



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO DE HIDALGO
HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

T E S I S

**CONCENTRACIÓN MÍNIMA EFECTIVA DE BUPIVACAÍNA PARA EL BLOQUEO
DEL PLEXO BRAQUIAL VÍA SUPRACLAVICULAR CON EL USO DE
NEUROESTIMULADOR**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO:
REYNA ALONDRA LÓPEZ SÁNCHEZ

ASESOR CLÍNICO:
DR. ERWIN SIMÓN MUÑOZ

ASESOR UNIVERSITARIO:
DRA. EN C. MARÍA DEL CARMEN HERNÁNDEZ CERUELOS

ASESOR UNIVERSITARIO:
DR. EN C. SERGIO MUÑOZ JUÁREZ

PERIODO DE LA ESPECIALIDAD: 2014 – 2017

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO.

De acuerdo con el artículo 77 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente, el jurado de examen recepcional designado, autoriza para su impresión la Tesis titulada

**"CONCENTRACIÓN MÍNIMA EFECTIVA DE BUPIVACAÍNA PARA EL BLOQUEO DE PLEXO
BRAQUIAL VÍA SUPRACLAVICULAR CON EL USO DE NEUROESTIMULADOR"**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA, QUE SUSTENTA LA
MÉDICO CIRUJANO:

REYNA ALONDRA LÓPEZ SÁNCHEZ

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, SEPTIEMBRE 2016

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M. C. ESP. JOSÉ MARÍA BUSTO VILLARREAL
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA
SALUD DE LA UAEH

M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

M. C. ESP. NORMA PATRICIA REYES BRITO
COORDINADORA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

DRA. EN C. MARIA DEL CARMEN HERNÁNDEZ CERDELOS
ASESOR UNIVERSITARIO

DR. EN C. SERGIO MUÑOZ JUÁREZ
ASESOR UNIVERSITARIO



POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA DE LA SECRETARIA DE SALUD DE HIDALGO

DR. FRANCISCO JAVIER CHONG BARREIRO
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL DE LA
SECRETARIA DE SALUD

DR. SERGIO LOPEZ DE NAVA Y VILLASANA
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DR. JAVIER CANCINO ORTIZ
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE
ANESTESIOLOGIA

DR. LEONCIO VALDEZ MONROY
JEFE DEL SERVICIO DE LA ESPECIALIDAD DE
ANESTESIOLOGIA

DR. ERWIN SIMON MUÑOZ
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA
ASESOR CLÍNICO



Servicio de Salud
del Estado
Hospital General Pachuca
Dirección de Enseñanza
e Investigación

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme otorgado el don de la vida.

A mis padres porque sin duda alguna han sido el pilar más fuerte de mi existencia.

A mis sobrinos porque son mi motor para seguir adelante día con día.

A mi hermano y a mi cuñada por su apoyo incondicional.

Y a todas aquellas personas que ya no están a mi lado pero que siempre creyeron en mí.

Mil gracias...

ÍNDICE

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	1
RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES.....	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	7
ANTECEDENTES	8
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS.....	15
Objetivo general:	15
Objetivos específicos:	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
HIPÓTESIS	17
MÉTODO Y MATERIALES	18
Lugar donde se realizará la investigación.....	18
Diseño de estudio	18
Criterios de inclusión:.....	18
Criterios de exclusión:.....	19
Criterios de eliminación:	19
Determinación del tamaño de muestra y técnica de muestreo.....	19
Definición operacional de variables.....	20
Descripción general del método:.....	22
Recursos humanos, físicos y financieros:.....	27
MARCO TEÓRICO	29
ANÁLISIS.....	40
Valores medios y desviación estándar de las edades	40

Distribución según sexo	41
Distribución del tiempo de latencia del bloqueo	42
Valores medios y desviación estándar del tiempo de latencia del bloqueo	44
DISCUSIÓN.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS.....	60
Anexo 1. Ilustraciones de posición del paciente y anestesiólogo para el bloqueo del plexo braquial.....	60
Anexo 2. Escala de Bromage modificada.....	62
Anexo 3. Ilustración de la escala	63
Anexo 4. Para calificar anestesia quirúrgica al término del periodo de latencia del anestésico local, y autorizar inicio del procedimiento quirúrgico.....	63
Anexo 5. Carta de consentimiento informado.....	63
Anexo 6. Cédula de recolección de datos (Llenada por el ayudante del investigador principal).....	70
Anexo 7. Aspectos éticos	72

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANESTESIOLOGÍA: Es la especialidad médica dedicada a la atención y cuidados especiales de los pacientes durante las intervenciones quirúrgicas u otros procesos que puedan resultar molestos o dolorosos (endoscopia, radiología intervencionista, etc.).

ANTISEPSIA: Eliminación o inhibición de microorganismos mediante el empleo de agentes químicos (antisépticos), que por su baja toxicidad pueden aplicarse en tejidos vivos, piel, mucosas, etc. Es un tipo concreto de desinfección empleado, habitualmente, en el tratamiento de heridas o en la limpieza de la piel previa a una operación.

BUPIVACAÍNA: Es un anestésico local de larga duración de la clase de las amidas, utilizado para la anestesia local, regional o espinal. El comienzo de la acción de la bupivacaína es rápido (1 a 0 minutos) y su duración significativamente más prolongada que la de otros anestésicos locales (entre 3 y 9 horas).

DEBRIDAMIENTO. Es la eliminación del tejido muerto, dañado o infectado para mejorar la salubridad del tejido restante. Se puede realizar mediante cirugía, de forma mecánica, química, autolítica y mediante terapia larval, en la que ciertas especies de larvas consumen selectivamente el tejido necrótico (también llamado tejido necrosado).

ECOGRAFÍA: Técnica de exploración de los órganos internos del cuerpo que consiste en registrar el eco de ondas electromagnéticas o acústicas enviadas hacia el lugar que se examina.

EPINEFRINA: Mejor conocida como adrenalina, es una hormona que está relacionada con el estado de exaltación, contracción de los vasos sanguíneos y el aumento del ritmo o frecuencia cardíaca. Las glándulas suprarrenales son las que resguardas a

esta y otras hormonas y neurotransmisores más, además de producirlas a base de otras sustancias importantes en todo el organismo. Asimismo, la epinefrina como el medicamento, es utilizada para tratar paros cardiorrespiratorios o algunas condiciones relacionadas con el aparato cardiovascular. Es específicamente tratada con epinefrina la anafilaxia, laringitis y, en algunos, casos la septicemia.

GANGLIÓN: Un ganglión es un quiste que aparece a menudo alrededor de las articulaciones y los tendones de la mano o el pie. El quiste contiene un líquido claro similar al líquido sinovial normal, pero más espeso que este.

MENISCECTOMÍA: Es la cirugía para reparar su menisco, o remover cualquier pieza rota. El menisco es el cartílago de la rodilla, que actúa como un amortiguador y ayuda a que su rodilla pueda moverse correctamente.

MOTRICIDAD: Acción del sistema nervioso central que determina la contracción muscular.

NEUROESTIMULADOR: Es un dispositivo implantado quirúrgicamente que tiene un tamaño similar al de un cronómetro. Transmite señales eléctricas suaves al espacio epidural próximo a la columna vertebral a través de uno o más electrodos (cables médicos especiales).

RAFI: Reducción abierta más fijación interna (técnica quirúrgica de traumatología y ortopedia).

TENORRAFIA. Sutura de los extremos segmentados de un tendón.

RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

Cuadro 1. Indicadores de las edades según grupo de concentración.....	40
Cuadro 2. Distribución según sexo.....	41
Cuadro 3. Distribución según tipo de cirugía realizada.....	43
Cuadro 4. Distribución del tiempo de latencia del bloqueo.....	45
Cuadro 5. Indicadores de distribución del tiempo de latencia del bloqueo.....	45
Cuadro 6. Estimulación del nervio radial preinyección del anestésico local.....	46
Cuadro 7. Estimulación del nervio cubital preinyección del anestésico local.....	46
Cuadro 8. Estimulación del nervio mediano.....	47
Cuadro 9. Estimulación del nervio musculocutáneo.....	47
Cuadro 10. Suficiencia del bloqueo.....	48
Cuadro 11. Escala de Bromage.....	48
Cuadro 12. Sensibilidad térmica.....	49
Gráfica No. 1.....	40
Gráfica No. 2.....	41
Gráfica No. 3.....	43
Gráfica No. 4.....	44
Imagen 1. Posición del paciente.....	60
Imagen 2. Puntos de referencia.....	60
Imagen 3. Margen de seguridad.....	61
Imagen 4. Punto de entrada de la aguja.....	61
Imagen 5. Dirección de la aguja.....	62

RESUMEN

Introducción

El uso de neuroestimulador en la anestesia regional permite la reducción de anestésico local utilizado para el bloqueo de nervios periféricos debido a que permite una mayor precisión en su administración y disminuye el riesgo de intoxicación.

El presente estudio fue llevado a cabo con el objetivo de determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína isobárica (0.25%, 0.35% y 0.5%) en un volumen total de 20cc para lograr anestesia quirúrgica del miembro torácico con el uso de neuroestimulador.

Método

Fueron reclutados pacientes sometidos a cirugía de miembro torácico con edades de 18 a 45 años para intervención quirúrgica con duración menor de 2 horas, Estado físico ASA I, II y III conforme a la sociedad Norteamericana de anesthesiólogos, IMC <35kg/m², excluyendo así a los pacientes con alteración de motricidad o sensibilidad, compromiso cognitivo condición psiquiátrica activa, infección en el sitio de punción del bloqueo, coagulopatía o historial de alergia a la bupivacaína.

Las concentraciones a estudiar fueron (0.25%, 0.35% y 0.25%).

El neuroestimulador fue utilizado para confirmar la identificación de los 4 nervios por separado (mediano, cubital, radial y musculocutáneo) identificando cada una de sus respuestas motoras y se administró 5cc de bupivacaína en cada uno de ellos.

La anestesia quirúrgica fue definida como fuerza motora <2 según la escala de Bromage modificada, ausencia de sensibilidad térmica y de respuesta al pinprick (test del pinchazo de la aguja), se midió tiempo de latencia, duración del bloqueo y analgesia posoperatoria, esta última fue verificada en la sala de recuperación anestésica con la escala numérica del dolor y la cantidad de analgésicos utilizados hasta 4 horas después de la instalación del bloqueo.

Resultados

No existe significancia estadística con una confianza estadística del 95% y con probabilidad de error en este estudio del 5%, es decir resulta igual utilizar la concentración al 0.25% que las de 0.35% y 0.5%, obteniendo similar eficacia del bloqueo y sin presencia de toxicidad, aunque con variaciones poco significativas en el tiempo de latencia, duración del bloqueo y analgesia posoperatoria.

