, entonces se utilizan para procedimientos menores que en otros hospitales se consideran ambulatorios.

En el Hospital Regional de Occidente desde el año 2,008 se cuenta con un neuroestimulador para bloqueos anestésicos de nervios específicos, sin embargo se continuaban utilizando las técnicas convencionales para bloqueos nerviosos o anestesia

general que incrementan el riesgo de complicaciones anestésicas peri operatorias en el paciente, y mal manejo del dolor en el mismo, lo cual se traduce en mayor costo tanto para el nosocomio como también para el paciente, no solamente por precio de medicamentos si no por mayor estancia hospitalaria.^{1,2,3}

Los bloqueos fueron desarrollados tempranamente en la historia de la anestesia. En la década de 1880, Halsted y Hall inyectaron cocaína, lo que produjo un bloqueo sensitivo en región cubital, músculo cutáneo, supratroqueal e infraorbital. En 1885, James Leonard recomendó el uso de torniquete periférico para arrestar la circulación y prolongar la acción de la cocaína. Braun agregó epinefrina en 1903 al anestésico local, y lo denominó “torniquete químico”. La localización de un nervio por estimulación eléctrica fue realizada por primera vez en 1912 por el alemán Perthes de Tübingen”. En 1914 se introdujo el término conducción en anestesia, que hace referencia a la conducción nerviosa y se describieron por primera vez los principios de la neuroestimulación.⁴

Labat, en 1920, publicó el libro Anestesia regional, técnica y aplicación, que describía técnicas anestésicas y diferentes abordajes para la realización de bloqueos de nervio periférico, y en la actualidad se han desarrollado diferentes dispositivos tecnológicos para orientar la búsqueda de estructuras nerviosas y la localización de los troncos nerviosos y las técnicas pueden ser guiadas por neuroestimulador de nervio periférico o por ultrasonografía, hecho que se asocia con disminución en el volumen y requerimientos de anestésico local, lo cual mejora el porcentaje de éxito y eficacia de los bloqueos y menor riesgo de complicaciones asociados con anestesia.⁵

El Dr. Ernesto Rodríguez Casas, Dr. Edwin García García, Dr. Joel Echazabal Martínez, Dr. Jorge y Rosa Díaz en el período comprendido entre enero-septiembre de

¹Ruiz Castro M, 2010; “Práctica clínica y tratamiento del dolor M” Manual de anestesia regional, pp. 136-138

²Admir Hadzic, MD, PhD; 2010; “Tratado de anestesia Regional y manejo del dolor agudo Mc Graw Hill, The New York School of regional Anesthesia, pp. 398-401, 403-416, 419-424, 427-439, 441-450, 609-615.

³Navas AM. 2006 “Complicaciones de los bloqueos nerviosos periféricos” Rev. Española Anestesiología y Reanimación. 237-248.

⁴Zaragoza-Lemus G., et. al., 2008, “Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional” Servicio de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación, Revista Mexicana de anestesiología vol. 31 No. 2, PP. 116-132. Recuperado 22 de mayo de 2012 de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2008/cma082h.pdf>.

⁵Zaragoza G, et. al., 2006 “Escala de respuesta motora a la neuroestimulación” Revista Mexicana de Anestesiología; 29: PP. 221-225.

2008”realizaron un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo en 100 pacientes adultos, de uno u otro sexo, ASA I-III, programados para cirugía de la mano, antebrazo y tercio inferior del brazo, en el Hospital Universitario» Dr. Carlos J. Finlay». El neuroestimulador KWD 80811 fue empleado para la detección del plexo braquial y la técnica utilizada para el bloqueo fue la peri vascular de Burnham, cuyo resultado en la calidad de la analgésica quirúrgica fue excelente en el 93% de los casos y mala en el 1%. Reportaron una sola complicación sin interferencia con el proceder ni secuelas para el paciente.⁶

2.1Marco Teórico

2.1.1*Bloqueo de nervios periféricos.*

La anestesia por bloqueo de nervio periférico consiste en la administración de anestésicos locales en la cercanía a un nervio o tronco nerviosos específicos que inhibe el potencial transmembrana excitatorio que transmite un estímulo nociceptivo por diferentes fibras nerviosas hacia el sistema nervioso central lo cual modula la percepción del dolor, por lo tanto evitamos sensibilidad durante la cirugía y damos analgesia no solo durante el procedimiento quirúrgico y el post operatorio. Todo ello de una manera reversible, con preservación de la estructura y función de los nervios y la piel.^{7,4}

Por estas características se utiliza la anestesia local cada vez con más frecuencia, sobre todo en la cirugía ambulatoria donde se necesita la aplicación de técnicas anestésicas que faciliten la recuperación y la deambulación temprana del paciente.⁸

Gracias a los diferentes avances en el desarrollo de dispositivos de localización de nervio periférico, la anestesia regional es una de las técnicas anestésicas más utilizadas y cada día gana más campo.⁹

Hay muchas formas de realizar bloqueos de nervios periféricos:

⁴Zaragoza-Lemus G., et. al., 2008, “Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional” Servicio de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación, Revista Mexicana de anestesiología vol. 31 No. 2, PP. 116-132. Recuperado 22 de mayo de 2012 de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2008/cma082h.pdf>.

⁶Ernesto Rodríguez Casas, et al, 2009 “Empleo del neuroestimulador KWD 80811 para el bloqueo del plexo braquial por vía axilar” (tesis).

⁷Admir Hadzic, 2006 “Bases of stimulation nervous” Textbook of Regional anesthesia and acute pain management. 1st edition. December McGraw-Hill Publications New York USA pp. 34-39.

⁸de Morais BS, et. al. 2012 “Postoperative analgesic efficacy of different volumes and masses of ropivacaine in posterior brachial plexus block”. Revista Brasileira de Anestesiologia

⁹Winnie M.D.: Vol. 2, 2008, “Regional Anesthesia of the extremities” The American Society of Anesthesiology.

- ✓ Localización anatómica: se basa en relaciones anatómicas precisas y confiables.
- ✓ Provocación de parestesias: la colocación de una aguja en contacto directo con el nervio induce su estimulación.
- ✓ Técnica de la vaina peri vascular: aprovecha que muchos fascículos nerviosos están situados cerca de estructuras vasculares, a menudo en una vaina.
- ✓ Localización trans-arterial.
- ✓ Con neuroestimulador.
- ✓ Guiado por ultrasonido.¹⁰

Se pueden realizar procedimientos quirúrgicos sobre la totalidad de la extremidad superior mediante el bloqueo regional del plexo braquial o sus ramas terminales. Dichos nervios pueden bloquearse en cualquier lugar a lo largo de su recorrido: desde la salida de los agujeros vertebrales y la entrada a la aponeurosis de los músculos escaleno anterior y medio, hasta que finalizan en los nervios de la mano.¹¹

Como en todas las técnicas existen una serie de desventajas: la más frecuente, es el fallo en producir una anestesia completa en el área a ser tratada, lo cual puede deberse a la utilización de una concentración inadecuada de anestésico, insuficiente volumen de anestesia que no alcanzó a bañar todos los troncos nerviosos, a la existencia de elementos anatómicos propios del paciente (tabiques, cicatrices, etc.) que no permiten que el anestésico local se distribuya adecuadamente o, por último, una inadecuada colocación de la aguja al inyectar el fármaco además también se describe ocurrir un daño nervioso irreversible al inyectar el anestésico en el tronco nervioso aunque es muy poco frecuente y no suele dejar una pérdida total de la función nerviosa. Estos fenómenos están directamente relacionados con las habilidades y experiencia del médico que debe conocer perfectamente la técnica que está utilizando.¹²

¹⁰Winnie, 2006, "Anestesia de plexus" Técnicas perivasculares del bloqueo del plexo braquial. 5ta. Edición. Editorial Salvat. Barcelona. España pp. 32.

¹¹Anesthesiology Radiology Department, 2013, "Ultrasound anatomy of the brachial plexus nerves in the neurovascular bundle at the axilla in patients undergoing upper-extremity block anesthesia"; Ankara University School of Medicine"(tesis).

¹²Hadzic A, Vloka JD, Claudio RE. 2006 "Electrical nerve localization: Effects of cutaneous electrode placement and duration of the stimulus on motor response"

La práctica de la anestesia loco regional no está exenta de diversas complicaciones. Se distinguen dos grupos principales de complicaciones: anatómicas y fisiológicas.

2.1.2 Complicaciones anatómicas del bloqueo nervioso

Dado que la mayoría de nervios bloqueados están circundados por vasos sanguíneos importantes y se hallan anatómicamente próximos a órganos vitales, se clasifican las complicaciones anatómicas en tres grandes grupos: Vasculares, respiratorias y neurológicas.

- ✓ Vasculares:
 - Arteriales
 - Intravenosas
 - Hematoma

- ✓ Respiratorias:
 - Interferencia en mecánica ventilatoria
 - Interferencia en volúmenes torácicos

- ✓ Neurológicas:
 - Toxicidad sistémica (intravascular)
 - Anestesia intradural total

- ✓ Infección.

i. Complicaciones Vasculares:

- La inyección de fármacos en arteria carótida interna o en arterias vertebrales llega directamente al cerebro. Por ello, muy pequeñas dosis de anestésico local pueden ocasionar toxicidad del sistema nervioso central. Las restantes inyecciones arteriales drenarán en la circulación venosa y se comportarán de manera similar a inyecciones intravenosas. De ahí la necesidad de aspirar

ampliamente y en repetidas ocasiones, así como de inyectar lentamente el anestésico local en estas zonas de cabeza y cuello.

- La hemorragia de la arteria subclavia o vena yugular, es otra complicación vascular reconocible de inmediato y que rara vez constituyen un problema, puede provocar un hematoma.

ii. *Complicaciones respiratorias:*

- Parálisis de músculos respiratorios: La mecánica ventilatoria puede quedar interferida a bien por parálisis de músculos intercostales, abdominales, o bien por parálisis diafragmática. Podemos producir parálisis diafragmática unilateral al realizar un bloqueo del plexo cervical o interescalénico, ya que el nervio frénico (C3-C5) es la rama más importante de este plexo.
- Quilotórax o incluso una punción pulmonar, producirán interferencia en los volúmenes torácicos. Cualquiera de dichas complicaciones, puede ser consecuencia de un bloqueo Supraclavicular del plexo braquial, o del bloqueo del ganglio estrellado, o del bloqueo interescalénico, o de un bloqueo profundo del plexo cervical, o de un bloqueo paravertebral, por citar varios ejemplos.
- Neumotórax: Por lo general es el resultado de lacerar la pleura visceral por una aguja mal instalada, el aire no penetra al espacio pleural por la aguja; más bien escapa del parénquima pulmonar, así luego del bloqueo supraclavicular lentamente se desarrolla neumotórax, salvo cuando se aplica presión positiva a las vías respiratorias, en cuyo caso pronto aparece neumotórax a tensión, sucede alrededor del 1 al 6%, aunque son raros los neumotórax mayores del 20%.
- Hemotórax se presenta como consecuencia de la punción de algún vaso sanguíneo intratorácico habitualmente, aunque muy raras ocasiones son graves.

iii. *Complicaciones neurológicas:*

- La toxicidad sistémica por inyección intravascular de un anestésico local tiene generalmente sus primeras manifestaciones a nivel del sistema nervioso central.
- Anestesia intradural total. Por ejemplo puede ser complicación tras el intento de un bloqueo epidural, o de un bloqueo del ganglio estrellado o del plexo interescalénico, o de un bloqueo paravertebral, por inyección inadvertida del anestésico en el espacio intradural.

- Parálisis del nervio frénico: Habitualmente es unilateral provocando hipo y parálisis de un hemidiafragma.
- Síndrome de Horner: Se produce por la extensión inadvertida del bloqueo hacia el ganglio simpático cervical ubicado cefálicamente, trayendo como consecuencia, miosis, ptosis palpebral y vasodilatación ipsolateral al sitio bloqueado.

iv. *La infección bacteriana:*

Es un riesgo posible de cualquier bloqueo nervioso pero su importancia es máxima, al igual que con el hematoma, cuando se produce alrededor de la médula espinal (absceso) y de sus coberturas (meningitis).¹³

2.1.3 complicaciones fisiológicas del bloqueo nervioso

Podemos clasificar las complicaciones fisiológicas del bloqueo nervioso en locales, sistémicas y otras.

- ✓ Locales:
Neurotoxicidad
Miotoxicidad
- ✓ Sistémicas:
Toxicidad del SNC
Toxicidad cardiovascular
- ✓ Otras:
Alergia
Metahemoglobinemia
Dolor a la inyección

¹³Franco CD, et.al. 2006 "Supraclavicular block in the obese population: Analysis of 2,020 blocks. (Tesis: Department of Anesthesiology and Pain Management JHS Hospital of Cook County; and Department of Anesthesiology Rush University Medical Center, Chicago, Illinois).

i. *Locales:*

- ✓ *Neurotoxicidad:* Existen una serie de factores favorecedores de la toxicidad de los anestésicos locales:
 - La potencia del anestésico local: Cuanto más potente es un anestésico local más fácilmente podrá ocasionar una reacción tóxica.
 - La dosis total administrada y los niveles plasmáticos alcanzados: Existe estrecha correlación entre la concentración plasmática y la toxicidad sistémica, así como entre la concentración local de anestésico y la toxicidad a ese nivel (neurotoxicidad por ejemplo). Los niveles plasmáticos se ven influenciados por la vía de administración (se alcanzan niveles altos tras un bloqueo intercostal), o la presencia o no de vasoconstrictor asociado. Hablaremos de sobredosificación relativa tras una inyección intravascular inadvertida y de sobredosificación absoluta cuando se utilicen dosis supramáximas.
 - Farmacocinética. Los anestésicos locales de vida media más larga tienen mayor capacidad para producir reacciones de toxicidad. Los anestésicos locales de mayor vida media son los que presentan mayor unión a proteínas plasmáticas, los de lenta metabolización y los de menor poder vasodilatador. Los anestésicos locales menos vasodilatadores (ejemplo mepivacaína) tienen vida media mayor que los anestésicos locales más vasodilatadores (ejemplo lidocaína).
 - La velocidad de administración. La administración rápida de un anestésico local producirá picos plasmáticos superiores a los alcanzados tras administración lenta.
 - Condiciones particulares del paciente. Las edades extremas de la vida (neonatos, ancianos), la patología del paciente (insuficiencia hepática, renal, cardíaca, alteraciones hidroelectrolíticas o del equilibrio ácido-base, presencia de pseudocolinesterasas atípicas), medicación concomitante y el embarazo, aumentan el grado de toxicidad.
 - Toxicidad hística local: Los anestésicos locales raramente producen neurotoxicidad a nivel local, y sólo lo hacen cuando se utilizan a concentraciones muy superiores a

las habituales. La susceptibilidad de neurotoxicidad es mayor en fibras motoras, fibras mielinizadas, cuando el epineuro es escaso y, si existe neuropatía subyacente (diabetes, alcoholismo).