Este estudio demostró que se puede realizar el bloqueo de plexo braquial vía supraclavicular con el uso de neuroestimulador utilizando bajas concentraciones de anestésico local con la misma eficacia y aumentando la seguridad del procedimiento.

ABSTRACT

Introduction

The application of neurostimulator on regional anesthesia allows local anesthesia's dose reduction used for peripheral nerves block because allows a bigger precision in the administration of these and, besides, reduces the intoxication risks by local anesthesia.

Our investigation has the purpose of determine the isobaric bupivacaine's minimal effective concentration (0.25, 0.35 and 0.5%) on 20cc total volume to achieve forelimb's surgical anesthesia whit the use of neurostimulator.

Method

The investigation recluted patients between 18-45 years old who need forelimb surgery with a duration shorter than two hours, fitness ASA I, II or III according to American Anesthesiology Association, IMC (BMI) minor to 35kg/m², excluding the patients with sensibility or motor functions alterations, cognitive impairment or active psychiatric condition, puncture site's infection, coagulopathy or allergy to bupivacaine record.

The analyzed concentrations were (0.25, 0.35 and 0.5%). The neurostimulator was used to confirm the individual detection of the median, ulnar, radial and musculocutaneous nerve, identifying each of their motor responses. It was administrated 5cc of bupivacaine in each one of them.

We evaluate the blocking sufficiency with the respective scale of excellent, satisfactory, insufficient and fail.

The surgical anesthesia was defined as driving force minor to 2 according to modified Bromage's scale, absence of thermal sensitivity and absence of response to pinprick.

We measure latency, block duration and postoperative analgesia; this last was verified in the recovery room with the numerical pain scale and the quantity of analgesics used until four hours after block.

Results

Does not exist statistical significance with a statistical trust of 95% and probability of error in this investigation of 5%. This means that it's equal to use the 0.25% concentration as the 0.35% and the 0.5% concentration, getting similar block efficiency without toxicity, although we have minimal variations in latency, blocking duration and postoperative analgesia.

INTRODUCCIÓN

Se conoce que la concentración de anestésico local es un factor importante que puede influir en el tiempo de latencia de bloqueo de nervios periféricos ya que la penetración del anestésico local en la raíz nerviosa está afectada por la concentración de la solución utilizada por lo tanto el aumento de la concentración de la solución del anestésico local alrededor del nervio aumenta el gradiente de concentración, facilitando la difusión de las moléculas de anestésico hacia adentro del nervio y así reducir el tiempo de latencia del bloqueo nervioso.

El tiempo medio de latencia, considerando a todos los pacientes del estudio fue de 15 (10-20) minutos. Cuando fueron considerados solamente los pacientes que recibieron bloqueos con la concentración de .250% la concentración más cercana a la concentración mínima efectiva el tiempo medio de latencia fue de 20 (15-22, 15) minutos. Sin embargo, la duración de los bloqueos no fue determinada en este estudio.

Por otra parte, el uso de concentraciones bajas puede disminuir el tiempo del bloqueo motor en el periodo posoperatorio, lo que, por ende, puede ser más cómodo para algunos pacientes. ⁽²⁸⁾

Fueron observados un 100% de los fallos del bloqueo cuando se utilizó bupivacaína al 0.15%. Sin embargo, todos los bloqueos realizados con una concentración mayor o igual a 0.30% fueron efectivos. ⁽¹⁸⁾

Por lo anterior, a través del presente proyecto, se pretende poner en perspectiva los resultados antes descritos y corroborar, por medio de ellos, las diferentes reacciones de los pacientes y tener una base fielmente documentada para saber qué dosis y qué técnica específica se deberá realizar en cada uno de ellos.

ANTECEDENTES

El éxito del bloqueo de nervios periféricos depende de la correcta identificación de las estructuras nerviosas y de la inyección de una dosis adecuada de anestésico local alrededor de ellas para obtener una impregnación completa de todos los nervios involucrados en la cirugía. Sin embargo, otros factores importantes que afectan la tasa de éxito y la calidad de esos procedimientos son la concentración y el volumen de anestésico inyectado en la proximidad de los nervios.

El uso de la ecografía y la neuroestimulación introdujeron una nueva perspectiva en la anestesia regional. Esta tecnología proporciona una visualización e identificación en tiempo real de todo el procedimiento permitiéndole al anestesiólogo posicionar de forma precisa la aguja alrededor de la estructura que será bloqueada. ⁽¹¹⁾

En este tipo de bloqueo se ha optado por el uso entre otros anestésicos locales por la bupivacaína a causa de sus características farmacocinéticas, que generan un bloqueo de mayor duración cuando se le compara con la lidocaína.

En un estudio realizado en el centro quirúrgico del sector de cirugía de la mano y miembro superior en la universidad general de Sao Paulo/ Escuela Paulista de medicina de diciembre de 2011 a junio de 2012 en donde se utilizó el método de UP-and-down propuesto por Masser y Dixon para el cálculo del volumen mínimo efectivo en donde la dosis inicial fue de 5ml por nervio (radial, mediano, cubital y musculocutáneo). ⁽²⁶⁾

El resumen de este estudio demuestra que el volumen mínimo efectivo para el bloqueo de plexo braquial vía axilar guiado por ultrasonido es de 1.6ml de bupivacaína al 0.5% con 1:200000 de adrenalina por nervio. Esto corrobora algunos estudios que muestran que se puede obtener la anestesia quirúrgica con bajos volúmenes de anestésico local, definiendo como anestesia quirúrgica a una función motora ≤ 2 según la escala de Bromage modificada, ausencia de sensibilidad térmica y de respuesta al Pinprick “prueba del pinchazo” en las regiones de los nervios: mediano, cubital, radial y músculo

cutáneo, y si no hubiese la necesidad de complementación con anestesia local o general. ⁽²⁶⁾

Aunque otro estudio realizado en la Universidad de Sao Paulo en ese mismo año (2012) determina el volumen mínimo efectivo de 0.5% de bupivacaína con epinefrina para bloqueo de plexo braquial interescalenico, cuyo volumen fue determinado bajo el mismo método de step-up/step-Down concluyo que la MEV90 de bupivacaína al 0.5% con epinefrina (1:200000) guiado por ultrasonido fue de 0.95ml.y para obtener una analgesia posoperatoria adecuada y disminución en la incidencia de bloqueo del diafragma pueden ser utilizados entre 2.34 y 4,29ml. ⁽³⁴⁾

Para el test de Pinprick se usarán las agujas 23G para analizar la sensibilidad en las regiones de los dermatomas de los nervios: nervio cubital (eminencia hipotenar), nervio radial (dorso de la mano), nervio mediano (eminencia tenar) y musculo cutáneo (región lateral del antebrazo).

Algunos estudios han demostrado que el uso de bajas dosis de anestésico local disminuye la duración del tiempo de bloqueo definido como el tiempo entre el inicio de la instauración del bloqueo y el retorno de las funciones motoras y sensitivas. ⁽²⁸⁾

En este estudio se comprobó que los bloqueos con bajas dosis de anestesia local fueron suficientes para la realización de los procedimientos con una duración inferior a dos horas y que todos los bloqueos tuvieron una latencia menor o igual a 30 minutos.

Otro estudio realizado en la Universidad de Sao Paulo cuyo objetivo principal fue calcular la concentración mínima efectiva de 20ml de bupivacaína sin epinefrina que alcanzo anestesia quirúrgica para el bloqueo de plexo braquial vía axilar guiado por ecografía para cirugías de mano en un 90% de los pacientes, usando un modelo step-up/step-Down para determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína, cada dosis subsecuente se basó en la dosis anterior, es decir el éxito o falla del bloqueo determino la disminución o el aumento de la concentración para el próximo paciente respectivamente. ⁽¹⁸⁾

Todos los pacientes considerados como fallos mantuvieron la motricidad del nervio mediano y 2 de los pacientes conservaron también la motricidad del nervio radial, incluso en esos pacientes se observó la ausencia de sensibilidad térmica a pesar del mantenimiento de la motricidad.

Entre los procedimientos, 2 rebasaron la previsión de tiempo de la cirugía y duraron más de 120 minutos sin interurrencias para el paciente o la necesidad de complementación de la anestesia.

Además, todos los pacientes percibieron ausencia de dolor 4 horas después de la realización del bloqueo (EVA-0). No ocurrió ninguna complicación como la punción vascular o la intoxicación por anestésicos locales.

Por lo tanto, este estudio demostró que es posible realizar el bloqueo de plexo braquial vía axilar efectivo guiado por ecografía con bajas concentraciones de anestésico local ya que eventos adversos como la toxicidad sistémica pueden ser dosis dependientes, es decir el empleo de bajas dosis de anestésico local genera un bloqueo más seguro con un menor riesgo de complicaciones especialmente relacionadas con la toxicidad sistémica de esos anestésicos. A pesar del desarrollo de conductas eficaces para el tratamiento de esas complicaciones, como el uso de soluciones lipídicas, no obstante, la adopción de bajas dosis de anestésicos locales promueve un bloqueo con una masa de anestésico con un amplio rango de seguridad con relación a la dosis tóxica.

Los usos de concentraciones menores de anestésico local pueden traer algunos beneficios Peppas et al demostraron que el uso de altas concentraciones de anestésico local para el bloqueo de plexo braquial por vía interescalénica está asociada con un mayor número de complicaciones, como la parálisis del nervio frénico, la hipotensión, la disminución de la saturación de oxígeno y disminución de la función del diafragma.
(24,32)

Un estudio que comparó diferentes concentraciones pero que mantuvo fija la masa de anestésico en el bloqueo de plexo braquial vía axilar reveló que el tiempo de latencia motora y no el de latencia sensitiva fue menor cuando se utilizaron volúmenes mayores de anestésico local. (30, 31)

Sin embargo, un estudio realizado en el Instituto de Medicina molecular en la universidad de Leeds UK en diciembre del 2012 cuyo objetivo fue comparar el efecto de la concentración de una solución de bupivacaína en la dosis ED50 requerida para el bloqueo de plexo braquial supraclavicular se analizaron tres concentraciones diferentes (0.25%, 0.375% Y 0.5%) y se demuestra que la DE50 de bupivacaína para bloqueo supraclavicular no es dependiente de la concentración, la reducción de la concentración o la fuerza de la anestesia local conducen a un aumento del volumen requerido para un bloqueo con éxito. Destacando que la comparación de un pequeño volumen a alta concentración con un gran volumen a baja concentración la tasa de éxito fue menor en el grupo que recibió la más pequeña cantidad de volumen a una mayor concentración. Sin embargo, el uso de grandes volúmenes de anestésico local aumenta la probabilidad de que sobrevenga toxicidad sistémica. ⁽³⁶⁾

Según otro estudio la concentración la podemos ver directamente relacionada con el tiempo de analgesia posoperatoria en este el objetivo fue determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína en 50% (CE50) y en 90% (EC90) de los pacientes para bloqueo de nervio femoral guiado por ultrasonido en menisectomía artroscópica de rodilla concluyendo que la CE90 de bupivacaína para el bloqueo del nervio femoral con adecuada analgesia posoperatoria durante 419.8 minutos fue de 0.271% y la CE50 de 0.160% con una algesia de duración menor; por lo que este método es una buena opción analgésica para pacientes sometidos a cirugía de rodilla. ⁽³⁵⁾

El volumen mínimo efectivo de anestésico local para el bloqueo de algunos nervios periféricos ha sido investigado, y algunos estudios demuestran que pueden lograrse bloqueos efectivos utilizando bajos volúmenes de anestésicos, lo que reduce la probabilidad de toxicidad sistémica. Reducir la concentración de anestésico local puede limitar la dosis total del fármaco administrado sin alterar el volumen que se inyectó. Sin embargo, la concentración mínima de anestésicos locales para obtener el bloqueo de plexo braquial a resultado insuficiente a una concentración menor de 0.25%.