- ✓ *Miotoxicidad*: la susceptibilidad es mayor en músculo esquelético, si bien se han visto cambios histopatológicos reversibles con regeneración muscular en dos semanas. La miotoxicidad se asocia con mayor frecuencia al uso de anestésicos locales más potentes y de mayor duración, tipo bupivacaína.

ii. *Sistémicas*: El sistema nervioso central es más susceptible que el sistema cardiovascular a la toxicidad sistémica de anestésicos locales; en general, cuando un anestésico local alcanza la circulación sistémica produce efectos adversos inicialmente a nivel del sistema nervioso central y, posteriormente a nivel cardiovascular. Aunque las manifestaciones tóxicas más frecuentes son las nerviosas, las manifestaciones tóxicas más peligrosas son las cardiovasculares.

- ✓ *Toxicidad a nivel del sistema nervioso central (SNC)*: Las manifestaciones clínicas son consecuencia del bloqueo de la conducción nerviosa a niveles progresivamente superiores. En primer lugar, se bloquean vías inhibitorias del córtex cerebral causando sintomatología por estimulación del mismo: inquietud, ansiedad, confusión, entumecimiento lingual y perioral, gusto metálico, trastornos visuales (fotopsias, diplopía, nistagmos), trastornos auditivos (tinnitus), temblores, fasciculaciones (músculos faciales y de extremidades), pudiendo producir incluso convulsiones tónico-clónicas generalizadas. Esta fase de excitación va seguida de una fase de depresión nerviosa generalizada, con disminución del nivel de conciencia, depresión respiratoria y, por último, paro respiratorio, a causa del bloqueo tanto de vías inhibitorias como facilitadoras. Si los niveles sanguíneos de anestésico local no alcanzan un determinado valor, sólo se observará la primera fase excitatoria; si, por el contrario, la sobredosificación es masiva, puede pasarse directamente a la segunda fase de depresión. Además de los factores favorecedores de toxicidad de anestésicos locales anteriormente mencionados, existen otros condicionantes de la toxicidad a nivel del SNC: así, se sabe que la hipercapnia y la acidosis aumentan la toxicidad nerviosa.

Los mecanismos implicados en esta toxicidad son varios: en primer lugar la hipercapnia conduce a una vasodilatación cerebral, con lo que mayor proporción de fármaco alcanzará el sistema nervioso central. Por otra parte, la difusión del CO₂ al interior de las neuronas dará lugar a un atrapamiento iónico del fármaco, potenciando su actuación a este nivel. Además, la hipercapnia y la acidosis disminuyen la unión del anestésico local a las proteínas plasmáticas, con lo que aumenta la fracción libre activa del fármaco.

El tratamiento de la toxicidad sobre el sistema nervioso central consistirá inicialmente en la corrección de las posibles alteraciones de oxigenación y acidosis potenciadoras de la toxicidad. Ante el primer signo de toxicidad debe administrarse oxígeno. La aparición de convulsiones debe tratarse enérgicamente, puesto que conducen a un estado progresivo de hipoxia, acidosis e hipercapnia, y éstas a su vez favorecen las convulsiones cerrando un círculo vicioso. Si hay convulsiones debe preservarse la vía aérea, con maniobras de resucitación cardiopulmonar básica (RCP). La administración de succinilcolina frena las convulsiones y permite la intubación orotraqueal, si bien no disminuye la actividad eléctrica cerebral. Por tanto, deberá asociarse un fármaco anticonvulsivante: tiopental (150-300 mg) no sobrepasando la dosis por su efecto depresor cardíaco. Entre las benzodiacepinas, se prefiere el midazolam al diazepam, por su mayor rapidez de acción, su duración más corta y su mejor efecto anticonvulsivante.

- ✓ *Toxicidad cardiovascular:* Clínicamente se distinguen tres fases: una fase inicial de estimulación central simpática con taquicardia e hipertensión. A continuación, una fase intermedia con disminución del gasto cardíaco por depresión miocárdica, hipotensión moderada, bradicardia sinusal, bloqueo aurículo-ventricular (A-V) moderado y alteración de la conducción intraventricular. Finalmente, se produce hipotensión importante¹² con gran vasodilatación y bloqueo A-V avanzado, trastornos severos de la conducción intraventricular, bradicardia, paro sinusal y shock. Algunos anestésicos locales como la bupivacaína pueden precipitar tempranamente arritmias malignas como la fibrilación ventricular.

La cardiotoxicidad se correlaciona con la potencia anestésica del fármaco; así, los anestésicos locales más potentes y altamente liposolubles son los que provocan mayor alteración a nivel cardíaco. El potencial cardiotóxico de la lidocaína y mepivacaína es por ejemplo inferior al de la bupivacaína o la etidocaína.

Mientras que el mecanismo fundamental de cardiotoxicidad de la bupivacaína está relacionado con sus efectos electrofisiológicos, en el caso de la lidocaína es debido principalmente a depresión miocárdica y profunda vasodilatación.

En cuanto al tratamiento de la cardiotoxicidad por anestésicos locales, en primer lugar deberá combatirse la toxicidad neurológica asociada, ya que las convulsiones favorecen la hipoxia y acidosis que a su vez potencian la cardiotoxicidad. Se administrará oxígeno y puede ser necesaria la adrenalina a altas dosis; la disminución de las arritmias ventriculares puede conseguirse con bretilio, requiriéndose incluso desfibrilación con voltajes superiores a los habituales. Se ha sugerido el tratamiento combinado de dobutamina y clonidina, que se justifica por la menor arritmogenicidad de la dobutamina con respecto a la adrenalina, y la reducción de arritmias ventriculares por parte de la clonidina debido a su efecto a nivel de receptores nicotínicos ganglionares parasimpáticos. A pesar del efecto cronotrope que poseen la mayoría de fármacos inotropos, no deben dejar de utilizarse éstos por temor al incremento de la toxicidad dependiente de la frecuencia en los casos de colapso cardiocirculatorio profundo. Las maniobras de RCP pueden prolongarse durante una hora o más.

Con respecto a la toxicidad vascular propiamente dicha, los anestésicos locales tienen un efecto bifásico sobre el músculo liso vascular: a bajas concentraciones producen vasoconstricción, y a altas concentraciones ocasionan vasodilatación. El mecanismo parece ser un antagonismo competitivo entre el anestésico local y los iones de calcio. No parece existir correlación entre la potencia anestésica y el grado de vasodilatación, pero sí con la duración del efecto vasoconstrictor y/o vasodilatador. La vasculatura pulmonar es especialmente sensible a los efectos vasoconstrictores de los anestésicos locales, produciéndose importante aumento de las resistencias vasculares pulmonares.

iii. *Entre otras complicaciones encontramos:*

- a. Reacciones alérgicas: ciertas sustancias y en general los preservantes pueden producirlas, y puede haber hasta un choque anafiláctico.
- b. Metahemoglobinemia: Existe un anestésico local con un efecto colateral específico, la prilocaína, que a altas dosis (>600 mg) es capaz de producir Metahemoglobinemia. La metabolización hepática de la prilocaína produce un metabolito, la orto-toluidina, que es responsable de la oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina. En esta última, el hierro del grupo hem pasa de estado férrico a estado ferroso, que es incapaz de transportar oxígeno.

La tasa de metahemoglobina normal es inferior al 1% del total de hemoglobina. Si excede el 10% de la hemoglobina total (>1,5 g/dl) clínicamente aparece cianosis, cuando alcanza el 35% de la hemoglobina aparece cefalea, debilidad y disnea, niveles superiores al 80% del total de hemoglobina son incompatibles con la vida. La clínica puede aparecer a las 4-6 horas de la administración del anestésico, siendo característica en cuadros leves una cianosis que no responde a la administración de oxígeno y que se resuelve espontáneamente a las 24 horas.

El tratamiento específico consiste en administrar azul de metileno al 1% a dosis de 1mg/Kg.

- c. Dolor a la inyección: El dolor a la inyección intradérmica y subcutánea del anestésico local¹⁵ es más bien un efecto colateral cuyo mecanismo no se conoce bien; parece estar en relación con la acidez y aditivos de las soluciones y con la liposolubilidad. Por otra parte, las soluciones con adrenalina vasoconstrictora suelen ser más dolorosas.

La inyección de bupivacaína es más dolorosa que la de mepivacaína, y ésta que la de lidocaína. Podemos minimizar el dolor a la inyección disminuyendo la velocidad de inyección, utilizando agujas muy finas, alcalinizando la solución pero sin que ésta precipite, diluyendo el anestésico local en soluciones balanceadas que contengan calcio como Ringer lactato o acetato, evitando la dilución en agua bidestilada y, calentando las soluciones a 34-37°C.

El dolor importante a la inyección del anestésico local sí que puede ser motivo de complicación, pudiendo producir degeneración axónica por inyección intrafascicular del anestésico. En este caso antes de inyectar habrá que retirar y reorientar la aguja.

2.1.4 Consejos para reducir los riesgos de un bloqueo nervioso periférico

- ✓ Aspiración continua mientras avanza la aguja. El bisel más agudo tiende a cortar las fibras nerviosas, mientras que el bisel romo tiende a rechazarlas produciéndose menor daño nervioso.
- ✓ Evitar medicamentos que produzcan sedación excesiva para no atenuar síntomas (parestesia, hipo, tos, dolor importante) que indican que la aguja está tocando un nervio.
- ✓ Puede agregarse adrenalina diluida al anestésico local para corroborar colocación de aguja excepto en bloqueos digitales, faciales, zonas de irrigación terminal y en bloqueo de nervios de pequeño calibre. En estos casos se utilizarán pequeños volúmenes y bajas concentraciones de anestésico local sin adrenalina.
- ✓ No usar dosis superiores a las recomendadas.
- ✓ Evitar posiciones incorrectas del paciente en quirófano que pueden conducir a daño nervioso mecánico.
- ✓ Uso de técnicas de bloqueo loco regional, seguras y adecuadas, se dice que con el uso del neuroestimulador, se puede disminuir el volumen de anestésicos locales, reduciendo así el riesgo de toxicidad y es una técnica mucho más selectiva.

Hasta la fecha se cuenta con 4 técnicas básicas para el bloqueo del plexo braquial por vía axilar: búsqueda de parestesia, inyección peri vascular, localización de fibras nerviosas mediante el empleo de un neuroestimulador y punción guiada por ultrasonido.

La localización de un nervio por estimulación eléctrica fue realizada por primera vez en 1912 por el alemán Perthes de Tübingen. Desde la sexta década del pasado siglo se reportó

el empleo de un neuroestimulador para la localización del plexo braquial y desde entonces se describen múltiples ventajas sobre la técnica de las parestesias.

Galvani, en 1780, hizo la primera demostración de estimulación eléctrica sobre un nervio. En años sucesivos se desarrollaron los primeros neuroestimuladores eléctricos (ENE). Se usó un neuroestimulador transistorizado y agujas aisladas y se comenzaron a utilizar los ENE para la monitorización del bloqueo muscular.

La anestesia del plexo braquial por vía axilar es un proceder frecuentemente empleado para la cirugía de la extremidad superior; disponer de un neuroestimulador para identificar las estructuras a bloquear ofrece múltiples ventajas:

- ✓ Permite realizar bloqueos muy selectivos y fácilmente reproducibles,
- ✓ Limitan incomodidades y complicaciones al paciente,
- ✓ Se disminuye el volumen de anestésico local,
- ✓ Reducen el riesgo de neurolesión.¹⁴

2.1.5 Preparación preoperatoria del paciente para anestesia local y regional

La clave para el éxito en la utilización de la anestesia local y regional es la selección adecuada del paciente y su preparación para el procedimiento quirúrgico. Nada más difícil que manejar un paciente no cooperativo o, simplemente, que no desea la anestesia local. El hecho de forzarlo no sólo plantea cuestionamientos de carácter ético, sino que también origina situaciones inesperadas, pero siempre desagradables, para todo el equipo quirúrgico.

Lo anterior cobra mayor importancia cuando se recuerda que uno de los elementos más importantes para determinar la aceptación de la anestesia local o regional lo constituyen las experiencias previas con este tipo de procedimientos.

La selección del paciente debe ser una conclusión de múltiples factores: estado físico, edad, temperamento, nivel de comprensión acerca del procedimiento una vez que se le ha explicado, tiempo probable de la cirugía y, finalmente, habilidad del cirujano que practica el procedimiento, ya que, a pesar de un buen bloqueo regional, la delicadeza de la manipulación de los tejidos y el movimiento del miembro o la zona que está siendo intervenida pueden fácilmente interferir en el estado anímico o la sedación del paciente.

¹⁴Harclerode Z, Michael S, January 2010, "axillary brachial plexus block landmark technique" tutorial of the week 165 northern general hospital, Sheffield.

Las condiciones fisiopatológicas locales y sistémicas son igualmente importantes y deben tenerse en cuenta, puesto que la existencia de limitaciones locales, como vendajes, infección o dermatitis adyacentes, pueden impedir la realización de una anestesia local. Menos evidente, pero muy importante, es tener en cuenta los problemas sistémicos del estado del enfermo: los pacientes con neuropatías periféricas, coagulopatías o enfermedades cardiovasculares severas requieren una cuidadosa evaluación clínica y de laboratorio acerca de su patología.

Finalmente, la actitud mental del paciente puede determinar la posibilidad de practicar una intervención bajo anestesia local. Un número importante de pacientes suele rehusar la práctica de la anestesia regional porque no desean estar conscientes durante el procedimiento; sin embargo, una explicación adecuada de los riesgos y beneficios hará que el paciente acceda a la anestesia local, si está bien indicada.

2.1.6 Equipo necesario para el bloqueo regional

De acuerdo con las circunstancias en las que se practique la anestesia local se requieren diversos tipos de elementos, ya sea en el caso más simple de un bloqueo local realizado en salas de curas o el más complejo de grandes infiltraciones para liposucciones o estiramientos de cara practicados en quirófanos.

Los mínimos requerimientos para realizar adecuadamente una anestesia local son:

i. *Jeringas:*

Debe disponerse de jeringas de diversos volúmenes (3, 5, 10 y 20 ml), que idealmente deben ser desechables con el fin de evitar posible contaminación.

ii. *Equipo de limpieza:*

Para asegurar una correcta asepsia de la zona que se va a inyectar, se debe aplicar una solución bactericida que por lo general es yodada con gasas estériles.

iii. *Neuroestimulador y Agujas:*

Debe disponerse de agujas del calibre y la longitud apropiados para la anestesia que se va a realizar, lo cual determina la profundidad de la inyección. Acerca de los calibres, es recomendable emplear agujas de muy pequeño calibre (25 a 27) y bisel no romo, ya que se asocian a menos molestia durante la práctica de la punción.

iv. *Monitorización:*

Como mínimo se debe utilizar un pulsioxímetro y es recomendable determinar el E.C.G. y la tensión arterial.

v. *Entre el equipo de reanimación:*

Es necesario que dispongamos de un equipo de reanimación, que incluya, como mínimo: acceso intravenoso, una fuente de oxígeno y equipo para asistencia ventilatoria manual, medicación de emergencia como atropina, adrenalina y anticonvulsivantes del tipo de las benzodiacepinas, asimismo laringoscopios y tubos endotraqueales ya que por simple que parezca el procedimiento a realizar, la naturaleza y la letalidad de las reacciones tóxicas a los anestésicos locales nos obliga a estar prevenidos.

vi. *El neuroestimulador:*

Permite realizar bloqueos muy selectivos y fácilmente reproducibles, limitando incomodidades al paciente y disminuyendo el volumen de anestésico local y reducen el riesgo de neurolesión.

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. 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, y fue Montgomery junto a Raj en 1973 quienes manejaron las primeras agujas sin corriente y aisladas. Una publicación importante en esta historia es la de Hadzic et al, quien nos habla de las características y falta de perfeccionamiento de los NES (neuroestimuladores) actuales. Cuando esta tecnología apareció no había agujas de diseño específico atraumático y se requerían altos niveles de corriente para producir una

estimulación de respuesta motora (3 a 5 mA). La estimulación de la actividad motora no era muy específica y la punta de la aguja a la proximidad del nervio podía ser bastante distante y el bloqueo fallido era común. Pero esto ha cambiado y se ha desarrollado, con el advenimiento de tecnología más fina, específica y sofisticada.

2.1.7 Bases de la neuroestimulación:

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.

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. 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. Lo que se traduce que a menor distancia menor energía para desencadenar un potencial de acción y por tanto una contracción muscular. La resistencia eléctrica del cuerpo humano va de 1-10 K Ω (kiloOhms) y al penetrar la dermis sólo tiene 0.5 K Ω por lo que el neuroestimulador del futuro deberá usar nanocoulomb (nC). Para sobrepasar el umbral se requiere una mínima cantidad de corriente necesaria para disparar un impulso nervioso, esta mínima amplitud de corriente (estímulo) 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*.

La *biofase* o interfase se refiere al fenómeno donde una corriente eléctrica puede dispersar y no transmitir, debido a una sustancia acuosa entre el nervio y la punta de la aguja por ejemplo sangre, anestésico local o agua. Se han estudiado variaciones en la corriente de salida en función a la edad o la patología del paciente normal 120 nC, en niños 60 nC, en diabéticos más de 1,000 nC.

2.1.8 Anatomía del Plexo Braquial:

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 nervios los agujeros de conjunción convergen formando tres troncos situados por detrás de los músculos escaleno, anterior y medio; es decir, 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:

i. *Cordón lateral (C5, C6, C7):*

De él se originan los nervios musculocutáneo, mediano lateral y pectoral lateral.

ii. *Cordón mediano (C5-C8, T1):*

Da lugar a los nervios braquiales cutáneos mediales, mediano (medio), cubital y pectoral medio.

iii. *Cordón posterior:* 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.^{15, 16, 17, 18}

2.1.9 Descripción básica de la técnica de bloqueo con Neuroestimulador

- ✓ Encender el neuroestimulador
- ✓ Seleccionar la frecuencia de 1 Hz o 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 mA
- ✓ Insertar la aguja en el sitio de punción
- ✓ La luz amarilla centellea de nuevo, indicando que el circuito se ha cerrado
- ✓ Avanzar la aguja hacia el plexo hasta ver contracciones musculares
- ✓ 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 grado II
- ✓ Después de la inyección de la dosis, un test de anestésico local es la ausencia de contracciones musculares en 5 segundos^{19,12}

2.1.10 Técnica de neuroestimulación según Sala-Blanch.

- ✓ Fase de localización
- ✓ Fase de acercamiento
- ✓ Fase de inyección
- ✓ Fase de instauración

¹²Hadzic A, Vloka JD, Claudio RE. 2006 "Electrical nerve localization: Effects of cutaneous electrode placement and duration of the stimulus on motor response"

¹⁵Johnson EO et.al. 2010 "Neuroanatomy of the brachial plexus: normal and variant anatomy of its formation" Department of Anatomy, School of Medicine, University of Athens doi: 10.1007/s00276-010-0646-0.

¹⁶Santos Palazzi Coll, Manuel Llusá Pérez, et. al. 2007, "Anatomía quirúrgica del plexo braquial y nervios periféricos" Edicions Universitat Barcelona.

¹⁷University of Pittsburgh, 2009 Apr 28 "Brachial plexus anatomy: normal and variant" ScientificWorldJournal. Doi: 10.1100/tsw.2009.39.

¹⁸Bergman R: Illustrated Encyclopedia de Human Anatomical Variations 5ta. Edición. Editorial Salvat. Barcelona. España. 2009.

¹⁹Video en línea Axillary brachial plexus block 2010, recuperado 12 marzo 2011 de:

<http://www.bing.com/videos/search?q=.+Axillary+brachial+plexus+block+2010&FORM=VIRE5#view=detail&mid=F23D7DB67BFD5414E97AF23D7DB67BFD5414E97A>

A continuación los cuadros nos ofrecen en resumen las respuestas motoras ideales esperadas según el nervio buscado del plexo braquial, así como el volumen del anestésico local recomendado.

Cuadro I. Neuroestimulación en el plexo braquial*.

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

Fuente: Dumitru D. 1995, "Brachial plexopathies and proximal mononeuropathies". In: Dumitru D, ed. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia PA. E and C Hanley and Belfus; PP. 585-642.20

Cuadro II. 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

Fuente: Zaragoza G, et. al., 2006 "Escala de respuesta motora a la neuroestimulación" Revista Mexicana de Anestesiología.⁵

⁵ Zaragoza G, et. al., 2006 "Escala de respuesta motora a la neuroestimulación" Revista Mexicana de Anestesiología.

²⁰ Dumitru D. 1995, "Brachial plexopathies and proximal mononeuropathies". In: Dumitru D, ed. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia PA. E and C Hanley and Belfus; PP. 585-642.

2.1.11 Plexo braquial vía interescalénica

Abordaje anterior y posterior El primero que describió la técnica del bloqueo continuo del plexo braquial fue Ansbro en 1846, utilizando la vía supraclavicular para aliviar el dolor y mejorar la circulación después de accidentes vasculares de la extremidad superior.²¹

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.

Conectándose adecuadamente, el electrodo del paciente deberá estar cercano de la extremidad superior por estimular la aguja respectivamente, 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.

Otro abordaje es la vía posterior en la cual se le pide al paciente que se coloque en decúbito lateral del lado contrario al que se realizará el procedimiento, se marcan las apófisis espinosas a nivel C6 y C7, entre estas dos apófisis se marca una línea media a tres

²¹Collins Vincent M.D, 2006, "Bloqueo de nervios raquídeos cervicales" Anestesia general y regional. 3ra. Edición. Nueva Editorial Interamericana. México D.F.

centímetros por arriba de la base de estas apófisis, este será el punto a colocar la aguja en dirección postero anterior y en dirección al cricoides, haciendo preferencia en este punto para tener éxito, se obtiene respuesta del deltoides y bíceps braquial, no existe diferencia entre ambas técnicas clínicamente. La mejor técnica de neuroestimulación es la selectiva en dosis múltiples, es decir ir buscando cada uno de los cordones, con esto se aumenta la tasa de éxito y se disminuye el volumen.

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 de la extremidad superior por su acción vasodilatadora selectiva.

Entre las posibles complicaciones de este abordaje se encuentran las siguientes: Alain Borgeat 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 entre otras. Se pueden presentar además el reflejo de Bezol-Jarisch que consiste en hipotensión severa y bradicardia, y síndrome de Horner con afección del 6%.

2.1.12 Vía supraclavicular.

La técnica clásica de Kulenkampff fue descrita en 1911, tiene un gran valor histórico, y se practica en el lugar en que el plexo braquial cruza la primera costilla para alcanzar el hueco axilar. 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. El plexo braquial está en contacto con ella por fuera. En este punto se introduce una aguja de 4 cm, 22 G de bisel corto, oblicuamente hacia abajo, atrás y adentro

hasta obtener respuesta motora o bien hasta que se contacta con la primera costilla, pero teniendo en cuenta que el objetivo es alcanzarlos troncos nerviosos y no la costilla.

En 1964 Winnie describe la técnica utilizando las mismas referencias anatómicas, pero utilizando el concepto perivascular para la dirección de la aguja, 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. La ventaja de esta técnica es un mayor recorrido de la aguja dentro de la vaina y menor riesgo de punción pleural. Posteriormente se han descrito otras técnicas por diversos autores.

Vonguises en 1979, y Dalens en 1987, quienes describen el mismo sitio de punción, la diferencia de estas técnicas radica en la dirección de la punta de la aguja con el objeto de disminuir la incidencia de neumotórax y colocan una almohada debajo de los hombros para aproximar el plexo a la superficie.

El bloqueo supraclavicular presenta una serie de ventajas, se realiza un bloqueo más completo ya que a nivel supraclaviculares donde los elementos nerviosos están más juntos, envueltos en una densa fascia se pueden bloquearlos 3 troncos y sus divisiones requiriendo de menor volumen anestésico, con menor tiempo de latencia, por lo que se ha utilizado con eficacia en cirugía ambulatoria de codo, antebrazo, muñeca y mano. Es posible realizarlo en pacientes con incapacidad para la abducción del brazo, no precisa movilizar la extremidad y es practicable en caso de infección en otras zonas de abordaje. Se ha utilizado satisfactoriamente en pacientes obesos, asociándose con mínimas complicaciones, siendo la principal complicación el riesgo de neumotórax, incidencia que varía según los diferentes estudios, por lo que no es aconsejable su aplicación en pacientes ambulatorios.

Esta técnica no debe ser realizada por anestesiólogos sin experiencia debido a las complicaciones peligrosas, como la punción de la arteria subclavia, es muy frecuente (25%), el síndrome de Horner transitorio en 64-90% de los casos cuando se utilizan volúmenes altos 50 mL o más, 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. Por lo que se contraindica en pacientes con adenopatías en la zona, con insuficiencia respiratoria, en cirugía ambulatoria. Y no debe realizarse en forma *bilateral*.²²

2.1.13 Vía infraclavicular.

La vía infraclavicular fue utilizada por primera vez por Hirschelen 1911 y posteriormente Bazy en 1914 bloqueó el plexo a través del abordaje infraclavicular dirigiendo la aguja en sentido proximal o distal a la clavícula. Raj en 1977 realiza el abordaje distal. Con esta técnica el depósito del anestésico local se realiza a nivel de los cordones y ramas del plexo braquial por encima y por debajo de la formación del nervio axilar y del musculocutáneo. El paciente en decúbito supino con la cabeza girada hacia el lado contralateral y el brazo en abducción de 90°, se marcan 3 referencias anatómicas siendo la línea que las une el trayecto del plexo braquial: punto medio de la clavícula, tubérculo de Chaissaignac y la arteria humeral. Se pincha 2-2.5 cm abajo del punto medio clavicular en ángulo de 45° hasta encontrar respuesta motora proximal (codo) o distal (muñeca, mano).

Las ventajas de esta técnica son la comodidad de la posición del paciente y que alcanza una eficacia del 95%, así como ausencia de parálisis frénica, bloqueo simpático cervical o parálisis del nervio recurrente.

Wilson con la técnica de coracoides 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 y la profundidad desde la piel a la pared anterior de la arteria axilar fue 4.24 ± 1.49 cm en hombres y de 4.01 ± 1.29 cm en mujeres, se han descrito otras técnicas con diferentes angulaciones de la aguja.

Sims describe eficacia con una angulación inferior y lateral de la aguja y Whifler perpendicular a la piel, por dentro y debajo de la apófisis coracoides, realiza la punción por sobre la línea trazada entre la arteria subclavia y la zona apical del hueco axilar, con la profundidad de 4 cm en este movimiento existe un riesgo mayor de penetrar la cavidad torácica.

²² Franco CD, Domashevich V, Voronov G, et al. 2004 The supraclavicular block with a nerve stimulator: to decrease or not to decrease, that is the question. *Anesthesia Analgesy* pp.1167–71.

En el abordaje infraclavicular las complicaciones como punción venosa se presentaron en 10.3%, síndrome de Horner en 6.8% y no se presentaron punciones arteriales y pleurales.

Este bloqueo se realiza a nivel de las divisiones y cordones del plexo braquial donde se envuelven con la arteria subclavia.

Al igual que el bloqueo supraclavicular y axilar, se aplica en procedimientos de codo, antebrazo, muñeca y mano; y con rara incidencia de provocar neumotórax ya que en estudios con resonancia magnética se demostró la presencia de pleura a 6.5 cm, de profundidad. Otras de las ventajas es que es fácil de realizar y la inyección a este nivel permite bloquear los nervios musculocutáneo y circunflejo.

No requiere de una posición especial del brazo, por lo que se indica en cirugía de traumatología, y buena tolerancia para la colocación de catéter de larga duración.

Se puede utilizar la técnica de estimulación única obteniendo la respuesta motora del nervio mediano, radial o cubital. La respuesta motora del nervio musculocutáneo (flexión del codo), es una mala respuesta, señala que la aguja está en posición externa y superficial y se debe redirigir medial y profundamente. Si utilizamos la técnica de estimulación múltiple debemos obtener como mínimo dos estimulaciones, una del tronco secundario posterior y otra del tronco secundario lateral.

En la práctica una estimulación del radial y otra del mediano y posteriormente la del musculocutáneo el volumen a inyectar es de 8 a 10 mL en musculocutáneo 5 mL.

El bloqueo infraclavicular ha demostrado ser mejor en cirugía de húmero distal, codo y mano usando la técnica de dos estimulaciones, en comparación con otras técnicas tales como la axilar y humeral en la que se requiere utilizar la técnica de estimulación de 3 a 4 nervios. La triple inyección del bloqueo coracoides no es realmente benéfica ya que los pacientes reportan punciones vasculares, dificultad para la localización de una tercera punción, así como malestar en los pacientes con respecto a la técnica dual.

Los volúmenes de anestésicos utilizados disminuyen conforme aumenta el número de punciones.²³

2.1.14 Vía axilar.

El bloqueo por vía axilar constituye la forma de anestesia del plexo braquial más utilizada en la actualidad, debido al escaso número de complicaciones relacionadas con su realización. Los nervios terminales del plexo braquial están contenidos en una vaina común con la arteria axilar, y está demostrado que este paquete neurovascular es pluricompartimental, estos tabiques no impiden la difusión de los anestésicos en la mayoría de los casos, pero podrían explicarla distribución irregular y los fracasos que ocurren en ciertas ocasiones. La arteria axilar es el punto de referencia más importante, los nervios mantienen una orientación predecible con respecto a la arteria, el nervio mediano se localiza por encima de la arteria, el cubital anteromedial y el radial por detrás y algo por fuera. Esto se ha observado en estudios clínicos y actualmente por resonancia magnética y ultrasonido se ha visto que los nervios circunflejo, musculo cutáneo y axilar se encuentran por fuera de esta vaina.