Un estudio muestra que, con el uso de la ecografía, se puede obtener la anestesia quirúrgica con concentraciones próximas al 0.25% de bupivacaína cuando se usa el volumen de 5ml de anestésico para cada nervio del plexo braquial (radial, mediano, cubital y musculo cutáneo) por la vía axilar reduciendo las dosis de anestésico local utilizadas y aumentando la seguridad del procedimiento. ⁽¹⁸⁾

JUSTIFICACIÓN

Los anestésicos locales (AL) son medicamentos muy empleados en la práctica anestésica, con baja presentación de efectos adversos.

A pesar que la presentación de efectos adversos por anestésicos locales no es frecuente; es de gran importancia su estudio, pues la severidad de la toxicidad debido al riesgo por su administración inadecuada (dosis altas, ubicaciones no apropiadas, entre otras) se asocia a una alta mortalidad.

Sin embargo, todos esos efectos estaban relacionados con el tiempo de exposición y con una mayor concentración de fármaco utilizado, lo que teóricamente muestra una mayor seguridad cuando se utilizan concentraciones menores de anestésico local de igual manera con el incremento progresivo de la concentración sérica de los anestésicos locales posterior a su administración, se aumenta el riesgo de la toxicidad a nivel central, debido a su mayor sensibilidad. ⁽³³⁾

Por otra parte, el uso de concentraciones bajas puede disminuir el tiempo del bloqueo motor en el periodo posoperatorio, lo que, por ende, puede ser más cómodo para la recuperación de algunos pacientes. ⁽²³⁾

Se conoce que la concentración de anestésico local es un factor importante que puede influir en el tiempo de latencia de bloqueo de nervios periféricos y de igual manera la penetración del anestésico local en la raíz nerviosa está afectada por la concentración de la solución utilizada. ⁽²⁹⁾

Una de las maneras de reducir la dosis de anestésico local es a través de la disminución del volumen utilizado, de igual manera reducir la concentración de este puede limitar la dosis total del fármaco sin alterar el volumen que se inyecta.

He aquí el beneficio de utilizar el neuroestimulador para una mayor precisión en la administración del anestésico (bupivacaína) a diferentes concentraciones (0.25%, 0.35%, 0.5%) para determinar cuál es la dosis mínima efectiva que nos ofrecerá anestesia quirúrgica.

En el servicio de anestesiología hemos adquirido con el tiempo y la practica una mayor habilidad para realizar estos bloqueos sin embargo se ha hecho con técnicas a ciegas sin contar con una herramienta segura como lo es el neuroestimulador y una dosis poco segura con un riesgo incrementado de lesión nerviosa periférica y de toxicidad por anestésicos locales por lo que se considera de primordial importancia y urgente involucrarnos a probar concentraciones menores, seguras y eficaces de estos para otorgar calidad y alta seguridad a todos y cada uno de los pacientes que requieren de nuestro servicio.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína isobárica 0.25% 0.35% y 0.5% en un volumen total de 20cc para lograr anestesia quirúrgica del miembro torácico.

Objetivos específicos:

1. Utilizar un neuroestimulador para localizar el paquete nervioso del plexo braquial y permitir la administración de bupivacaína a 3 diferentes concentraciones
2. Utilizar la escala de suficiencia del bloqueo para determinar anestesia quirúrgica del miembro torácico.
3. Cuantificar el tiempo de latencia y duración del bloqueo sensitivo y motor en las tres diferentes concentraciones de bupivacaína.
4. Medir el tiempo de analgesia posoperatoria.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estimuladores de nervios periféricos han empezado a ser indispensables como herramientas clínicas y de enseñanza en la práctica de la anestesia regional ya que la localización de plexos y nervios periféricos con estas herramientas es un procedimiento simple que requiere pocas semanas de entrenamiento en un anestesiólogo calificado. En forma polémica, los neuroestimuladores han permitido innovar técnicas y abordajes de nervios que en otras circunstancias habrían requerido punciones múltiples, guiadas únicamente con la subjetividad de las parestesias del paciente.

La introducción del uso de neuroestimulador en la práctica clínica de la anestesia regional hizo posible la fácil identificación de las estructuras nerviosas, lo que permite una mayor precisión en la administración de anestésicos locales.

El volumen mínimo efectivo de anestésico local para el bloqueo de algunos nervios periféricos ha sido investigado, y algunos estudios demuestran que pueden lograrse bloqueos efectivos utilizando bajos volúmenes de anestésicos, lo que reduce la probabilidad de toxicidad sistémica. Reducir la concentración de anestésico local puede limitar la dosis total del fármaco administrado sin alterar el volumen que se inyectó.

Sin embargo, la concentración mínima de anestésicos locales para obtener el bloqueo de plexo braquial a resultado insuficiente a una concentración menor de 0.25% Por lo que se desea conocer: ¿cuál es la concentración mínima efectiva de bupivacaína isobárica, 0.25% 0.35% o 0.5% diluida en 20 ml, que alcanza anestesia quirúrgica para el bloqueo de plexo braquial abordaje supraclavicular guiado por neuroestimulador?

HIPÓTESIS

Ha. La anestesia quirúrgica para cirugía de miembro torácico será efectiva a la concentración mínima de 0.25% de bupivacaína isobárica.

Ha. GRUPO A $\neq$ al C y B

Ho. La anestesia quirúrgica para cirugía de miembro torácico no será efectiva a la concentración mínima de 0.25% de bupivacaína isobárica

Ho GRUPO A = al C y B

MÉTODO Y MATERIALES

Lugar donde se realizará la investigación

- Lugar: Hospital general de Pachuca, unidad de segundo nivel de atención médica, en el servicio de anestesiología en el turno matutino.

Diseño de estudio

- Tipo de estudio: ensayo clínico controlado
- Ubicación espacio-Tiempo:
- Lugar: el estudio se realizará en el área de quirófanos del Hospital General de Pachuca
- Tiempo:
- Persona: Todos aquellos pacientes que requieran anestesia regional (bloqueo de plexo braquial) para ser sometidos a cirugía de miembro torácico. Divididos en tres grupos para administrar 3 concentraciones diferentes del anestésico local.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con edades entre los 18 y los 45 años.
- Pacientes de sexo indistinto.
- Pacientes con indicación de bloqueo de plexo braquial para anestesia y analgesia para intervención quirúrgica electiva de miembro torácico.
- Pacientes con estado físico ASA I, II o III, conforme a la Sociedad Norteamericana de Anestesiólogos.
- Pacientes con Índice de masa corporal $< 35 \text{ kg/m}^2$.
- Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos de miembro torácico de menos de dos horas.
- Firma de aceptación del consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes con neuropatía del miembro torácico a intervenir quirúrgicamente.
- Pacientes con compromiso cognitivo
- Pacientes Condición psiquiátrica activa
- Infección en el sitio de punción del bloqueo
- Pacientes con Coagulopatía (plaquetopenia, tiempos de coagulación prolongados)
- Pacientes con Historial de alergia a la bupivacaína o a los anestésicos locales.

Criterios de eliminación:

- Pacientes a quienes se intente colocar el bloqueo por más de 15 minutos y no se logre anestesia quirúrgica.
- Pacientes que presenten alguna reacción al momento de la inyección del anestésico.
- Pacientes que presenten complicaciones secundarias debidas al procedimiento quirúrgico u otros fármacos.
- Punción roja al explorar con la aguja del neuroestimulador.

Determinación del tamaño de muestra y técnica de muestreo**1.- Tamaño de la muestra:**

Conociendo que con la concentración al 0.5% de bupivacaína la latencia es de 10 min, el tiempo de duración de anestesia quirúrgica de 90 min, y el tiempo de analgesia postquirúrgica de 180 min. Nos preguntamos cuáles serán las diferencias de la media, entre grupos, administrando 3 concentraciones de anestésico, de Latencia, duración de anestesia quirúrgica y tiempo de analgesia postquirúrgica; con una seguridad del 95%, precisión de 3 y con una varianza de 5. Y con la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño muestral.

$$n = \frac{Z^2 \times S^2}{d^2}$$

$$Z = 1.96 \quad S = 5 \quad d = 3$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (5)^2}{(3)^2} = \frac{(3.8416) (25)}{(9)} = 10.67$$

n = 11 pacientes por grupo.

2.-Muestreo: Aleatorio simple.