A nivel axilar el nervio musculocutáneo ya ha abandonado la vaina y se encuentra englobado en el músculo coracobraquial.

Cuando se utiliza la técnica de volumen único es bloqueado en un 40-60% de los casos, por lo que se requieren utilizar volúmenes altos para alcanzar ambos compartimentos; otra opción es bloquearlo en forma separada a nivel axilar con el estimulador en el vientre muscular del coracobraquial inyectando un promedio de 5 mL de anestésico.

El nervio intercostobraquial rama del segundo nervio intercostal inerva una zona de la piel situada en el lado interno del brazo, localizada fuera de la vaina del plexo braquial, el cual debe bloquearse por medio de un habón subcutáneo por encima de la arteria, dirigiéndonos perpendicular mente a ésta; aquí se aplican 5 mL de anestésico. Generalmente se deben bloquear estos últimos cuando se utiliza un manguito de isquemia.

²³Chin KJ, Singh M, Velayutham V, Chee V, (2010). Infraclavicular brachial plexus block for regional anesthesia of the lower arm (tesis de maestría) doi: 10.1213/ANE.0b013e3181dbac5d.

La fácil realización de la técnica, la seguridad de la misma, así como la fácil palpación de la arteria, permite que la técnica de parestesias, transarterial y neuroestimulación haya sido utilizada satisfactoriamente en cirugía de codo, antebrazo, muñeca y mano. Lo que contribuye a la técnica más comúnmente realizada en Norteamérica. La técnica perivascular 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°.

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 neuro estimulación utilizamos la técnica con estimulación única o múltiple. 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 utilizan agujas aisladas, con una angulación del bisel a 30° con extensión de plástico flexible para facilitar la aplicación del anestésico. Con localización del plexo en 0.5 a 1 mA y frecuencia de 1 Hz, se avanza la aguja hasta obtener la respuesta muscular satisfactoria, de preferencia en el territorio correspondiente al acto quirúrgico que se realizará. El volumen del anestésico en punción única es de 35 a 60 mL de solución. Todos los anestésicos pueden usarse dependiendo del tiempo quirúrgico y el grado de relajación deseado.

En la técnica de localización múltiple con la técnica de Fanelli se coloca el brazo en hiperabducción, colocando la mano detrás de la cabeza para palpar el latido de la arteria axilar más superficial. Con una sola punción modificando la dirección de la aguja, se localizan 2 territorios no anatómicos, un compartimiento anterior incluye a los nervios mediano, cubital, braquial cutáneo interno y accesorio del braquial cutáneo interno y otro compartimiento posterior que incluye exclusivamente al nervio radial. En seguida con el paciente en la misma posición, se realiza la primera punción por debajo de la arteria para localizar el compartimiento del radial, se aplican 10 mL del anestésico deseado y posteriormente en el mismo sitio de punción, pero por arriba de la arteria, con una

angulación de 45° hasta obtener una respuesta flexora o extensora distal del nervio mediano y cubital inyectando 20 mL del volumen del anestésico. El empleo de esta técnica aumenta la tasa de éxitos a un 95% y disminuye las dosis de anestésicos locales, evitando la toxicidad a éstos. Otra de las ventajas es un bloqueo sencillo, que se puede realizar por anestesiólogos poco entrenados en la técnica, es fácil de realizar en obesos.

La principal desventaja es que se limita la posición en algunos pacientes con férulas o determinadas fracturas, así como la molestia en múltiples estimulaciones para conseguir un bloqueo adecuado, por lo que se recomienda sedación en los pacientes. La selección del anestésico local se determina de acuerdo al tipo de cirugía, duración de la misma y características del paciente, además de conocer las propiedades fisicoquímicas y la farmacodinamia de los mismos.

En cirugías prolongadas se utilizan con eficacia ropivacaína y bupivacaína, demostrando mayor efectividad utilizando concentraciones mayores de éstos.^{24, 25, 26, 27}

2.2 Planteamiento del problema

Desde que iniciaron los intentos por lograr la anestesia local de todo un brazo en 1884 hasta la actualidad los métodos y técnicas para realizar el bloqueo del plexo braquial vía supraclavicular han sido diversos.

“La localización de un nervio por estimulación eléctrica fue realizada por primera vez en 1912 por el alemán Perthes de Tübingen”. Hasta la fecha se cuenta con varias técnicas básicas para el bloqueo del plexo braquial por vía axilar, supra e infra-clavicular e interescalénico; todas estas ya sea con: búsqueda de parestesia, inyección perivascular, localización de fibras nerviosas mediante el empleo de un neuroestimulador y punción guiada por ultrasonido. Desde la sexta década del pasado siglo se reportó el empleo de un

²⁴Ashish R. Satapathy and David M. Coventry, 2011, “Axillary Brachial Plexus Block” Department of Anesthesia, Ninewells Hospital and Medical School, doi: 10.1155/2011/173796

²⁵Monkowsky DP, Larese CG. 2006, “Bloqueo axilar del plexo braquial”. Rev. Arg. Anest.

²⁶Aragón C. Julio-Agosto 2007, “Bloqueo axilar con la técnica de Winnie en cirugía de extremidad superior” HEODRA. ²⁷ Capdevila, X. López S. y Bernard N 2008. “Percutaneous electrode guidance using the insulated needle for prelocation of peripheral nerves during axillary plexus blocks”. Reg. Anesth Pain Med.

²⁷ Capdevila, X. López S y Bernard N. 2008. “Percutaneous electrode guidance using the insulated needle for prelocation of peripheral nerves during axillary plexus blocks”. Reg Anesth Pain Med.

neuroestimulador para la localización del plexo braquial y desde entonces se describen múltiples ventajas sobre la técnica de las parestesias.

Nos encontramos frente a la puerta de una nueva era la *neuroestimulación* o localización selectiva de nervios periféricos y no hay retorno.

El Hospital Regional de Occidente, es un centro de referencia de pacientes del Suroccidente del país. Entre su cartera de servicios se encuentran Ginecología y Obstetricia, Pediatría, Medicina Interna, Radiología, Fisioterapia, Cirugía, Traumatología y Ortopedia; de los cuales los dos últimos tienen un alto índice de tratamientos quirúrgicos. Según registros estadísticos del Hospital en el año 2008 hubo 3,675 cirugías, de ellas 415 fueron de extremidades superiores. La mayoría de los casos se sometieron a anestesia general, a pesar de que el Hospital desde ese año contaba con un neuroestimulador para bloqueos anestésicos de nervios específicos. En el año 2011 se observó que se continuaban usando las técnicas convencionales para bloqueos nerviosos o anestesia general en pacientes que ingresaban para cirugías de miembros superiores, conociendo ya el riesgo de complicaciones peri operatorias en el paciente y las desventajas en los bloqueos nerviosos con las técnicas convencionales. Debido a este problema es importante realizar un estudio descriptivo comparativo entre el uso de técnicas convencionales y con neuroestimulador, como técnicas anestésicas en dicho Hospital, para mostrar las ventajas que el uso del neuroestimulador representa en los bloqueos del plexo braquial, siendo estas: bloqueos muy selectivos y fácilmente reproducibles, mejor analgesia post operatoria, disminución del volumen de anestésico local y reducción del riesgo de neurolesión.

En relación al problema presentado se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es la eficacia y calidad del bloqueo del plexo braquial con neuroestimulador Vs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, en enero a octubre del 2012 en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente?

III. OBJETIVOS

3.1 General:

Determinar la eficacia del bloqueo del plexo braquial con neuroestimulador Vrs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, durante el año 2012 en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente.

3.2 Específicos:

3.2.1 Describir la aceptación del bloqueo del plexo braquial de los pacientes con el uso del neuroestimulador Vrs. técnicas convencionales.

3.2.2 Evaluar la calidad analgésica durante la cirugía y en el post operatorio del bloqueo del plexo braquial utilizando tanto el neuroestimulador como las técnicas convencionales.

3.2.3 Establecer qué técnica tuvo mayores complicaciones peri operatorias.

IV MATERIAL Y METODOS

4.1 Tipo de estudio

Estudio descriptivo comparativo de las técnicas convencionales y el uso de Neuroestimulador en el bloqueo del plexo braquial para cirugía de extremidad superior en el Hospital Regional de Occidente durante el año 2012.

4.2 Unidad de análisis

4.2.1 *Criterios de inclusión*

Todos los pacientes mayores de 14 años, de ambos sexos; clasificados ASA I, II y III; para tratamiento quirúrgico de extremidad superior, tanto del programa de electivo como de urgencias, con ausencia de fiebre y ausencia de fracturas expuestas.

4.2.2 *Criterios de Exclusión*

- ✓ Pacientes con contraindicaciones absolutas del bloqueo loco regional (infección o dermatitis en el sitio de punción o adyacente a este, negativa del bloqueo por parte del paciente, Alergias a los anestésicos locales, alteraciones severas de la hemostasia, distorsión anatómica del área de punción).
- ✓ Pacientes que no acepten participar en dicho estudio.
- ✓ Pacientes menores de 14 años.
- ✓ Clasificados ASA IV y V
- ✓ Pacientes con sospecha de lesión neurológica sin poder confirmarla antes de ser llevados a quirófano.

4.3. Población y muestra

4.3.1 Población

La población lo formaron los 60 pacientes de ambos sexos, de 14 años en adelante, clasificados ASA I, II, y III, sometidos a procedimiento quirúrgico tanto electivo como de emergencia, a los cuales se les indujo bloqueo interescalénico, supraclavicular o axilar dependiendo del nivel en donde se realizó la cirugía de extremidad superior, en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente, de enero a octubre del 2012.

4.3.2 Selección y tamaño de la muestra

Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia de 60 pacientes que ingresaron al departamento de traumatología para tratamiento quirúrgico de miembros superior. La muestra se dividió en 30 pacientes para aplicar el bloqueo con técnicas convencionales y 30 a quienes se aplicó bloqueo con neuroestimulador.

Muestra por conveniencia es un tipo de muestreo en el cual el investigador selecciona a la muestra de acuerdo con su conveniencia.²⁸

4.4 Definición y Operacionalización de variables

4.4.1 Variables estudiadas

- i. Edad, se sometió al estudio a pacientes de ambos sexos mayores de 14 años.
- ii. ASA I, II y III que corresponde al sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente.
- iii. Tolerancia al manguito neumático, o torniquete para evaluar la calidad anestésica y analgésica de la técnica anestésica al utilizar torniquete sin que el paciente refiera molestias o dolor y sin necesidad de utilizar otros fármacos como sedantes o analgésicos.
- iv. Complicaciones propias de la técnica anestésica. Se evaluó en cada paciente sometido al estudio si presentaba alguna situación que agravara su condición y si tenía relación o no con la técnica anestésica utilizada.
- v. Calidad de la analgesia. Se verificó en cada paciente la calidad analgésica quirúrgica y post quirúrgica.

²⁸Del Cid A., Méndez R. y Sandoval F. (2011) Investigación fundamentos y metodología. (2ª. Ed.) México: Pearson Educación.

4.4.2 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
EDAD	Tiempo que una persona ha vivido a contar desde que nació	mayores de 14 años	Cuantitativa	Intervalo	Años
ASA	Sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente.	I, II y III	Cualitativa	Intervalo	Pacientes
Tolerancia al manguito neumático, o torniquete.	Capacidad de utilizar torniquete sin que el paciente refiera molestias o dolor y sin necesidad de utilizar otros fármacos como sedantes o analgésicos.	Adecuada: no fue necesario retirarlo una vez insuflado ni administrar algún fármaco adicional hasta el final del acto quirúrgico. Inadecuada: necesidad de administrar fármaco adicional o retirarlo una vez insuflado.	Cualitativa	Nominal	Pacientes

Complicaciones propias de la técnica anestésica.	Situación que agrava y alarga el curso de una enfermedad y que no es propio de ella.	Vasculares: Arteriales Intravenosas Hematoma Respiratorias: Interferencia en mecánica ventilatoria Interferencia en volúmenes torácicos Neurológicas: Toxicidad sistémica (intravascular) Anestesia intradural Total Infección	Cualitativa	Nominal	Pacientes
Calidad de la analgesia.	Calidad de la analgesia quirúrgica y posquirúrgica.	Buena: no hay necesidad de administrar ningún fármaco analgésico adicional. Regular: analgesia incompleta, el paciente se queja de molestias, es necesario complementar el bloqueo con infiltración local de anestésicos locales o administrar analgesia endovenosa. Mala: necesidad de anestesia general.	Cualitativa	Nominal	Pacientes

Fuente: elaboración propia

4.5 Delimitación de la investigación

La presente investigación fue realizada en el Hospital Regional de Occidente San Juan de Dios de Quetzaltenango durante el periodo del 1 de enero a 31 de Diciembre de 2012 y se incluyeron a 60 pacientes que fueron sometidos a cirugía de extremidades superiores que aceptaron anestesia con bloqueo regional.

Para la inclusión de los pacientes en la investigación se obtuvo el consentimiento informado, y se solicitaron resultados de laboratorio como recuento de plaquetas y tiempos de coagulación para descartar problemas de hemostasia; en los casos en los que no fue posibles fueron excluidos del estudio, también tomamos en cuenta la edad, el sexo, la clasificación del ASA, tipo de cirugía (extremidades superiores), se descartó infección de tejidos blandos en el área o adyacentes al sitio de punción, la ausencia de fracturas expuestas y se descartó además las lesiones nerviosas de la extremidad que será sometida a cirugía.

Se incluyeron dentro de las variables la eficacia de cada técnica, la tolerancia al manguito neumático o torniquete, calidad de la analgesia y si hubo alguna complicación anestésica para determinar si fue o no la mejor decisión la que fue tomada.

Además se evaluó la calidad de la analgesia en el Post operatorio con cada una de las técnicas y tomando en cuenta cada boleta recolectora se analizaron y discutieron los resultados llegando a las diferentes conclusiones.

4.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados para la recolección de información.

4.6.1. *Procedimientos para la recopilación de información.*

Se presentó el instrumento de investigación a quien correspondía, así como la solicitud al Jefe de Departamento de Anestesiología del Hospital Regional de Occidente, San Juan de Dios para poder llevar a cabo el estudio a 60 pacientes sometidos a cirugía de extremidad superior, durante el período del uno de enero al treinta y uno de diciembre del año dos mil doce. Se tomó una muestra de 60 pacientes según un muestreo no probabilístico por conveniencia, divididos en 2 grupos. Se seleccionaron al azar 30 pacientes para

administrar bloqueos loco regional con la técnica convencional y 30 para administrar la técnica con neuroestimulación.

4.6.2 Proceso de Selección de los pacientes.

La selección de los pacientes se realizó al azar en el Departamento de Traumatología a quienes se les realizaría procedimiento quirúrgico de la extremidad superior y por medio de la evaluación pre operatoria se observaba si cumplía con los criterios de inclusión para el estudio, y se le presentaba la técnica anestésicas que podía administrarse para su procedimiento, indicando las ventajas y desventajas de la técnica, y si el paciente aceptaba firmaba el consentimiento informado y de autorización del procedimiento anestésico.

Luego de administrada la técnica anestésica, se iniciaba con el llenado de la boleta recolectora de datos para verificar la eficacia de la técnica administrada, observando y realizando preguntas al paciente acerca de cómo se sentía, si tenía dolor, o alguna molestia, se verificaba también en el record anestésico si hubo o no necesidad de utilizar medicamentos analgésicos o inductores .

La boleta de recolección de información, no incluyó el nombre del (la) paciente, por protección y ética en el proceso de investigación. Se obtuvieron datos como: la edad, el sexo, la clasificación de ASA, la técnica anestésica utilizada, el uso o no de fármacos coadyuvantes, la aceptación de la técnica utilizada. Las complicaciones peri operatorias y post operatorias así como la analgesia post operatoria se evaluaron en una visita al paciente en el servicio de traumatología 24 horas después de su procedimiento quirúrgico y se registraron en la boleta de recolección de datos.

4.6.3 Aspectos éticos de la investigación:

Los datos fueron recolectados de acuerdo a la boleta de recolección de datos y se hizo conforme a consentimiento informado que los pacientes firmaron previo al procedimiento quirúrgico, donde se les informo verbalmente el procedimiento anestésico que se realizaría, los beneficios y posibles complicaciones, solo los (las) pacientes que estaban en total acuerdo firmaron dichos consentimiento y se les administro la técnica anestésica que se les describió; además se les realizo visita post operatoria para evaluar también posibles complicaciones y la analgesia.

4.6.4 Procedimiento de análisis de la información.

El análisis de la información se realizó a través del vaciado de los resultados en tablas, en donde se registraron las frecuencias absolutas y porcentajes, de acuerdo a la muestra obtenida, que en este caso fue de 60 pacientes, divididos al azar en 30 a quienes se administró bloqueo regional con técnicas convencionales y 30 a quienes se administró el bloqueo con neuroestimulador; luego se utilizaron gráficas paralelas, en donde se registran las variables, la cantidad de casos y los porcentajes respectivos, y además se realizó un análisis estadístico con lo que permitió tener una clara interpretación de cada uno de los datos para un buen análisis y discusión de cada caso en particular.

4.6.5 Limitaciones del estudio

Existieron distintos factores que no permitieron un estudio profundizado, en especial limitando el tamaño de la muestra ya algunas de las circunstancias que intervinieron en este estudio fueron las siguientes:

- Limitaciones para diagnosticar de forma inmediata y precisa a los pacientes que cursan con lesión neurológica secundaria al trauma, por lo que muchas veces se prefirió excluir a pacientes que no tenían diagnóstico preciso de lesión nerviosa.
- Además por la falta de recursos en nuestro nosocomio muchas veces no contábamos con laboratorios como tiempos de coagulación por lo que estos pacientes fueron sometidos a anestesia general para evitar complicaciones como hematomas el más frecuente.
- Por no contar con Protocolos específicos para el manejo anestésico con bloqueos regionales.
 - El tamaño de la muestra fue limitado ya que en muchos casos existió la negativa a la técnica anestésica de bloqueo regional por parte de los jefes y residentes del departamento de traumatología.
 - El tamaño de la muestra también se limitó por la falta de autorización para realizar bloqueos loco regionales de parte de algunos jefes del mismo departamento de Anestesiología.

4.7 Proceso de Investigación:

- Elaboración de Protocolo Enero-Octubre del 2011.
- Trabajo de campo de Enero a Diciembre de 2012 o hasta alcanzar la muestra.
- Tabulación de datos y presentación de informe estadístico e informe final de Enero a Diciembre de 2013.
- Presentación de Investigación a Terna Evaluadora previo a recibir el Título de Master en ciencias de la Anestesiología año 2015.

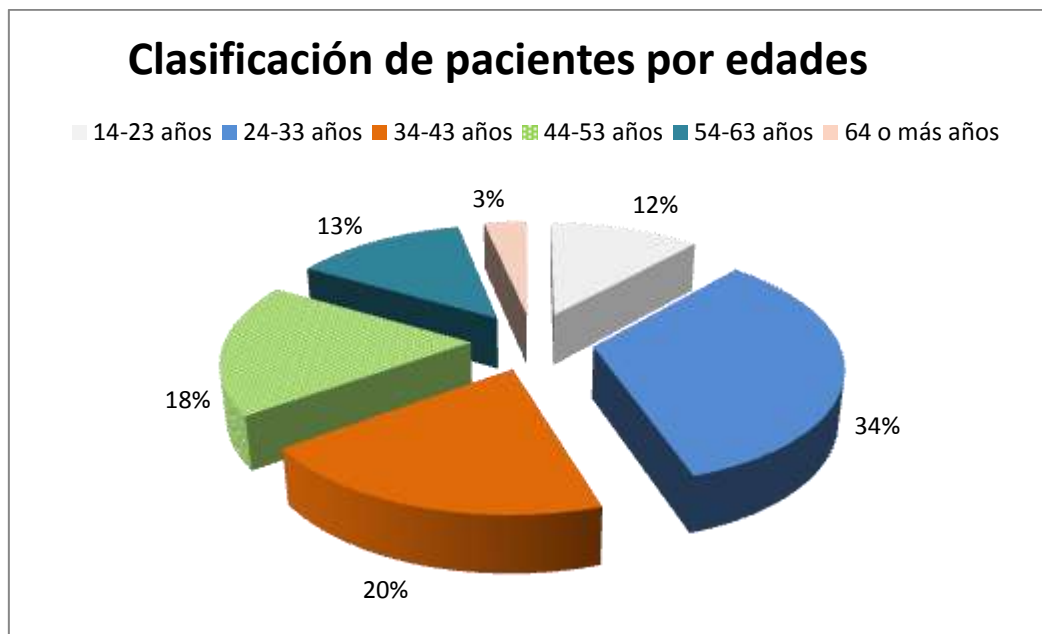
Costo:

30 Aguja de Neuroestimulador	Q. 2250.00
10 Marcadores dérmicos	Q. 250.00
Impresiones y Copias	Q. 900.00
Costo Horas de Trabajo	Q. 8000.00
Total:	Q. 11400.00

V RESULTADOS

5.1 Tablas y Graficas.

Grafica 5.1.1



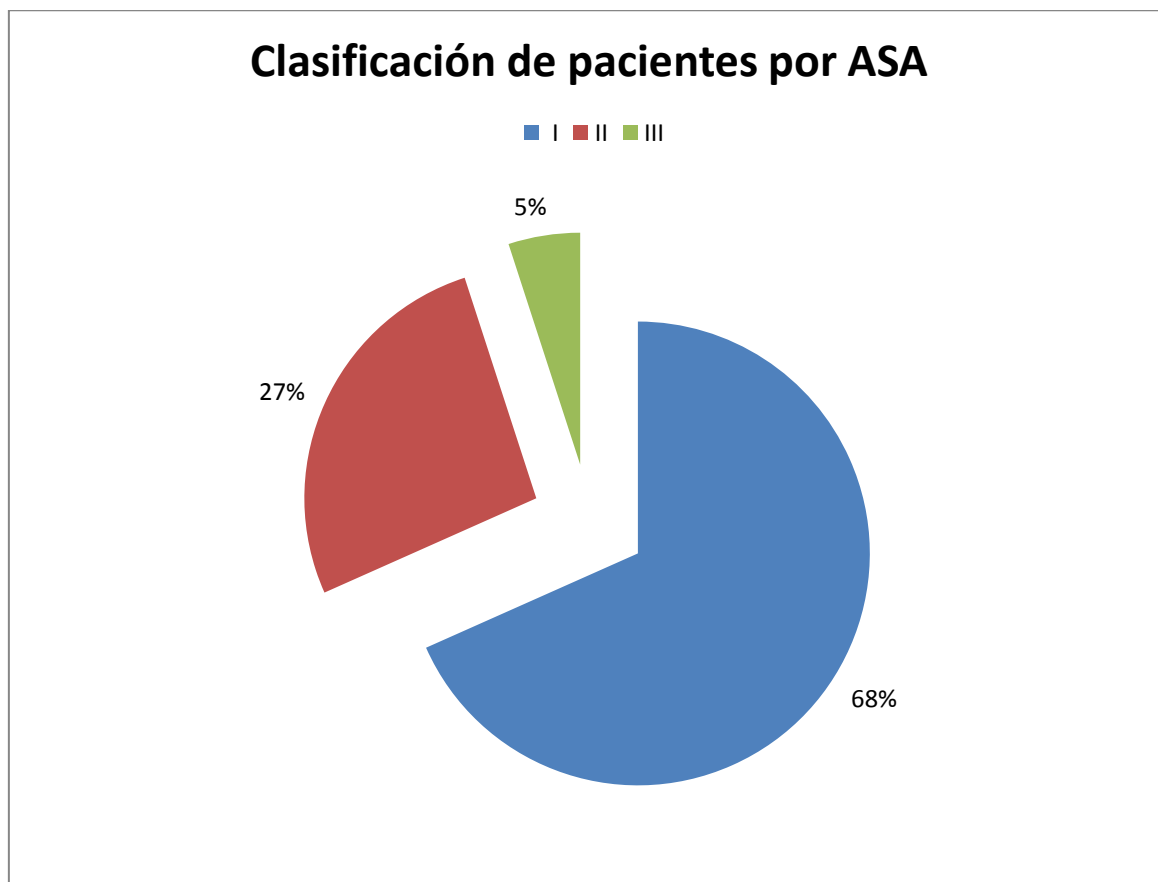
Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Grafica No. 5.1.2



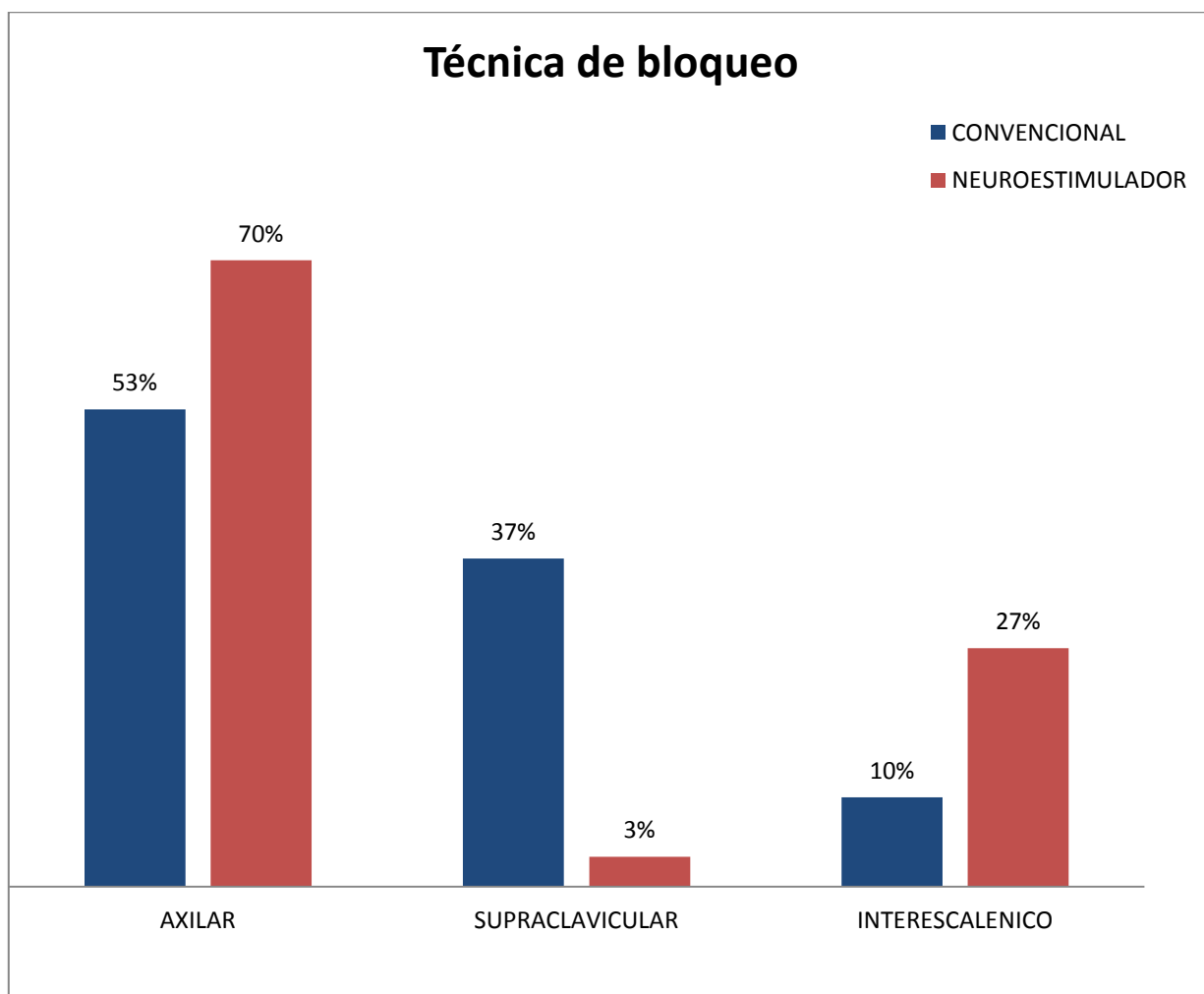
Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Gráfica No. 5.1.3