Definición operacional de variables

Identificación de las variables:

VARIABLE dependiente	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
ANESTESIA QUIRÚRGICA DEL PLEXO BRAQUIAL	Inyección de anestésico local cerca de los nervios del plexo braquial.	Perdida sensitiva y motora medida a través de: Escala de Bromage modificada Sensibilidad térmica Prueba de Pinprick	Cualitativa -Excelente -Satisfactorio -Insuficiente -Fallido	Cédula de recolección de datos
Variable independiente: CONCENTRACIÓN DEL ANESTÉSICO LOCAL	Proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de solvente	Cantidad de anestésico a administrar en tres concentraciones	Cuantitativa 0.25% 0.35% 0.5%	Cédula de recolección de datos

		mediante dilución		
LATENCIA	Tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce	Tiempo que tarda en instalarse el bloqueo después de la administración del anestésico	Cuantitativa • Segundos • Minutos • Horas	Cédula de recolección de datos
DURACIÓN	Tiempo que transcurre entre el principio y el fin de algo	Tiempo que transcurre desde que se instala el bloqueo hasta recuperación de la sensibilidad y de la actividad motora	Cuantitativo • segundos • minutos • horas	Cédula de recolección de datos
ANALGESIA	Desaparición natural o provocada de cualquier sensación de dolor	Ausencia de dolor después de finalizada la cirugía	Cualitativa Escala Visual Analógica (EVA)	Cédula de recolección de datos
EDAD	Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo	Rango de edad de pacientes seleccionados	Cuantitativa Años cumplidos	Cédula de recolección de datos
SEXO	Conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Sexo de los pacientes sometidos a este estudio. (Masculino y femenino)	Cualitativa	Cédula de recolección de datos

TALLA	Estatura de una persona	Estatura de los pacientes omitidos a este estudio > 1.5mts.	Cuantitativo	Cédula de recolección de datos
INDICE DE MASA CORPORAL	Medida que asocia el peso de una persona con su peso de una persona	IMC= peso (kg) / Talla ² (cm)IMC	Cuantitativa	Cédula de recolección de datos
PESO	Es la fuerza que ejerce un determinado cuerpo sobre el punto en que se encuentra apoyado	Pacientes incluidos en el estudio con el peso ideal	Cuantitativa	Cédula de recolección de datos

Descripción general del método:

- 1.- Firma de aceptación del consentimiento informado.
- 2.- Monitorización tipo I no invasiva (tensión arterial sistémica, frecuencia cardíaca, saturación parcial de oxígeno).
- 3.- Acceso venoso periférico en el miembro superior contralateral al de la cirugía para la infusión de solución cristaloide. La asignación al grupo correspondiente de la concentración de bupivacaína fue al azar, utilizando tabla de números aleatorios para ese fin. Grupo A: Concentración 0.25%; Grupo B: 0.35%; Grupo C: 0.5%

El investigador principal estuvo cegado para conocer la concentración que utilizó en cada caso. Un ayudante anestesiólogo fue el encargado en todos los casos de cargar la jeringa de 20 ml que utilizó el investigador principal para la administración de la bupivacaína. Solo este ayudante conocía la concentración administrada, a través de

la selección aleatoria a cada grupo que haya sorteado. Anotó por separado los datos de cada paciente, y solo en esta nota escribió la concentración utilizada. El investigador principal hizo las anotaciones pertinentes en la hoja de seguimiento de transanestésico, asimismo de la valoración de analgesia posoperatoria en la sala de recuperación. Al término de todos los casos de las tres concentraciones, el investigador principal pudo conocer y separar para efecto de análisis, los expedientes o notas de cada concentración utilizada.

4.- Antisepsia de la piel con clorhexidina.

5.- El bloqueo de plexo braquial se realizó por vía supraclavicular con el uso de estimulador de nervios periféricos stimuplex (B. Braun) con el paciente semisentado, con la cabeza girada hacia el lado opuesto, posición más cómoda que la supina, tanto para él como para el operador; dada la importancia de la posición en la anestesia regional, el operador no intento reconocer los puntos de referencia antes de que el paciente adoptara la posición deseada.

Se pidió al sujeto que bajara el hombro y flexionara el codo, de modo que el antebrazo repose en el regazo.

La muñeca se colocó en supinación, con la palma hacia el rostro del paciente, maniobra que permitió detectar hasta el movimiento más sutil del dedo producido por estimulación nerviosa.

Se colocó un rollo bajo la muñeca, de modo que los dedos se movieran libremente. Se conectó la aguja B Braun, Calibre 22 x 2 pulgadas (A50) con recubrimiento de teflón, punta atraumática, una rama al neuroestimulador y la otra a la jeringa que contenía el medicamento a administrar en una de las tres concentraciones.

En general, el operador se colocó del lado que se iba a bloquear, de tal forma que, para el bloqueo del lado izquierdo, la palpación se efectuó con la mano izquierda y la aguja se manipulo con la derecha.

Para un bloqueo del lado derecho, se realizó exactamente lo contrario: el operador manipuló la aguja con la mano izquierda y palpó con la derecha.

Por otra parte, el operador pudo manipular siempre la aguja con la mano que prefirió independientemente del lado del bloqueo; no es difícil hacerlo estando a un lado de la cabeza del paciente y estirándose para llegar al otro lado cuando sea necesario.

Con el paciente semiacostado, según se describió, y el hombro hacia abajo, se ubicó el borde lateral (posterior) del músculo esternocleidomastoideo y se seguro en dirección distal hasta el punto en que se une con la clavícula, el cual se marcará en la piel.

El borde lateral del musculo esternocleidomastoideo suele ser muy visible en el nivel en que lo cruza la yugular externa, a partir del cual es posible seguir el borde en dirección caudal, hasta donde se une con la clavícula; se trazó una línea imaginaria parasagital (paralela a la línea media) para delimitar un área medial respecto de ella donde existe el riesgo de neumotórax.

El punto de entrada de la aguja siempre fue lateral a este plano parasagital, separado por una distancia que los autores llaman margen de seguridad y que mide unos 2.5 cm, en posición lateral respecto de la inserción del musculo esternocleidomastoideo en la clavícula, o el ancho de pulgar en posición lateral respecto del musculo esternocleidomastoideo. Otra forma de definir el margen de seguridad fue considerando una distancia igual al ancho de la cabeza clavicular del musculo esternocleidomastoideo en su inserción en la clavícula.

El dedo índice con que se palpo se colocó en dicho punto, donde el autor suele dibujar dos flechas, una apuntando a la otra. La flecha proximal, arriba del dedo, señalo el punto de entrada de la aguja, en tanto que la distal mostró la dirección de su trayectoria.

La aguja se insertó en posición inmediatamente cefálica respecto del dedo con que se palpo y se hizo avanzar de 2 a 5 mm (según la cantidad de tejido subcutáneo del paciente), primero perpendicular a la piel y después se hizo girar en dirección caudal, bajo el dedo con que se palpo, a fin de hacerla avanzar paralela a la línea media.

El bloqueo tuvo lugar arriba de la clavícula, bajo el dedo con que se realizó la palpación. Se desencadenó un espasmo muscular aislado en todos los dedos, sea en flexión o en extensión, que suele llamarse, erróneamente, respuesta del nervio mediano y del nervio radial, respectivamente (en este nivel, dichos nervios aún no se han formado, y las fibras que los constituyen viajan por los tres troncos). Cualquier otra respuesta conlleva un índice de éxito significativamente menor.

Si fue necesario volver a colocar la aguja, se extrajo para ajustar el ángulo de penetración en el plano anteroposterior, ya sea en posición posterior o anterior, pero siempre paralela a la línea media.

6.- El neuroestimulador fue utilizado para confirmar la identificación de los 4 nervios separadamente (mediano, cubital, radial y musculocutáneo). Es decir cuando se estimuló el nervio radial la respuesta motora esperada fue: extensión de muñeca, abducción del pulgar, extensión metacarpofalángica; cuando se estimuló el nervio cubital esperamos: desviación cubital de la muñeca, flexión metacarpofalángica y aducción del pulgar; cuando estimulamos el nervio mediano: la respuesta motora esperada fue: la flexión de la muñeca, flexión de los dedos y oposición del pulgar y finalmente al estimular el nervio musculo cutáneo observamos flexión y supinación del codo.

7.- Después de obtener estas respuestas motoras con una corriente de salida a 0.8 a 0.4mA con aspiración intermitente negativa se administró bupivacaína (5ml) por cada nervio identificado.

8.- El término de la inyección de la solución de anestésico local fue considerado el momento cero para la evaluación de la efectividad del bloqueo.

9.- Posteriormente se midieron los bloqueos motor, térmico y sensitivo. Esta evaluación se hizo cada 5 minutos a partir del momento cero hasta que el bloqueo fue considerado suficiente, pero fue limitado a 15 minutos. Después de este tiempo Si el bloqueo no fue el adecuado se realizó la complementación de la anestesia y se excluyó al paciente del estudio.

Para la evaluación de la función motora se utilizó la escala de Bromage modificado. Los músculos evaluados fueron: flexores del dedo (nervio mediano), extensores del dedo (nervio radial), aductores del dedo (nervio cubital) y flexor del codo (nervio musculo cutáneo). La evaluación de la sensación térmica se realizó con una gasa y alcohol.

La sensibilidad dolorosa fue evaluada con el test Pinprick con una aguja 23G. Ambas evaluaciones se dieron separadamente para cada nervio y para cada sensación y, utilizaron los siguientes sitios: eminencia hipotenar (nervio cubital), eminencia tenar (nervio mediano), dorso de la mano (nervio radial) y región lateral del antebrazo (nervio musculo cutáneo). El tiempo de latencia fue definido como el periodo entre el momento cero y el momento en que se logró la anestesia quirúrgica.

La anestesia quirúrgica fue considerada Excelente y /o Satisfactoria si en la calificación de la escala motora fue menor o igual de 2, si hubiese ausencia de sensación de dolor y de frío para todos los nervios, y si no hubiese necesidad de complementación (anestesia local o general) durante la cirugía. Solo con la calificación de cualquiera de estas dos opciones se dio autorización al cirujano para comenzar el procedimiento. En

caso contrario, si se calificó ya sea insuficiente o fallido se eliminó del estudio dicho paciente y se complementó la anestesia o cambio la técnica a la de anestesia general.

10.- Finalizado el procedimiento quirúrgico los pacientes fueron admitidos en la sala de recuperación anestésica, donde permanecieron monitorizados hasta cumplir con las condiciones de alta en régimen ambulatorio.

Además, en la sala de recuperación anestésica se verificó la analgesia posoperatoria a través de la escala numérica del dolor (0 indicando ausencia de dolor y 10 indicando el peor dolor vivido por el paciente) y cuantifico el total de analgésico solicitado por el paciente hasta 4h después de la realización del bloqueo braquial abordaje supraclavicular.

Recursos humanos, físicos y financieros:

Recursos humanos:

- Investigador: Dra. Reyna Alondra López Sánchez, residente del segundo año de la especialidad de anestesiología.
- Asesor de tesis y auxiliar en la preparación del medicamento a usar (bupivacaína) en sus tres diferentes concentraciones Dr. Erwin Simón Muñoz médico adscrito al servicio de anestesiología.

Recursos físicos:

- Neuroestimulador Stimuplex Dig RC de B Braun.
- Agujas para neuroestimulador B Braun, Calibre 22 x 2 pulgadas (A50) con recubrimiento de teflón, punta traumática.
- Bupivacaína isobárica a 0.5%
- Material gastable (gasas, guates estériles de látex y soluciones antisépticas) del Hospital General de Pachuca.

Recursos financieros:

- Autofinanciable.
- Neuroestimulador (propio).
- Costo estimado de las agujas para neuroestimulador \$6000.00 (SEIS MIL PESOS 00/100 M. N.)
- Papelería: costo estimado de \$300.00 (TRESCIENTOS PESOS 00/100 M. N.)

MARCO TEÓRICO

El bloqueo supraclavicular es una de varias técnicas para anestesiarse el plexo. El bloqueo se efectúa en el nivel de los troncos del plexo braquial, donde casi toda la inervación sensitiva, motora y simpática de la extremidad superior se transporta en sólo tres estructuras nerviosas confinadas a un área de superficie muy pequeña, de modo que las características típicas de este bloqueo son inicio rápido, previsibilidad y anestesia densa. ⁽¹⁾

Para el abordaje por encima de la clavícula se han descrito múltiples técnicas, la primera conocida fue la supraclavicular clásica de Kulenkampff y Quenu a la que siguieron la perivascular subclavia de Winnie y Collins; la interescalénica de Winnie; la paraescalénica de Vongvises y Panijayanod; la de “referencias de superficie” de Dupre y Danel; la “plomada pendiente” de Brown; la supraclavicular lateral paravascular de Moorthy; la vía posterior de Pippa; la supraclavicular perivascular modificada de Ortells- Polo y la interesternocleidomastoidea de Pham Dang entre otras. Efectivamente, con casi todas hay publicadas complicaciones mayores como neumotórax, lesión radicular, lesión medular, punción vascular (vertebral, subclavia, yugular) inyección subaracnoidea o epidural, insuficiencia respiratoria aguda, colapso cardiovascular, bloqueo bilateral, broncoespasmo, inconciencia, apnea, etc. y otras incidencias tales como síndrome de Bernard- Horner, parálisis de los nervios frénico y laríngeo recurrente. ⁽²⁾

En 1911, Kulenkampff, en Alemania, llevó a cabo la primera vía de acceso supraclavicular percutánea, en él mismo, según se informa, y unos meses después, Hirschel describió otra vía de acceso quirúrgica hacia el plexo braquial, en la axila.

Unos años después, en 1928, Kulenkampff y Persky la publicaron en Estados Unidos y tal como la describieron, la técnica implicaba sentar al paciente (—una silla regular bastará) o colocarlo en posición supina, con una almohada entre los hombros si no podía adoptar la posición sedente; el operador se sentaba en un taburete, a su lado.

La aguja se introducía arriba del punto medio de la clavícula, donde podía palpase el pulso de la arteria subclavia, y se dirigía en dirección medial hacia la apófisis espinosa de T2 o T3. La familiaridad de Kulenkampff con la anatomía del plexo braquial le permitió detectar que —la mejor manera de llegar a los troncos era cerca de la arteria subclavia, sobre la primera costilla.

Su técnica también era sencilla, —todas las ramas del plexo podrían anesthesiarse con una inyección; ambas aseveraciones aún son válidas, pero lamentablemente su sugerencia respecto de la dirección de la aguja conlleva un riesgo inherentemente alto de neumotórax. ⁽³⁾

El bloqueo supraclavicular fue muy popular durante toda la primera mitad del siglo XX, hasta mucho después de la Segunda Guerra Mundial, aunque sufrió varias modificaciones, casi todas con la finalidad de disminuir en lo posible el riesgo de neumotórax. ⁽⁴⁾

La introducción de las técnicas axilares de Accardo y Adriani, 9 en 1949, y en especial la de Burnham en 1958 marcaron el inicio de la declinación del interés por el bloqueo supraclavicular, cuando el bloqueo axilar empezó a popularizarse, sobre todo después de lo que De Jong publicara en 1961 en la revista *Anesthesiology*. El artículo estaba basado en disecciones de cadáveres, e incluía el ahora tan conocido cálculo de 42 ml como volumen necesario para llenar un cilindro de 6 cm de largo (vaina axilar). Según De Jong, esta dosis debe ser suficiente como para bañar por completo todas las ramas del plexo braquial. En el artículo también criticaba la vía de acceso supraclavicular. Casualmente, la misma revista publicó un artículo de Brand y Papper, quienes comparando la técnica axilar y la supraclavicular, se las arreglaron para producir un índice de 6.1% de neumotórax, índice singularmente alto que suele citarse en la literatura médica respecto del bloqueo supraclavicular.

Las modificaciones más modernas que se han hecho a este último comprenden la técnica perivascular subclavia de Winnie y Collins y la técnica de plomada de Brown y colaboradores.

La primera es más un concepto que una técnica radicalmente distinta, que declara que la anestesia del plexo tiene lugar en torno a un vaso principal (perivascular) y dentro de los confines de una vaina. Por lo demás, es similar a la de Murphey quien en 1944 describió la técnica de inyección única en posición apenas lateral respecto del músculo escaleno anterior, con la aguja en dirección caudal.

En 1993, Brown y colaboradores publicaron esto último, que suele conocerse como la vía de acceso de plomada y que se basa en disecciones de cadáveres e imágenes de resonancia magnética de voluntarios. En este caso, la aguja se introduce por arriba de la clavícula, en posición apenas lateral respecto del músculo esternocleidomastoideo (SCM) y se hace avanzar perpendicularmente al plexo, en dirección anteroposterior (en plomada). Si la aguja no encuentra el plexo, podría penetrar en el domo pleural.

Muchos autores consideran que la técnica de bloqueo supraclavicular es compleja y conlleva un riesgo importante de neumotórax. Sin embargo, ventajas como inicio rápido, anestesia densa y predecible y elevado índice de éxito, hacen de ella un método muy útil, que Brown y colaboradores han promovido como —sin rival. De hecho, en la práctica del autor esta vía de acceso constituye la piedra angular de la anestesia regional para las extremidades superiores y es ampliamente utilizada en todo tipo de pacientes. ⁽⁵⁾

Indicaciones:

El bloqueo supraclavicular es una técnica de anestesia para cualquier intervención quirúrgica de extremidades superiores, incluido el hombro. Es una excelente opción para cirugía de codo y mano.

Contraindicaciones:

Las contraindicaciones generales son las mismas de cualquier bloqueo regional, como infección del área, anormalidades importantes de la coagulación y trastornos de la personalidad o enfermedades mentales que impiden que el paciente permanezca inmóvil durante la operación.

Más específicamente, este bloqueo no suele intentarse en ambos lados debido al riesgo potencial de urgencia respiratoria en caso de neumotórax o bloqueo del nervio frénico. Si bien esta recomendación parece lógica, la literatura médica no registra evidencias al respecto.

Complicaciones pulmonares:

Neumotórax: la complicación Bloqueo del nervio laríngeo recurrente con parálisis de una cuerda vocal y ronquera sobre todo del lado derecho ya que en este el nervio hace un asa alrededor de la arteria subclavia y se expone a ser alcanzado por la solución anestésica local inyectada en la región. ⁽²⁾

Más temida, la incidencia es más alta cuando se utiliza el abordaje supraclavicular clásico y el riesgo es mayor del lado derecho.

Bloqueo del nervio frénico que ocasiona parálisis diafragmática, se presenta en el 67% de los bloqueos supraclaviculares.

Complicaciones cardiovasculares:

Hematomas: la inyección de fármacos en la arteria carótida interna o en las arterias vertebrales llega directamente al cerebro. Por ello muy pequeñas dosis de anestésico local pueden ocasionar toxicidad del sistema nervioso central. ⁽²⁾

Anatomía del plexo braquial por arriba de la clavícula:

El plexo braquial suele estar formado por cinco raíces que se originan en las divisiones ventrales, de C5 a T1, ubicadas entre los músculos escalenos anterior y medio. El

músculo escaleno anterior parte de los tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3 a C6 y se inserta en el tubérculo escaleno de la superficie superior de la primera costilla. El músculo escaleno medio se origina en los tubérculos posteriores de las apófisis transversas de C2 a C7 y se inserta en la superficie superior de la primera costilla, por detrás del canal del subclavio. Las cinco raíces convergen una hacia otra y forman tres troncos, superior, medio e inferior, apilados uno sobre otro conforme atraviesan el espacio interescalénico triangular que se forma entre los músculos escalenos anterior y medio, comúnmente llamado surco interescalénico. ⁽⁵⁾

Disección del área supraclavicular izquierda de un cadáver. Se ha extirpado el músculo SCM. Las raíces y los troncos del plexo son visibles en posición lateral respecto del músculo escaleno anterior. Todos los troncos son supraclaviculares. El nervio supraescapular que surge a partir del tronco superior está en posición proximal respecto del origen de las divisiones anterior y posterior de dicho tronco. El nervio frénico está frente al músculo escaleno anterior. En posición medial respecto de este último, puede observarse el origen de la arteria vertebral y, en posición más medial, la carótida primitiva y el nervio vago. El primer espacio intercostal está debajo de la clavícula. ⁽⁵⁾

Este espacio se amplía en el plano anteroposterior, a medida que los músculos se aproximan a su inserción en la primera costilla. La arteria subclavia acompaña al plexo braquial en el triángulo interescalénico en posición anterior respecto del tronco inferior. Si bien las raíces del plexo son largas, los troncos son casi tan cortos como anchos, y pronto dan lugar a una división anterior y una posterior, conforme se acercan a la clavícula. ⁽⁵⁾

La pleura puede ser potencialmente violada en dos lugares (el domo pleural y el primer espacio intercostal) durante cualquier bloqueo supraclavicular y producirse un neumotórax. El domo pleural es el vértice de la pleura parietal (revestimiento interno de la caja torácica), circunscrito por la primera costilla, que es una estructura ósea corta, ancha y aplanada, en forma de C. Se encuentra una a cada lado de la parte alta

del tórax, con sus concavidades una frente a otra. Esta concavidad, o borde medial, forma el límite externo del domo pleural. El músculo escaleno anterior se inserta en dicho borde de la primera costilla y entra en contacto con el domo pleural en posición medial. No hay domo pleural en posición lateral respecto del músculo escaleno anterior. Por otra parte, el primer espacio intercostal es casi totalmente infra clavicular y, por lo tanto, no se debe llegar a él si el bloqueo supraclavicular se realiza de manera apropiada. ⁽⁵⁾

Puntos de referencia:

La técnica que se utilizará en este proyecto combina la sencillez de la técnica de inyección única, original de Kulenkampff, con principios anatómicos importantes, que deben hacerla más segura que el procedimiento original. Los principales puntos de referencia para este bloqueo son la inserción lateral del músculo SCM en la clavícula, la clavícula en sí y la línea media del paciente. Estos tres puntos de referencia son fácilmente identificables en la mayoría de los pacientes. ⁽⁶⁾

Técnica:

Si no está contraindicado, lo mejor es aplicar el bloqueo luego de la premedicación leve apropiada (p. ej., 1 mg de midazolam IV, más 50 µg IV de fentanilo para el adulto promedio).

En pacientes jóvenes y sanos, esta dosis puede repetirse según sea necesario. Conviene que el paciente esté sedado, pero que pueda cooperar.

Se prefiere una técnica con estimulador nervioso, de inyección única. El bloqueo se realiza con el paciente semisentado, con la cabeza girada hacia el lado opuesto (figura 1 A), posición más cómoda que la supina, tanto para él como para el operador; dada la importancia de la posición en la anestesia regional, el operador no debe intentar reconocer los puntos de referencia antes de que el paciente haya adoptado la posición deseada. Se pide al sujeto que baje el hombro y flexione el codo, de modo que el antebrazo repose en el regazo.