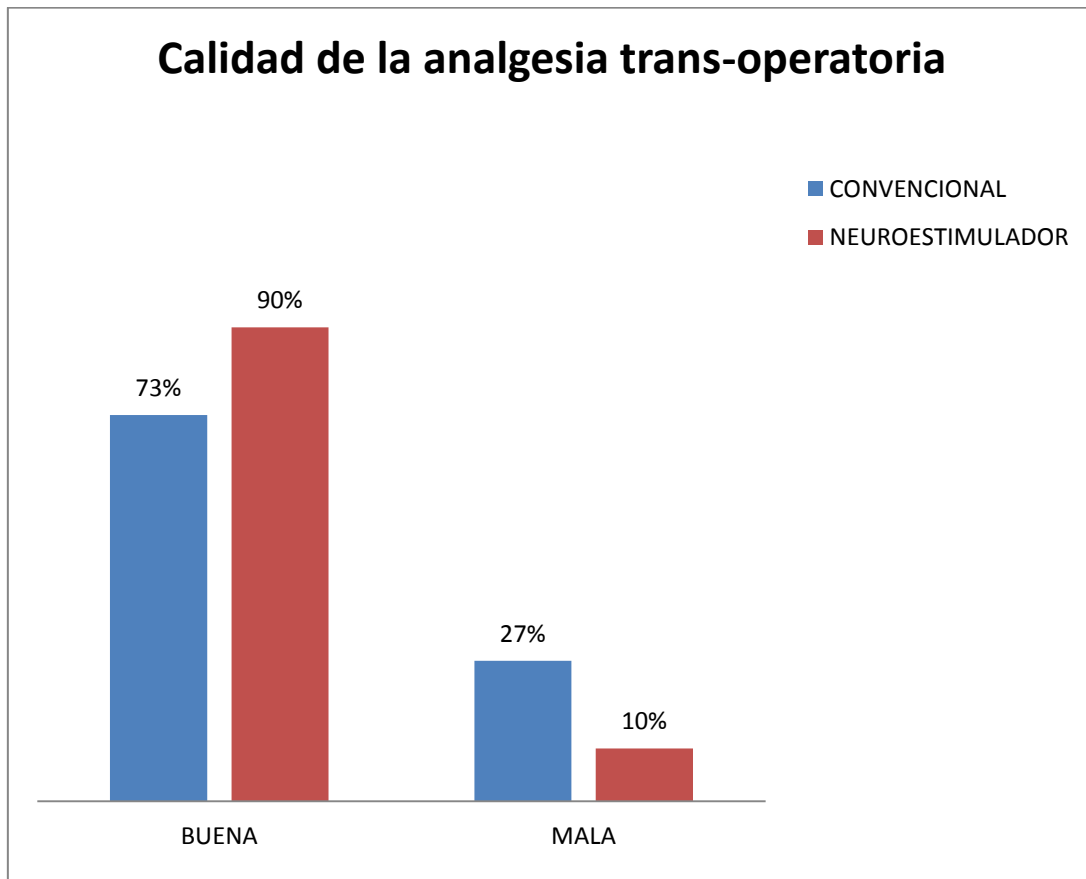
Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Gráfica No. 5.1.4



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Grafica No. 5.1.5



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Análisis Estadístico:

Para el análisis se utilizó la prueba de significación de comparación de dos proporciones de la siguiente manera:

- Paso 1: Planteamiento de hipótesis nula y alternativa, donde:

H_0 : La calidad de la analgesia trans operatoria al utilizar la técnica con neuro estimulador es igual o menor que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

H_1 : La calidad de la analgesia trans operatoria al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

- Paso 2: Datos de las Pruebas

a) Nivel de confianza 95%

b) Valor Critico de la prueba según nivel de confianza: $z = 1.654$

c) $n_1 = 30$

- d) $n_2 = 30$
- e) $p_1 = 0.90$
- f) $q_1 = 0.10$
- g) $p_2 = 0.73$
- h) $q_2 = 0.27$

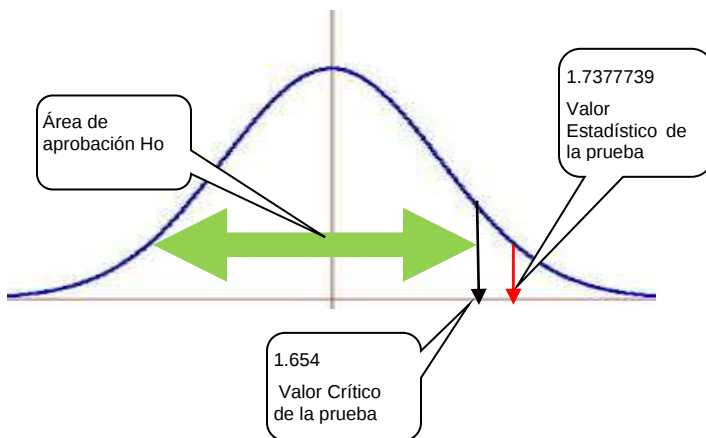
- Paso 3: Determinación estadístico de la prueba

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$$

Formula:

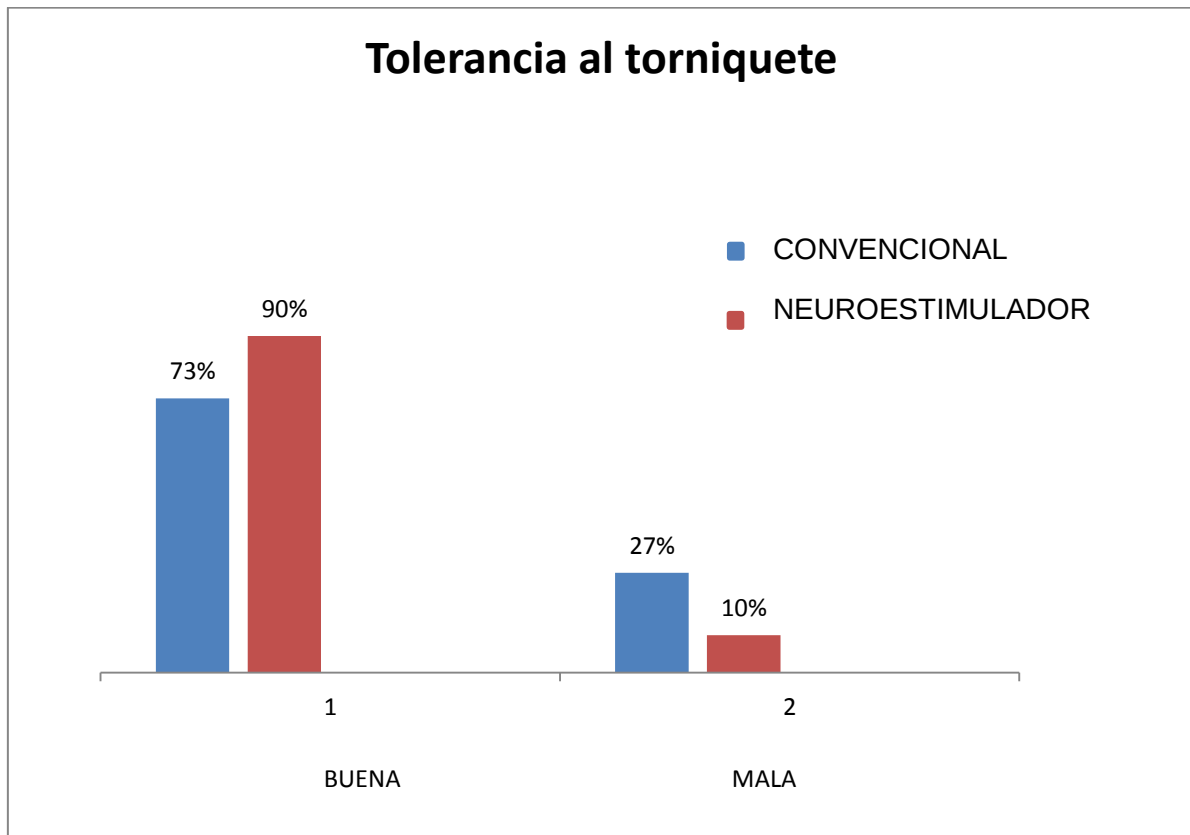
Despeje de Formula: $z = \frac{0.90 - 0.73}{\sqrt{(0.90 \cdot 0.10)/30 + (0.73 \cdot 0.27)/30}}$
 $= 0.17 / 0.0978263 = 1.7377739$

- Valor estadístico de la prueba = 1.7377739
- Paso 4: Comparación gráfica de valor crítico con el estadístico de la prueba



Paso 5: Rechazo o aprobación de hipótesis: Según se observa en la gráfica el valor estadístico de la prueba, es mayor que el valor crítico; es decir, que cae en el área de rechazo. Por tanto se aprueba la hipótesis alternativa, cuyo enunciado es: La calidad de la analgesia trans operatoria al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

Grafica No. 5.1.6



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Análisis Estadístico:

Para el análisis se utilizó la prueba de significación para la comparación de dos proporciones de la siguiente manera:

- Paso 1: Planteamiento de hipótesis nula y alternativa, donde:

H_0 : La tolerancia al torniquete al utilizar la técnica con neuro estimulador es igual o menor que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

H_1 : La tolerancia al torniquete al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

- Paso 2: Datos de las Pruebas

a) Nivel de confianza 95%

b) Valor Critico de la prueba según nivel de confianza: $z = 1.654$

c) $n_1 = 30$

d) $n_2 = 30$

- e) $p_1=0.90$
- f) $q_1=0.10$
- g) $p_2= 0.73$
- h) $q_2= 0.27$

- Paso 3: Determinación estadístico de la prueba

Formula:

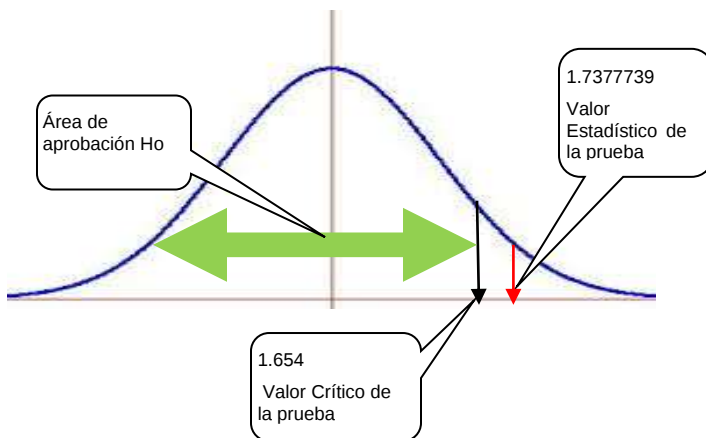
$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$$

Despeje de Formula: $z = \frac{0.90-0.73}{\sqrt{(0.90*0.10)/30 + (0.73*0.27)/30}}$

$$= 0.17/0.0978263 = 1.7377739$$

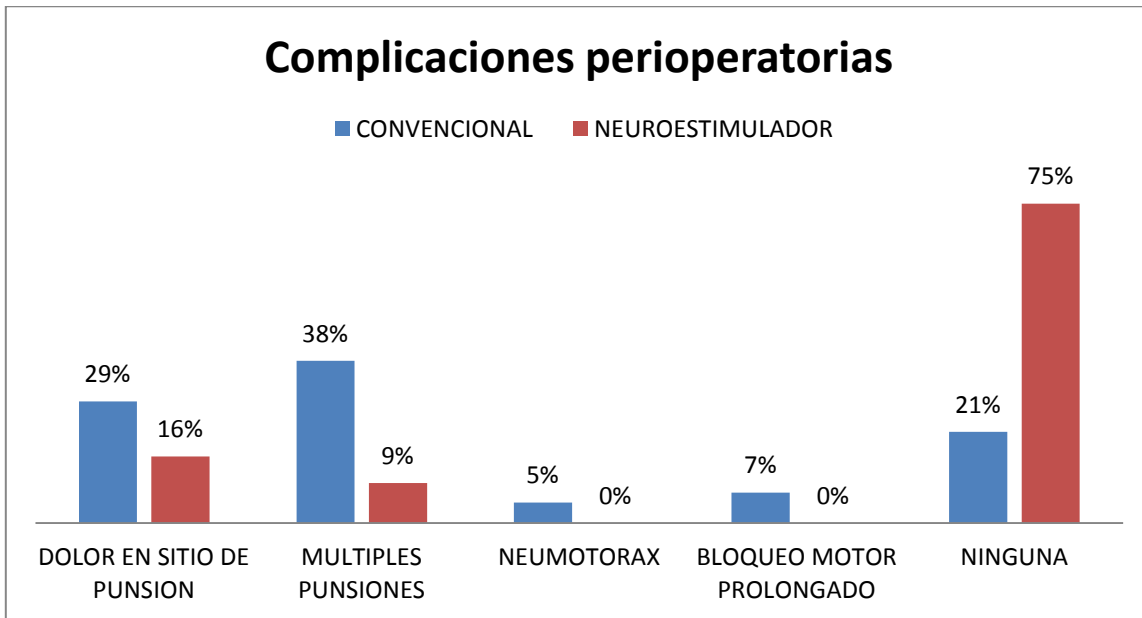
Valor estadístico de la prueba = 1.7377739

- Paso 4: Comparación gráfica de valor crítico con el estadístico de la prueba



Paso 5: Rechazo o aprobación de hipótesis: Según se observa en la gráfica el valor estadístico de la prueba, es mayor que el valor crítico; es decir, que cae en el área de rechazo. Por tanto se aprueba la hipótesis alternativa, cuyo enunciado es: La tolerancia al torniquete al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

Grafica 5.1.7



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Análisis Estadístico:

Para el análisis se utilizó la prueba de significación para proporciones de la siguiente manera:

- Paso 1: Planteamiento de hipótesis nula y alternativa, donde:

H_0 : Las complicaciones peri operatorias al utilizar la técnica con neuro estimulador son menores que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

H_1 : Las complicaciones peri operatorias al utilizar la técnica con neuro estimulador son mayores que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

- Paso 2: Datos de las Pruebas

a) Nivel de confianza 95%

b) Valor Critico de la prueba según nivel de confianza: $z = 1.654$

c) $n_1 = 32$

d) $n_2 = 42$

e) $p_1 = 0.75$

f) $q_1 = 0.25$

g) $p_2 = 0.2142857$

h) $q_2 = 0.7857142$

- Paso 3: Determinación estadístico de la prueba

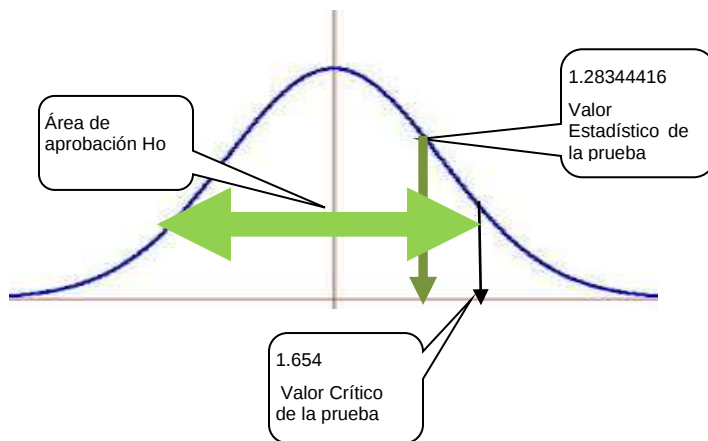
$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$$

Formula:

Despeje de Formula: $z = \frac{0.75 - 0.2142857}{\sqrt{(0.75 \cdot 0.25)/32 + (0.2142857 \cdot 0.7857142)/42}}$
 $= 0.5357143/0.4174045 = 1.7377739$