La muñeca se coloca en supinación, con la palma hacia el rostro del paciente (Anexo 1, Imagen 1), maniobra que permite detectar hasta el movimiento más sutil del dedo producido por estimulación nerviosa. Si no fuera posible, se colocará un rollo bajo la muñeca, de modo que los dedos se muevan libremente.

En general, el operador se coloca del lado que se va a bloquear, de tal forma que, para el bloqueo del lado izquierdo, la palpación se efectúa con la mano izquierda y la aguja se manipula con la derecha. (Anexo 1, Imagen 1).

Para un bloqueo del lado derecho, se enseña exactamente lo contrario: el operador manipula la aguja con la mano izquierda y palpa con la derecha. Por otra parte, el operador puede manipular siempre la aguja con la mano que prefiera, independientemente del lado del bloqueo; no es difícil hacerlo estando a un lado de la cabeza del paciente y estirándose para llegar al otro lado cuando sea necesario.

Con el paciente semiacostado, según se describió, y el hombro hacia abajo, se ubica el borde lateral (posterior) del músculo SCM y se sigue en dirección distal hasta el punto en que se une con la clavícula, el cual se marca en la piel (Anexo 1, Imagen 2). El borde lateral del SCM suele ser muy visible en el nivel en que lo cruza la yugular externa, a partir del cual es posible seguir el borde en dirección caudal, hasta donde se une con la clavícula; se traza una línea imaginaria parasagital (paralela a la línea media) para delimitar un área medial respecto de ella donde existe el riesgo de neumotórax. El punto de entrada de la aguja siempre es lateral a este plano parasagital, separado por una distancia que los autores llaman margen de seguridad y que mide unos 2.5 cm, en posición lateral respecto de la inserción del músculo esternocleidomastoideo en la clavícula, o el ancho de pulgar en posición lateral respecto del músculo esternocleidomastoideo (Anexo 1, Imagen 3). Otra forma de definir el margen de seguridad es considerar una distancia igual al ancho de la cabeza claviclar del músculo esternocleidomastoideo en su inserción en la clavícula.

El dedo índice con que se palpa se coloca en dicho punto (Anexo 1, Imagen 4), donde el autor suele dibujar dos flechas, una apuntando a la otra. La flecha proximal, arriba del dedo, señala el punto de entrada de la aguja, en tanto que la distal muestra la dirección de su trayectoria.

La aguja se inserta en posición inmediatamente cefálica respecto del dedo con que se palpa y se hace avanzar de 2 a 5 mm (según la cantidad de tejido subcutáneo del paciente), primero perpendicular a la piel y después se hace girar en dirección caudal, bajo el dedo con que se palpa, a fin de hacerla avanzar paralela a la línea media (Anexo 1, Imagen 5).

El bloqueo debe tener lugar arriba de la clavícula, bajo el dedo con que se realiza la palpación. Se desencadena un espasmo muscular aislado en todos los dedos, sea en flexión o en extensión, que suele llamarse, erróneamente, respuesta del nervio mediano y del nervio radial, respectivamente (en este nivel, dichos nervios aún no se han formado, y las fibras que los constituyen viajan por los tres troncos). Cualquier otra respuesta conlleva un índice de éxito significativamente menor.

Si es necesario volver a colocar la aguja, se extrae para ajustar el ángulo de penetración en el plano anteroposterior, ya sea en posición posterior o anterior, pero siempre paralela a la línea media. ⁽⁶⁾

Ajustes del estimulador nervioso:

En 1780 el científico Luigi Galvani, durante una tormenta eléctrica, aplicó estímulos eléctricos a los músculos de las ancas de rana y obtuvo respuesta muscular contráctil. Desde ese entonces, la evolución tecnológica nos ha permitido desarrollar sistemas de electro estimulación muy precisos que se han desarrollado para detectar mio y neuropatías o estimular en forma muy precisa y controlada. ⁽⁷⁾

En el campo de la anestesia, vemos la utilidad de estos instrumentos para el monitoreo de relajación neuromuscular con tren de 4, respuesta pos tetánica y otras variaciones.

La estimulación de nervios periféricos ha sido usada exitosamente para tratar dolor de origen neuropático y postoperatorio. Perthes utilizó por primera vez la estimulación de nervios periféricos en 1912, un año después de que Kulenkampff realizara bloqueo supraclavicular en 1911, utilizó agujas aisladas con laca. En 1962 se realizó con un nuevo aparato transistorizado y agujas aisladas con pintura plástica. La práctica fue evolucionando y extendiéndose, principalmente en Europa y Estados Unidos, donde en la actualidad se practica la anestesia de plexos y nervios periféricos con este tipo de instrumentos en forma cotidiana.

En Europa actualmente se practica la electroestimulación cutánea para localización de nervios periféricos y plexos, y se confirma con aguja percutánea. En una encuesta en EUA, se reporta una frecuencia de uso de neuroestimuladores del 64.8% en bloqueos de plexo.

Los estimuladores de nervios periféricos han empezado a ser indispensables como herramientas clínicas y de enseñanza en la práctica de la anestesia regional.

La ventaja de usar estimulador nervioso sobre la localización de parestesias incluye la habilidad de confirmar la colocación adecuada de la aguja sin inducir parestesias hasta en un 77%. Se reportan tasas de éxito de bloqueo entre 87-100%, mientras que la tasa reportada de éxito del bloqueo por parestesias es de 60-75%

La localización de plexos y nervios periféricos por neuroestimulador es un procedimiento simple que sólo requiere pocas semanas de entrenamiento en un anestesiólogo calificado.

Según las respuestas localizadas se describen en la literatura 2 técnicas anestésicas, la técnica de inyección única cuando la dosis de anestésico local se administra después de obtener una respuesta motora en el interior de la vaina o la técnica de inyección múltiple en la que la dosis de anestésico local se reparte entre las distintas

respuestas obtenidas en la zona intracompartamental. Gracias a dicha técnica se han podido individualizar las distintas respuestas motoras. El pionero de esta técnica de localización y del bloqueo individualizado fue Koscielniak- Nielsens quien en sus trabajos demostró que la extensión y la profundidad de la anestesia de miembro superior es eficaz en un 100% con la localización y bloqueo de las cuatro ramas terminales del plexo braquial, compensándose el tiempo en la realización de la técnica con un menor periodo de latencia. ⁽⁸⁾

Es muy útil para la enseñanza de la anestesia regional, permite efectuar localizaciones percutáneas aumentando la intensidad y la duración del estímulo en los nervios más superficiales. Cabe mencionar que también hay desventajas que no podemos denegar principalmente técnicas, la mayoría de las veces por inexperiencia en el manejo del aparato, las aguja y más frecuentemente por el desconocimiento de la anatomía y los detalles para cada bloqueo en particular. ⁽⁹⁾

Es decir, la neuroestimulación ha venido a evolucionar la certeza del éxito en la anestesia regional, sin embargo, existen algunas inconsistencias en cuanto a territorios específicos que no son bloqueados, ya sea por circunstancias de la biofase, o al estimular solo fibras simpáticas o sensitivas o bien quizá por el desconocimiento en los volúmenes y concentraciones de anestésicos locales específicos. ⁽¹⁰⁾

Principios de la neuroestimulación:

Un típico estimulador nervioso usado para bloqueos de nervios periféricos tiene cuatro componentes esenciales; un oscilador, un generador de corriente continua (batería), un display y medios para controlar la intensidad y/o la frecuencia del estímulo. ⁽⁹⁾

Con este método auxiliar se trata de localizar el componente motor de uno o de varios nervios periféricos a través de la administración de una corriente continua, cuya frecuencia 100(Hz), intensidad 0.8 (mA) y duración 3 (mseg), según el aparato son variadas por el Operador. ⁽⁹⁾

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.

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. ⁽¹¹⁾

Este hecho sigue la ley de Ohm donde la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial o al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia. La corriente que fluye durante cada pulso sigue el camino de menor resistencia; entre los electrodos la corriente se dirige del ánodo, formado por un electrodo situado en la piel, hacia el cátodo constituido por la aguja. Por esta situación se aíslan eléctricamente los cuerpos de las agujas para evitar falsas localizaciones al hacer contacto con éste. ⁽¹²⁾

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*. ⁽¹³⁾

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. ⁽¹⁴⁾

ANÁLISIS

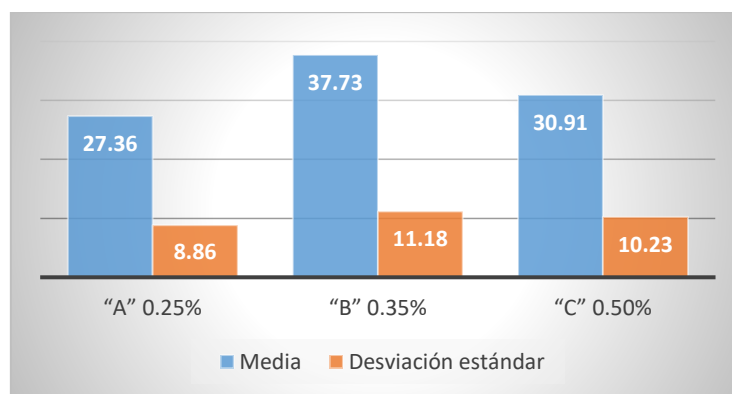
Cuadro No 1.- Indicadores de las edades según la concentración de bupivacaína

Indicadores	GRUPOS:		
	"A" 0.25%	"B" 0.35%	"C" 0.50%
Media	27.36	37.73	30.91
Desviación estándar	8.86	11.18	10.23
Coeficiente de variación	32.10	29.63	33.10
Mediana	25	33	35
Edad máxima	44	45	43
Edad mínima	18	18	18

Fuente: Hoja de recolección de datos

Valores según la edad: Se observa que la media de edad para el grupo "A" es de 27.36 con una desviación estándar de 8.86; para el grupo "B" una media de 37.73 con una desviación estándar de 11.18 y para el grupo "C" una media de 30.91 con una desviación estándar de 10.23.