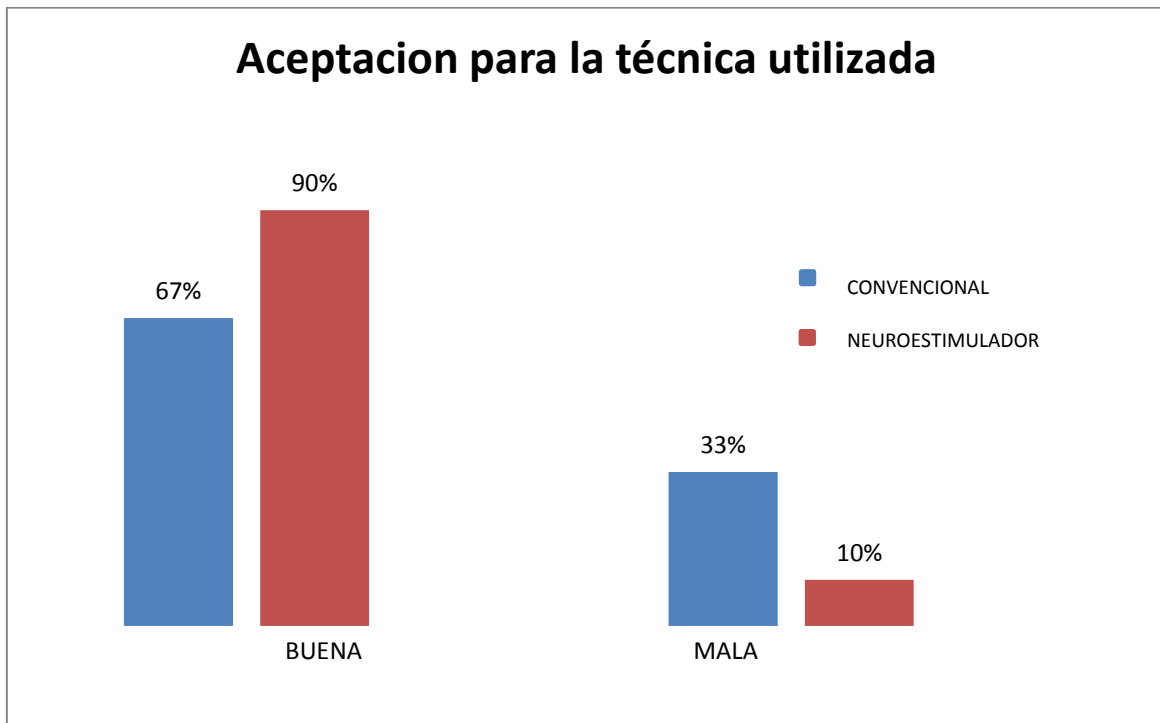
Valor estadístico de la prueba = 1.2834416

- Paso 4: Comparación gráfica de valor crítico con el estadístico de la prueba



Paso 5: Rechazo o aprobación de hipótesis: Según se observa en la gráfica el valor estadístico de la prueba, es menor que el valor crítico; es decir, que cae en el área de aprobación. Por tanto se aprueba la hipótesis nula, cuyo enunciado es: Las complicaciones peri operatorias al utilizar la técnica con neuro estimulador son menores que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

Grafica No. 5.1.8



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Análisis Estadístico:

Para el análisis se utilizó la prueba de significación para proporciones de la siguiente manera:

- Paso 1: Planteamiento de hipótesis nula y alternativa, donde:

H_0 : La aceptación para la técnica con neuro estimulador es igual o menor que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

H_1 : La aceptación para la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

- Paso 2: Datos de las Pruebas

a) Nivel de confianza 95%

b) Valor Critico de la prueba según nivel de confianza: $z = 1.654$

c) $n_1 = 30$

d) $n_2 = 30$

e) $p_1=0.90$

f) $q_1=0.10$

g) $p_2= 0.67$

h) $q_2= 0.33$

- Paso 3: Determinación estadístico de la prueba

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$$

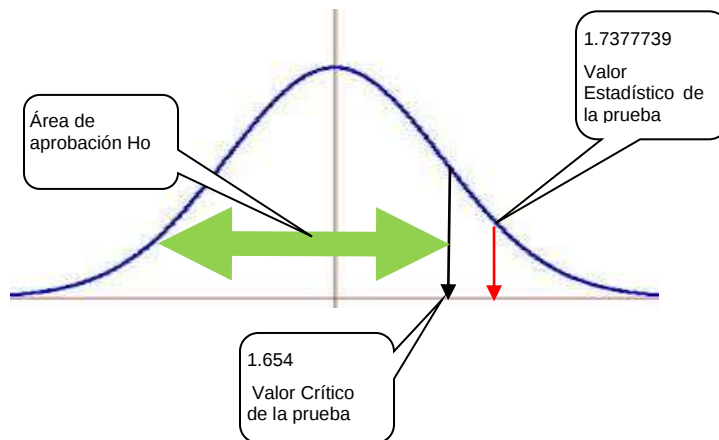
Formula:

Despeje de Formula: $z = \frac{0.90-0.67}{\sqrt{(0.90*0.10)/30 + (0.67*0.33)/30}}$

$= 0.17/0.1018331 = 2.2585976$

Valor estadístico de la prueba $= 2.2585976$

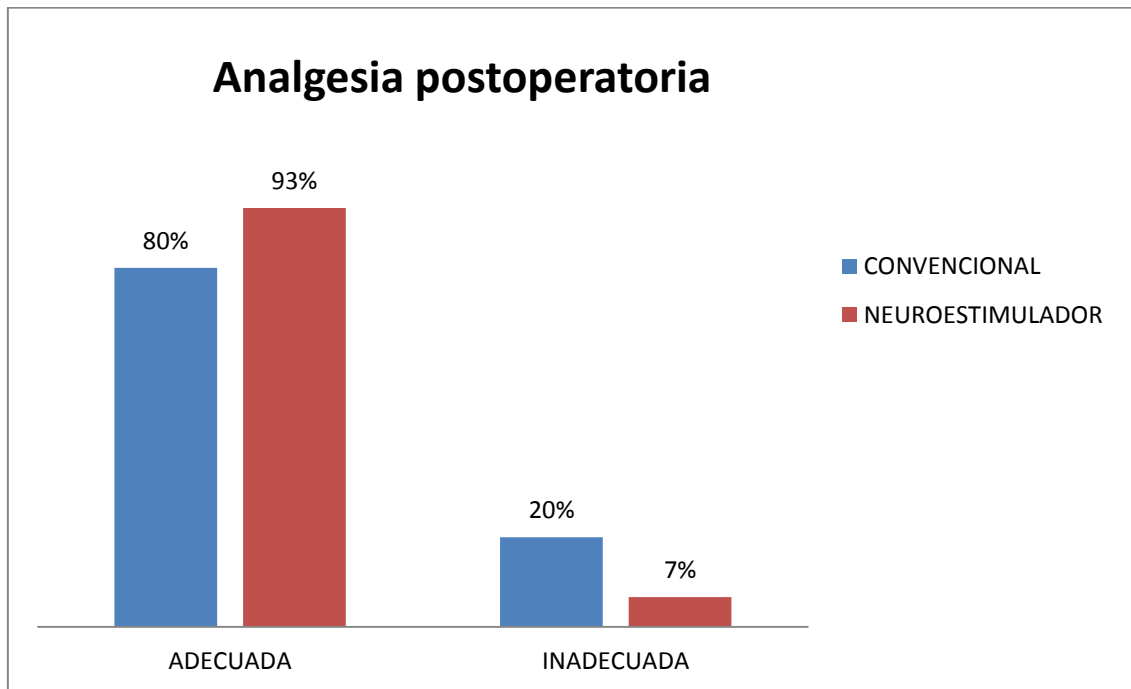
- Paso 4: Comparación gráfica de valor crítico con el estadístico de la prueba



Paso 5: Rechazo o aprobación de hipótesis: Según se observa en la gráfica el valor estadístico de la prueba, es mayor que el valor crítico; es decir, que cae en el área de rechazo. Por tanto se aprueba la hipótesis alternativa, cuyo enunciado es: La aceptación para la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional.

$H_1: p_1 > p_2$

Grafica No. 5.1.9



Fuente: ficha de recolección de datos enero- diciembre 2,012

Análisis Estadístico:

Para el análisis se utilizó la prueba de significación para proporciones de la siguiente manera:

- Paso 1: Planteamiento de hipótesis nula y alternativa, donde:

H_0 : La calidad de la analgesia en el postoperatorio al utilizar la técnica con neuro estimulador es igual o menor que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

H_1 : La calidad de la analgesia en el postoperatorio al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional. $H_1: p_1 > p_2$

- Paso 2: Datos de las Pruebas

a) Nivel de confianza 95%

b) Valor Critico de la prueba según nivel de confianza: $z = 1.654$

c) $n_1 = 30$

d) $n_2 = 30$

e) $p_1 = 0.93$

- f) $q_1=0.07$
- g) $p_2= 0.80$
- h) $q_2= 0.20$

- Paso 3: Determinación estadístico de la prueba

$$z = \frac{(p_1 - p_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\frac{P_1 q_1}{n_1} + \frac{P_2 q_2}{n_2}}}$$

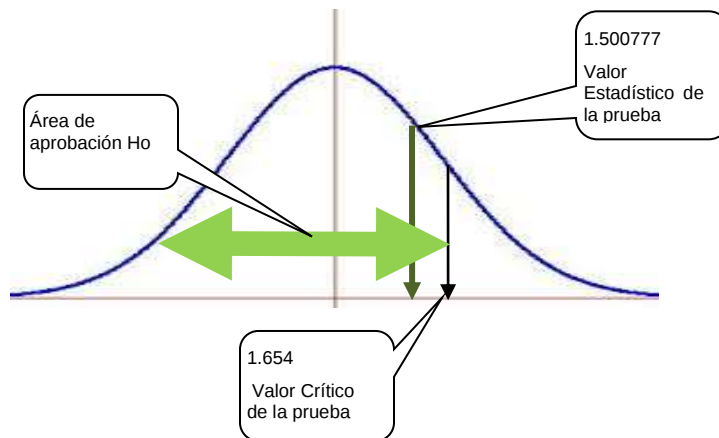
Formula:

Despeje de Formula: $z = \frac{0.93-0.80}{\sqrt{(0.93*0.07)/30+(0.80*0.20)/30}}$

$= 0.13/0.0866217831 = 1.500777233$

Valor estadístico de la prueba $= 1.500777$

- Paso 4: Comparación gráfica de valor crítico con el estadístico de la prueba



Paso 5: Rechazo o aprobación de hipótesis: Según se observa en la gráfica el valor estadístico de la prueba, es menor que el valor crítico; es decir, que cae en el área de aprobación. Por tanto se aprueba la hipótesis nula, cuyo enunciado es: La calidad de la analgesia en el postoperatorio al utilizar la técnica con neuro estimulador es igual o menor que si se utiliza la técnica convencional. $H_0: p_1 \leq p_2$

VI DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

Las pruebas de significación de comparación de dos proporciones, permite deducir que la calidad de la analgesia trans operatoria al utilizar la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utiliza la técnica convencional; de igual forma, la tolerancia al torniquete.

Estas misma prueba estadística también revela que las complicaciones al utilizar la técnica con neuro estimulador son menores que si se utiliza la técnica convencional y que la aceptación de la técnica con neuro estimulador por parte de los pacientes es mayor que si se utiliza la técnica convencional, sin embargo, también demuestra que la analgesia post operatoria de ambas técnicas, es decir tanto la que utiliza el neuro estimulador y la convencional son ambas efectivas.

De tal forma que para determinar la eficacia del bloqueo del plexo braquial con neuro estimulador Vrs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, durante el año 2012, en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente se utilizaron las técnicas convencionales y la técnica con neuro estimulador para bloqueo nervioso del plexo braquial, luego se evaluó la analgesia durante la cirugía y si había tolerancia al mantener el manguito neumático o torniquete durante el procedimiento. En las gráficas 5.1.5, 5.1.6 se observó que la calidad analgésica en la cirugía fue buena en el 90% de los pacientes que se sometieron a anestesia regional con neuro estimulador, de igual manera en la tolerancia para el torniquete; lo que se traduce en una eficacia adecuada de la técnica con neuro estimulador, y esto demás se comprobó con el análisis estadístico donde se determinó tanto que la analgesia y la tolerancia al torniquete fue mayor con la técnica con neuro estimulador que con el uso de técnicas convencionales, esto mismo ya había sido mencionado por varios autores entre ellos la Dra. Zaragoza-Lemus G. y colaboradores, donde se dice que hay múltiples ventajas con el bloqueo nervioso con neuro estimulador sobre las técnicas con parestesias. También Zaragoza (2006) refirió que las técnicas guiadas por neuro estimulador de nervio periférico o por ultrasonografía, se asocian con mayor porcentaje de éxito y eficacia de los bloqueos y menor riesgo de complicaciones asociados con anestesia.

Se comparó la aceptación de cada una de las técnicas de bloqueo del plexo braquial preguntando al paciente si en otra ocasión se sometería al mismo procedimiento anestésico,

tomando en cuenta las molestias que tuvo en el momento del procedimiento; y según el criterio del paciente en la gráfica 5.1.8 se hizo notar que el 90% de los pacientes que se sometió al procedimiento con la técnica con neuro estimulador aceptaría nuevamente dicha técnica en comparación con la técnica convencional donde solamente el 67% lo volvería a aceptar. Y en el análisis estadístico se comprueba que la aceptación de la técnica de bloqueo con neuro estimulador es mayor que las técnicas convencionales.

La aceptación de la técnica con neuro estimulador es referida en varios estudios y bibliografía como el estudio del neuro estimulador KWD 80811 (2008) realizado por los doctores: Ernesto Rodríguez Casas, Edwin García García, Joel Echazabal Martínez, Jorge y Rosa Díaz.

Para evaluar la calidad analgésica durante la cirugía y en el postoperatorio del bloqueo del plexo braquial utilizando tanto el neuro estimulador como las técnicas convencionales, se observó y preguntó a los pacientes si tenían dolor o molestias durante la cirugía y 12 horas después del procedimiento. En la gráfica 5.1.5 y 5.1.9 se identificó que el 90% y 93% respectivamente tuvieron una adecuada analgesia tanto dentro como fuera del quirófano, lo cual demostró un adecuado manejo del dolor traduciéndose en adecuada analgesia. Esto se comprueba con el análisis estadístico que se realizó en el cual en el caso de la calidad analgésica trans operatoria se comprobó la hipótesis alternativa en la cual la calidad de la analgesia utilizando la técnica con neuro estimulador es mayor que si se utilizan las técnicas convencionales.

Con relación a la analgesia post operatoria el análisis estadístico demostró que hay una adecuada analgesia post operatoria tanto si se utilizan la técnica con neuro estimulador como la técnica convencional.

El Dr. Ernesto Rodríguez Casas, Dr. Edwin García García, Dr. Joel Echazabal Martínez, Dr. Jorge y Rosa Díaz en el período comprendido entre enero-septiembre de 2008 realizaron un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo en 100 pacientes adultos. En este estudio el neuroestimulador KWD 80811 fue empleado para la detección del plexo braquial, donde la calidad de la analgésica quirúrgica fue excelente en el 93% de los casos y mala en el 1%. Aunque en este no se comparó la analgesia post operatoria se hace notar que el bloqueo nervioso selectivo con neuroestimulador provee excelente analgesia.