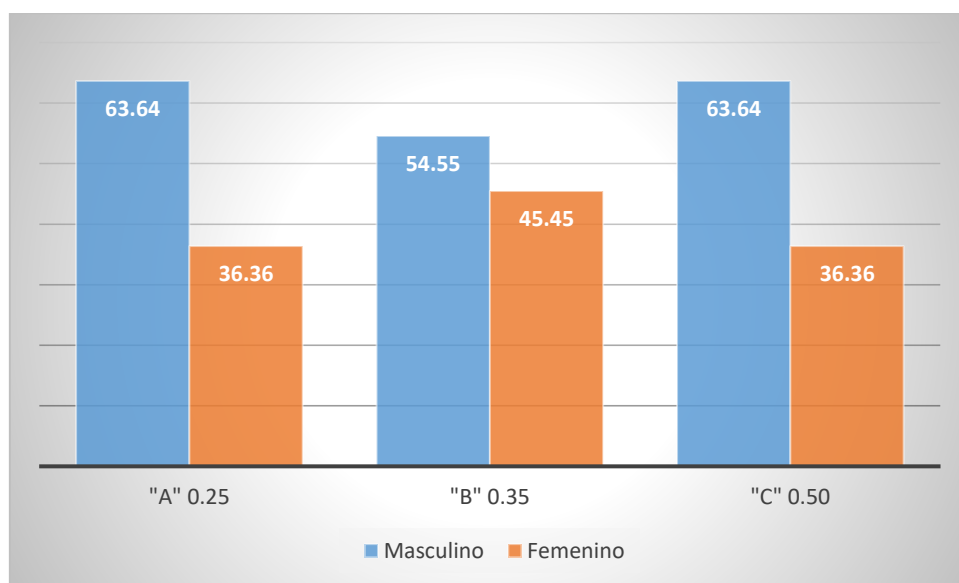
Valores medios y desviación estándar de las edades



Gráfica No. 1 N= 33, Fuente: Hoja de recolección de datos

Distribución según sexo

Sexo: En cuanto a la distribución de las muestras según el sexo, resulta predominante en los tres grupos con dosis de bupivacaína isobárica diferentes el sexo masculino, observándose que en el grupo de pacientes con dosis de 0.35% (grupo "B") el porcentaje es menor.



Gráfica No 2 N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Cuadro No 2.- Distribución según tipo de cirugía realizada.

Tipo de cirugía	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No		No		No	
Aseo y desbridamiento quirúrgico de miembro torácico derecho	1					
Plastia de ganglión de muñeca derecha	1					
RAFI de húmero derecho	1		1		1	

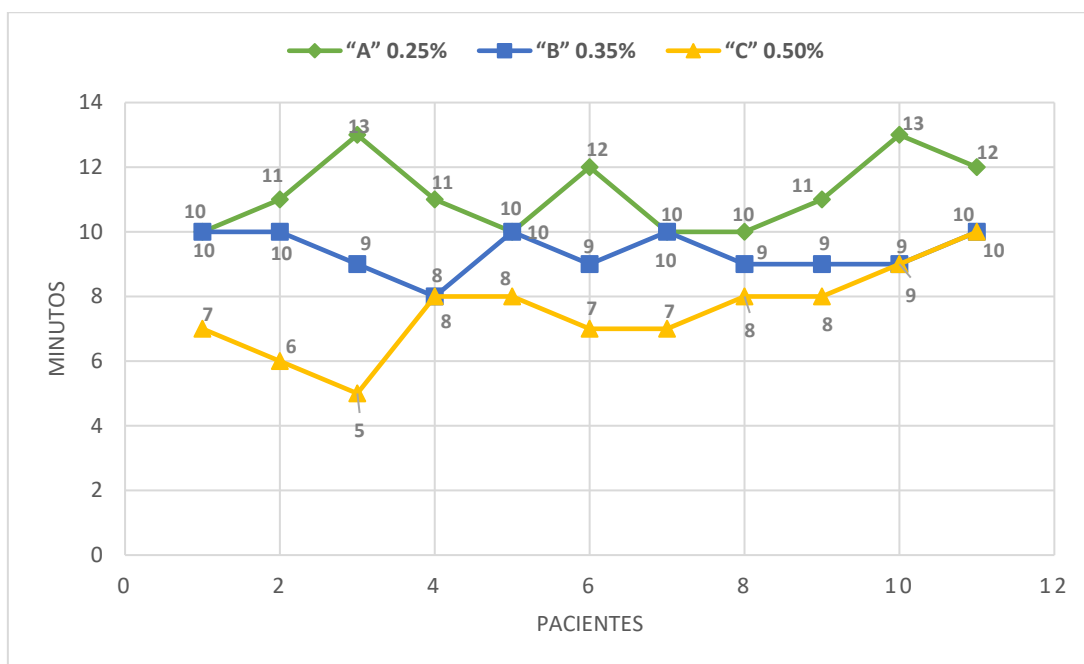
RAFI de húmero izquierdo	1		2		1	
RAFI de muñeca izquierda	1		2		1	
RAFI de radio derecho	3		1		2	
RAFI de radio izquierdo	1				1	
RAFI proximal de húmero	1					
Tenorrafia de aparato flexor	1				1	
RAFI de radio y cúbito izquierdos			1			
Aseo quirúrgico de miembro torácico izquierdo			1			
Plastia de ganglión de mano izquierda						
Tenorrafia de aparato exterior de mano derecha			1			
Tenorrafia de aparato exterior			1		1	
Aseo y desbridamiento quirúrgico de mano derecha			1		1	
Amputación de 1er y 2do orjejo de mano traumática					1	
					1	
Total	11		11		11	

Distribución según tipo de cirugía realizada: Lo destacable para los tres grupos con concentraciones de Bupivacaína diferentes es que las mayores frecuencias de cirugías practicadas se refieren a “RAFI”; 72.72 % en el grupo “A”, 63.64 % en el grupo “B” y el 54.55 en el grupo “C”, (Cuadro No 2).

Distribución del tiempo de latencia del bloqueo

El tiempo de latencia en general es menor en el grupo “C” al cual se le aplicó concentración de Bupivacaína isobárica de 0.50 %, sin embargo el resultado de la prueba “ANOVA” al comparar los tres grupos muestra que no existe “Significación

estadística”, ya que el valor calculado fue de 0.67 cifra que es menor al valor esperado de acuerdo a la tabla de probabilidad “F” o ANOVA que es de 3.32 (esperado para una confianza del 95 %), lo que indica que se tendría en este caso solo el 71 % de confianza con una probabilidad de “error” de equivocación de un 29 % de que existe efectivamente diferencia entre los tres grupos estudiados.



Gráfica No 3 N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Cuadro 3. Indicadores de distribución del tiempo de latencia del bloqueo

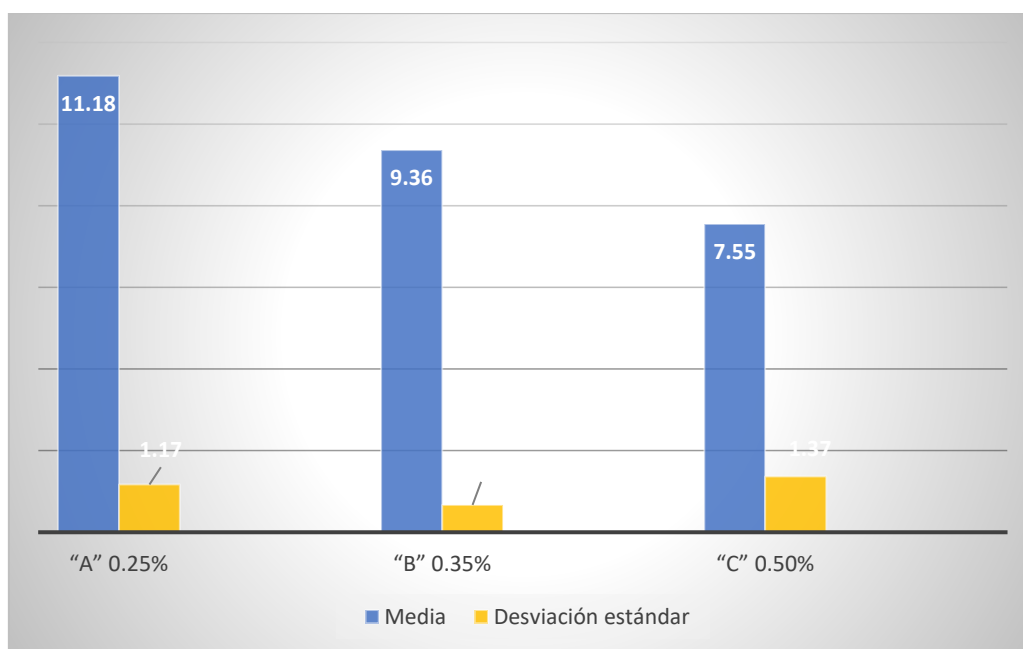
Indicadores	GRUPOS:		
	"A" 0.25%	"B" 0.35%	"C" 0.50%
Media	11.18	9.36	7.55
Desviación estándar	1.17	0.67	7.55
Coeficiente de variación	10.47	7.16	1.37
Mediana	11	9	18.15

Tiempo máximo	13		13		8	
Tiempo mínimo	10		10		10	
					5	

N= 33 Fuente: hoja de recolección de datos

Indicadores de distribución del tiempo de latencia del bloqueo: En la tabla precedente se observa que el grupo “A” tiene un tiempo de latencia máximo de 13 minutos, un tiempo mínimo de 10 con una desviación estándar de 1.17 minutos y una media de 11.18; el grupo “B” un tiempo de latencia máximo de 13 minutos, un tiempo mínimo de 10, una desviación estándar de 0.67 y una media de 9.36; y el grupo “C” un tiempo de latencia máximo de 10 minutos, un tiempo mínimo de 5 minutos, una desviación estándar de 1.37 y una media de 7.55, lo que refleja que el tiempo de latencia es menor en el grupo “C” aunque este resultado no es significativo.

Valores medios y desviación estándar del tiempo de latencia del bloqueo



Gráfica No 4 N=33, Fuente: Hoja de recolección de datos

Cuadro No 4.- Estimulación del nervio radial preinyección del anestésico local

Concepto	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Extensión de muñeca	0	0	0	0	0	0
Abducción del pulgar	9	81.82	11	100.0	11	100.0
Extensión metacarpo falángica	2	18.18	0	0	0	0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Estimulación del nervio radial: Solo en el grupo "A" se observa reducción del pulgar en el 81.82 % de los pacientes y extensión metacarpo falángica con el 18.18 %, (Cuadro No 4).

Cuadro No 5.- Estimulación del nervio cubital preinyección del anestésico local.

Concepto	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Desviación cubital de la muñeca	11	100.0	10	90.91	11	100.0
Flexión metacarpofalángica	0	0	1	9.09	0	0
Aducción del pulgar	0	0	0	0	0	0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Estimulación del nervio cubital: Al respecto, solo se registró 1 caso de flexión metacarpo falángica en el grupo “B”, que constituye el 9.09 % sobre su tamaño de muestra, (Cuadro No 5).

Cuadro No 6.- Estimulación del nervio mediano.

Concepto	GRUPOS:					
	“A” 0.25%		“B” 0.35%		“C” 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Flexión de la muñeca	10	90.91	11	100.0	10	90.91
Flexión de los dedos	1	9.09	0	0	0	0
Oposición del pulgar	0	0	0	0	1	9.09
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Estimulación del nervio mediano: Al respecto, solo se registró 1 caso de flexión de los dedos en el grupo “A”, que constituye el 9.09 % sobre su tamaño de muestra, (Cuadro No 6).