Para establecer qué técnica tuvo mayores complicaciones peri operatorias se evaluó tanto dentro como fuera del quirófano en una visita posterior al paciente; según la gráfica 5.1.7 se notó que fue mayor la incidencia de complicaciones con las técnicas convencionales que con neuro estimulador, lo cual se comprobó con el análisis estadístico de los datos recabados; si se utiliza la técnica con neuro estimulador las complicaciones son menores que si se utilizan las técnicas convencionales

También en el 2008 el Dr. Ernesto Rodríguez Casas, Dr. Edwin García García, Dr. Joel Echazabal Martínez, Dr. Jorge y Rosa Díaz reportaron una sola complicación sin interferencia con el proceder ni secuelas para el paciente y Zaragoza G.(2008) relacionó las técnicas guiadas por neuro estimulador de nervio periférico o por ultrasonografía en donde se asocian con la disminución en el volumen y requerimientos de anestésico local, lo cual mejora el porcentaje de éxito y eficacia de los bloqueos y menor riesgo de complicaciones asociados con anestesia.

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 Se determinó que existe mayor eficacia del bloqueo del plexo braquial con neuro estimulador en cirugías de la extremidad superior, debido a los resultados al evaluar la calidad analgésica, la aceptación de la técnica por parte de los pacientes en el futuro, la tolerancia al torniquete por parte de los pacientes mayores de 14 años durante el año 2012 en el Hospital Regional de Occidente; lo cual se sustentó por las pruebas estadísticas.

6.1.2 La aceptación por parte de los pacientes de la técnica con neuro estimulador es mayor según el 90% de los pacientes entrevistados y las pruebas estadísticas efectuadas con la comparación de las proporciones entre la técnica convencional y la técnica con neuro estimulador, esto fue influido especialmente por las múltiples punciones que los pacientes reciben al aplicar las técnicas convencionales ya que son métodos aplicados totalmente a ciegas.

6.1.3 La calidad analgésica durante la cirugía y el post operatorio en el bloqueo del plexo braquial, analizado en porcentajes, es mejor si se utiliza la técnica con neuro estimulador; sin embargo las pruebas estadísticas demuestran que la analgesia en el trans operatorio es mejor con la técnica de bloqueo con neuroestimulador que con la técnica convencional; en cambio la analgesia post operatoria con ambas técnicas es adecuada según las pruebas estadísticas.

6.1.4 Hubo mayores complicaciones peri operatorias en el bloqueo del plexo braquial que con la técnica convencional. Las complicaciones fueron: dolor en sitio de punción 29%, múltiples punciones 38%. Con la técnica con neuro estimulador 24 de 30 pacientes, que representa la mayoría, no presentó ninguna complicación; lo cual se comprobó al igual que las conclusiones anteriores con el análisis estadístico efectuado.

6.2 Recomendaciones

- 6.2.1 El Hospital Regional de Occidente debe promover y divulgar investigaciones como esta, para ofrecer a los pacientes una atención de calidad en beneficio para su salud.
- 6.2.2 El Departamento de Anestesiología debe promover y continuar utilizando los bloqueos regionales con neuro estimulador según los beneficios que ésta técnica tiene para los pacientes, e ir innovando según los avances tecnológicos que mejoran la eficacia de cada anestesia.
- 6.2.3 Es importante recalcar por parte del departamento de Anestesiología, el perfeccionamiento de las técnicas de bloqueos regionales utilizadas en el nosocomio, tomando en cuenta que es un hospital escuela y no se debe olvidar el beneficio y bienestar de los pacientes.
- 6.2.4 Se debe promover la importancia de la calidad analgésica en el paciente, tanto durante como después de la cirugía, al escoger la técnica anestésica individualizando cada caso, ya que es parte importante del bienestar del ser humano y la misión del médico anestesiólogo el alivio del dolor.
- 6.2.5 Tanto el Hospital como el departamento de Anestesiología debe realizar talleres que capaciten a los residentes de la especialidad de anestesiología para conocer y perfeccionar las nuevas técnicas anestésicas regionales, con el fin de mejorar el aprendizaje y uso adecuado de cada técnica para el bienestar de los pacientes.

6.3 Aportes de la investigación

- Para ofrecer servicio de calidad a los pacientes en beneficio de su salud.
- Ayudará a facilitar el manejo eficiente del paciente y del dolor.
- Aporta información basada en evidencias científicas al profesional de la salud, sobre el beneficio del uso del Neuroestimulador.
- A Apoyar el cambio en técnicas que proporcionen beneficios para los pacientes,
- Los datos obtenidos servirán de base para la elaboración de futuras investigaciones sobre técnicas anestésicas.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ruiz Castro M, 2010; "Práctica clínica y tratamiento del dolor M" Manual de anestesia regional, pp. 136-138
2. Admir Hadzic, MD, PhD; 2010; "Tratado de anestesia Regional y manejo del dolor agudo Mc Graw Hill, The New York School of regional Anesthesia, pp. 398-401, 403-416, 419-424, 427-439, 441-450, 609-615.
3. Navas AM. 2006 "Complicaciones de los bloqueos nerviosos periféricos" Rev. Española Anestesiología y Reanimación. 237-248.
4. Zaragoza-Lemus G., et. al., 2008, "Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional" Servicio de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación, Revista Mexicana de anestesiología vol. 31 No. 2, PP. 116-132. Recuperado 22 de mayo de 2012 de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2008/cma082h.pdf>.
5. Zaragoza G, et. al., 2006 "Escala de respuesta motora a la neuroestimulación" Revista Mexicana de Anestesiología; 29: PP. 221-225.
6. Ernesto Rodríguez Casas, et al, 2009 "Empleo del neuroestimulador KWD 80811 para el bloqueo del plexo braquial por vía axilar" (tesis) recuperada el 20 de Abril de 2011 de: http://www.bvs.sld.cu/revistas/scar/vol_9_1_10/ane05110.htm
7. Admir Hadzic, 2006 "Bases of stimulation nervous" Textbook of Regional anesthesia and acute pain management. 1st edition. December McGraw-Hill Publications New York USA pp. 34-39.

8. De Morais BS, et. al. 2012 "Postoperative analgesic efficacy of different volumes and masses of ropivacaine in posterior brachial plexus block". Revista Brasileira de Anestesiología. Recuperado 20 abril de 2012 de: doi: 10.1016/S0034-7094(12)70099-5

9. Winnie M.D.: Vol. 2, 2008, "Regional Anesthesia of the extremities" The American Society of Anesthesiology.

10. Winnie, 2006, "Anestesia de plexus" Técnicas perivasculares del bloqueo del plexo braquial. 5ta. Edición. Editorial Salvat. Barcelona. España p.p. 32.

11. Anesthesiology Radiology Department, 2013, "Ultrasound anatomy of the brachial plexus nerves in the neurovascular bundle at the axilla in patients undergoing upper-extremity block anesthesia"; Ankara University School of Medicine"(tesis) doi: 10.1007/s00256-013-1578-7.

12. Hadzic A, Vloka JD, Claudio RE. 2006 "Electrical nerve localization: Effects of cutáneos electrode placement and duration of the stimulus on motor response"

13. Franco CD, et.al. 2006 "Supraclavicular block in the obese population: Analysis of 2,020 blocks. (Tesis: Department of Anesthesiology and Pain Management JHS Hospital of Cook County; and Department of Anesthesiology Rush University Medical Center, Chicago, Illinois) 102:1252-1254. Recuperado 30 abril 2012 de: <http://www.cookcountyregional.com/4.pdf>

14. Harclerode Z, Michael S, January 2010,"axillary brachial plexus block landmark technique" tutorial of the week 165 northern general hospital, Sheffield, recuperado 27 de abril 2012 de: <http://www.frca.co.uk/documents/165%20axillary%20brachial%20plexus%20block%20%28compressed%29.%20landmark%20techniques.pdf>

15. Johnson EO et.al. 2010 "Neuroanatomy of the brachial plexus: normal and variant anatomy of its formation" Department of Anatomy, School of Medicine, University of Athens doi: 10.1007/s00276-010-0646-0.

16. Santos Palazzi Coll, Manuel Llusá Pérez, et. al. 2007, "Anatomía quirúrgica del plexo braquial y nervios periféricos" Edicions Universitat Barcelona.
17. University of Pittsburgh, 2009 Apr 28 "Brachial plexus anatomy: normal and variant" ScientificWorldJournal. Doi: 10.1100/tsw.2009.39.
18. Bergman R, 2009. Illustrated Encyclopedia de Human Anatomical Variations 5ta. Edición. Editorial Salvat. Barcelona. España.
19. Video en línea Axillary brachial plexus block 2010, recuperado 12 marzo 2011 de: <http://www.bing.com/videos/search?q=.+Axillary+brachial+plexus+block+2010&FORM=VIRE5#view=detail&mid=F23D7DB67BFD5414E97AF23D7DB67BFD5414E97A>
20. Dumitru D. 1995, "Brachial plexopathies and proximal mononeuropathies". In: Dumitru D, ed. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia PA. E and C Hanley and Belfus; PP. 585-642.
21. Collins Vincent M.D, 2006, "Bloqueo de nervios raquídeos cervicales" Anestesia general y regional. 3ra. Edición. Nueva Editorial Interamericana. México D.F.
22. Franco CD, Domashevich V, Voronov G, et al. 2004 " The supraclavicular block with a nerve stimulator: to decrease or not to decrease, that is the question". Anesthesia Analgesy pp.1167–71.
23. Chin KJ, Singh M, Velayutham V, Chee V, 2010, "Infraclavicular brachial plexus block for regional anesthesia of the lower arm" (tesis de maestría) doi: 10.1213/ANE.0b013e3181dbac5d.
24. Ashish R. Satapathy and David M. Coventry, 2011, "Axillary Brachial Plexus Block" Department of Anesthesia, Ninewells Hospital and Medical School, doi: 10.1155/2011/173796

25. Monkowsky DP, Larese CG. 2006, "Bloqueo axilar del plexo braquial". Revista Argentina de Anestesiología.
26. Aragón C. Julio-Agosto 2007, "Bloqueo axilar con la técnica de Winnie en cirugía de extremidad superior" HEODRA.
27. Capdevila, X. López S y Bernard N. 2008. "Percutaneous electrode guidance using the insulated needle for prelocation of peripheral nerves during axillary plexus blocks". Reg Anesth Pain Med.
28. Del Cid A., Méndez R. y Sandoval F., 2011, Investigación fundamentos y metodología. (2ª. Ed.) México: Pearson Educación.

VIII ANEXOS

Universidad San Carlos De Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas y Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría En Anestesiología, Hospital Regional De Occidente

Tesis Titulada “Neuroestimulador en Bloqueos del Plexo Braquial en Cirugías de Extremidad superior. Hospital Regional de Occidente 2012”.

8.1 Consentimiento Informado para participantes de la Investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por la Doctora Ester Eunice de León, de la Escuela de Posgrado de Medicina de la Universidad San Carlos de Guatemala. El objetivo de este estudio es determinar la eficacia del bloqueo del plexo braquial con neuroestimulador Vrs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, durante el año 2012 en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente.

Si usted accede a participar en este estudio, se le practicará un bloqueo del plexo braquial, o sea solo de la extremidad a la cual le realizarán el tratamiento quirúrgico, siempre y cuando no haya contraindicación para la técnica anestésica y usted cumpla con los criterios de inclusión; con el fin de que usted permanezca consciente durante su cirugía y obtenga el beneficio de estar sin dolor durante y mucho tiempo después de la misma. Esto tomará aproximadamente 10 minutos, no presentará ninguna molestia y en caso de

presentarla debe hacérselo saber al investigador y se tratará de resolver en ese instante, no haremos nada que perjudique su bienestar ni su integridad ni mucho menos su salud. Lo que conversemos durante esta investigación no se grabará, únicamente se llenará una boleta recolectora donde se anotarán datos que nos ayudarán a saber si el bloqueo fue eficaz o ineficaz.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recopile será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las boletas serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por la Doctora Ester Eunice de León Maldonado. He sido informado (a) de que el objetivo de este estudio es determinar la eficacia del bloqueo del plexo braquial con neuroestimulador Vrs técnicas convencionales en cirugías de extremidad superior, en pacientes mayores de 14 años, durante el año 2012 en el Hospital Regional San Juan de Dios de Occidente.

Me han indicado también que se me practicará un bloqueo de la extremidad en la cual realizarán el tratamiento quirúrgico, siempre y cuando no haya contraindicación para la técnica anestésica y cumpla con los criterios de inclusión; con el fin de que permanezca consciente durante la cirugía y obtenga el beneficio de estar sin dolor durante y mucho tiempo después de la misma. Esto tomará aproximadamente 10 minutos, no presentaré ninguna molestia y en caso de presentarla puedo hacérselo saber al investigador y se tratará de resolver en ese instante, no harán nada que perjudique mi bienestar e integridad ni mucho menos mi salud.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a la Doctora Ester Eunice de León Maldonado al teléfono 58364946.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a la Doctora Ester Eunice de León Maldonado al teléfono anteriormente mencionado.

Fecha

Nombre del Participante

Firma del Participante

Universidad San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas y Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Anestesiología Hospital Regional de Occidente

Tesis Titulada “Neuroestimulador en Bloqueos del Plexo Braquial en Cirugías de Extremidad superior. Hospital Regional de Occidente 2012”.



8.2 Boleta recolectora de datos

FECHA _____ No de boleta _____

EDAD _____ GENERO _____ A.S.A. _____

1. BLOQUEO REGIONAL CON NEUROESTIMULADOR:

Supraclavicular _____ Infraclavicular _____ Interescalénico _____ Axilar _____

2. BLOQUEO REGIONAL CON TÉCNICA CONVENCIONAL:

Supraclavicular _____ Infraclavicular _____ Interescalénico _____ Axilar _____

3. CALIDAD DE ANALGESIA DURANTE LA CIRUGIA

Buena: _____ Mala: _____

3.1 Uso de fármacos coadyuvantes

No _____ Si _____ ¿Cuál? _____

3.2 Necesidad de conversión a anestesia General

No _____ Si _____

3.3 Tolerancia al manguito neumático:

Buena_____ Mala: _____

4. ACEPTACION DEL PROCEDER:

Buena: _____ Mala: _____

4.1 Se sometería nuevamente a esta técnica utilizada:

Si: _____ No: _____ ¿Por qué?_____

5. COMPLICACIONES PERI OPERATORIAS

No_____ SI_____ ¿Cuál?_____

6. ANALGESIA POSTOPERATORIA

Adecuada_____ Inadecuada _____

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **“NEUROESTIMULADOR Vrs. TÉCNICAS CONVENCIONALES EN BLOQUEOS DEL PLEXO BRAQUIAL EN CIRUGIAS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.