Cuadro No 7. Estimulación del nervio musculocutáneo

Flexión y supinación del codo	GRUPOS:					
	“A” 0.25%		“B” 0.35%		“C” 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Sí	11	100.0	11	100.0	11	100.0
No	0	0	0	0	0	0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Estimulación del nervio musculocutáneo: En el 100 % de los casos de cada grupo analizado Sí se registró flexión y supinación del codo, (Cuadro No 7).

Cuadro No 8.- Suficiencia del bloqueo

Concepto	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Excelente	11	100.0	11	100.0	11	100.0
Satisfactorio	0	0	0	0	0	0
Insuficiente	0	0	0	0	0	0
Fallido	0	0	0	0	0	0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Suficiencia del bloqueo: En el 100 % de los casos de cada grupo analizado el resultado fue excelente, (Cuadro No 8).

Cuadro No 9.- Escala de Bromage

Concepto	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Movimientos discretos (temblores) de los grupos musculares	1	9.09	1	9.09	0	0
Ausencia de movimiento	10	90.91	10	90.91	11	100.0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Escala de Bromage: De acuerdo a los criterios de calificación de la escala, se observó movimientos discretos (temblores) de los grupos musculares en los grupos “A” y “B” representando en cada caso el 9.09 % sobre la muestra de cada grupo, (Cuadro No 9).

Cuadro No 10.- Sensibilidad térmica

Concepto	GRUPOS:					
	“A” 0.25%		“B” 0.35%		“C” 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
Siente	0	0	0	0	0	0
No siente	11	100.0	11	100.0	11	100.0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Sensibilidad térmica: En los tres grupos analizados el resultado fue “no siente” sensibilidad, (Cuadro No 10).

Cuadro No 11.- Tiempo de duración del bloqueo motor

Rango de minutos	GRUPOS:					
	“A” 0.25%		“B” 0.35%		“C” 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
60-120	0	0	0	0	0	0
121-180	11	100.0	11	100.0	11	100.0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Tiempo de duración del bloqueo motor: En los tres grupos analizados el resultado fue de 121 a 180 minutos, (Cuadro No 11).

Cuadro No 12.- Tiempo de duración de la analgesia posoperatoria

Rango de minutos	GRUPOS:					
	"A" 0.25%		"B" 0.35%		"C" 0.50%	
	No	%	No	%	No	%
0-120	0	0	0	0	0	0
121-180	0	0	0	0	0	0
>180	11	100.0	11	100.0	11	100.0
Total	11	100.0	11	100.0	11	100.0

N=33 Fuente: Hoja de recolección de datos

Tiempo de duración de la analgesia posoperatoria: En los tres grupos analizados el resultado fue mayor a 180 minutos, (Cuadro No 12).

DISCUSIÓN

Se realizó en el área de quirófanos del Hospital General de Pachuca, un ensayo clínico controlado considerando a pacientes de ambos sexos con edades de 18 a 45 años que requerían de bloqueo de plexo braquial para ser sometidos a cirugía de miembro torácico. Para tal efecto se formaron tres grupos para administrar a su vez 3 concentraciones diferentes del anestésico local con 0.25 %, 0.35 % y 0.50 % de Bupivacaína isobárica.

El punto de partida para abordar la investigación fue el hecho de que, por diversos estudios realizados se sabe que la concentración de anestésico local es un factor importante que puede influir en el tiempo de latencia de bloqueo de nervios periféricos, y que, de igual manera, la penetración del anestésico local en la raíz nerviosa está afectada por la concentración de la solución utilizada.⁽¹⁸⁾

Ante algunas de las evidencias que existen con respecto al bloqueo del plexo braquial vía supraclavicular, se decidió realizar una investigación utilizando concentraciones mínimas de Bupivacaína isobárica, utilizando neuroestimulador y considerando hipotéticamente que el beneficio de utilizarlo daría una mayor precisión en la administración del anestésico. En el caso específico de Bupivacaína, a diferentes concentraciones (0.25%, 0.35%, 0.5%). El propósito fue el de determinar cuál es la dosis mínima efectiva que ofrecería anestesia quirúrgica.

El argumento principal para utilizar el neuroestimulador en el servicio de Anestesiología partió del hecho de que a través del tiempo y durante la práctica médica cotidiana en el servicio, se ha adquirido una mayor habilidad para realizar los bloqueos, sin embargo, se ha realizado con diversas técnicas combinadas con dosis de Bupivacaína poco seguras que incluso pueden generar un riesgo por incremento de lesión nerviosa periférica y de toxicidad por anestésicos locales, y que además no dan la misma precisión al inyectar el anestésico como cuando se hace uso de un neuroestimulador, por tanto se consideró de primordial importancia el indagar o

investigar probando concentraciones menores, seguras y eficaces de Bupivacaína auxiliándonos del neuroestimulador, pretendiendo con ello otorgar calidad y alta seguridad a los pacientes que requieren del servicio de anestesiología.

Partiendo del conocimiento y suposiciones adicionales a lo que ya se conoce a través de diversos estudios realizados, se aplicó la concentración de Bupivacaína con volúmenes mínimos de anestésico local para el bloqueo de algunos nervios periféricos, apoyando los procedimientos al considerar que se reduce la probabilidad de toxicidad sistémica; sin embargo, lo esperado como hallazgo de la investigación fue el de saber cuál era la concentración mínima más efectiva de bupivacaína isobárica entre las tres ensayadas en el estudio; es decir, al 0.25 %, 0.35 % y al 0.50 % a un volumen total de 20cc, con que de alguna manera se alcanza la anestesia quirúrgica para el bloqueo de plexo braquial por vía supraclavicular guiado por neuroestimulador.⁽¹⁸⁾

En general, las tres muestras con distribución en cada grupo de 11 pacientes para un total global de 33, con base al diseño y asignación al azar registrando homogeneidad en las edades y el sexo, destacando por su mayor frecuencia el masculino debido a que tiene mayor predisposición a accidentes en el medio laboral.

Como principal hallazgo detectado, y referente a la variable de latencia, que en cifras absolutas resultó el tiempo en minutos menor en el grupo “C” al cual se le aplicó concentración de Bupivacaína isobárica de 0.50 %; sin embargo, al poner a interactuar a los tres grupos en conjunto, el resultado de la prueba “ANOVA” demostró que no existe “Significación estadística”, con una confianza del 95 % y con probabilidad de “error” del 5 % al repetirse diversos muestreos, los valores medios en minutos fueron: “A” (11.18), “B” (9.36), “C” (7.55); no obstante, dicho resultado puede considerarse como positivo al no haberse presentado consecuencias de importancia clínica ratificando nuevamente lo que dice la literatura respecto a que a mayor concentración menor tiempo de latencia.⁽¹⁸⁾

Lo anterior corrobora lo que se ha descubierto en algunos estudios que muestran que se puede obtener la anestesia quirúrgica con bajos volúmenes de anestésico local aunado a bajas concentraciones del mismo, definiendo como anestesia quirúrgica a una función motora ≤ 2 según la escala de Bromage modificada, ausencia de sensibilidad térmica y de respuesta al Pinprick “prueba del pinchazo” en las regiones de los nervios: mediano, cubital, radial y musculo cutáneo. ⁽²⁶⁾

La estimulación del nervio cubital, radial, mediano y musculocutáneo, se logra según el estudio realizado con buenos resultados, utilizando las concentraciones de 0.25 %, 0.35 % y 0.50 % de Bupivacaína isobárica y haciendo uso del neuroestimulador; sin embargo lo destacable es que a pesar de que no se registró “significancia estadística” resulta igual utilizar la concentración 0.25 % que, las concentraciones de 0.35 % y de 0.50 % e incluso no hubo presencia de toxicidad ni ninguna complicación, e incluso de acuerdo con la escala de Bromage solo se observaron 2 casos donde se registraron movimientos discretos (temblores) en los grupos musculares y en los grupos “A” y “B”. ⁽¹⁸⁾

La sensibilidad térmica en los tres grupos analizados fue nula; respecto al tiempo de duración del bloqueo motor en los tres grupos analizados el resultado fue de 121 a 180 minutos lo que significa que cualquiera de las tres concentraciones utilizadas en este estudio es apta para realizar aquellas cirugías proyectadas a 3 horas de duración; el tiempo de duración de la analgesia posoperatoria en los tres grupos analizados fue mayor a 180 minutos, es decir los pacientes no requirieron de analgésicos adyuvantes como son AINES u opioides para el manejo del dolor en este periodo de tiempo. ^(28,35)

El éxito del bloqueo de nervios periféricos depende de la correcta identificación de las estructuras nerviosas y de la inyección de una dosis adecuada de anestésico local alrededor de ellas para obtener una impregnación completa de todos los nervios involucrados en la cirugía. Sin embargo, otros factores importantes que afectan la tasa de éxito y la calidad de esos procedimientos son la concentración y el volumen de anestésico inyectado en la proximidad de los nervios. ^(30, 31,36)

El uso de la ecografía y la neuroestimulación introdujeron una nueva perspectiva en la anestesia regional. Esta tecnología proporciona una visualización e identificación en tiempo real de todo el procedimiento permitiéndole al anesthesiólogo posicionar de forma precisa la aguja alrededor de la estructura que será bloqueada ⁽¹¹⁾

En efecto, y acorde a los resultados de otros estudios realizados, es posible que utilizar bajas dosis o bajas concentraciones de Bupivacaína disminuya la duración del tiempo de bloqueo, definido como el tiempo entre el inicio de la instauración del mismo y el retorno de las funciones motoras y sensitivas, sin embargo es importante destacar que en este estudio en donde nos apoyamos del neuroestimulador el tiempo de duración del bloqueo no difirió de manera importante en cada uno de los grupos estudiados dándonos la oportunidad de manejar la anestesia sin problema para cualquier tipo de cirugía de miembro torácico. ⁽²⁸⁾

En este estudio se comprobó que los bloqueos con bajas dosis de anestésico local fueron suficientes para la realización de los procedimientos con una duración inferior a dos horas y que todos los bloqueos tuvieron una latencia baja en los tres grupos analizados, considerando el período en minutos y con resultado “no significativo”, lo que puede interpretarse como similar eficacia con concentraciones de Bupivacaína al 0.25 %, 0.35 % y 0.50 %. ^(18,28)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se cumplió con el objetivo general de determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína isobárica 0.25 % 0.35 % y 0.50 % en un volumen total de 20cc para lograr anestesia quirúrgica del miembro torácico utilizando el neuroestimulador para localización del paquete nervioso del plexo braquial, que permitió la administración de bupivacaína en 3 diferentes concentraciones.

2.- Se utilizó la escala de suficiencia del bloqueo para determinar anestesia quirúrgica del miembro torácico, como una buena herramienta para iniciar los procedimientos quirúrgicos.

3.- De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que la concentración mínima de bupivacaína para el bloqueo del plexo braquial vía supraclavicular con el uso de neuroestimulador sí es efectiva.

4.- La anestesia quirúrgica para cirugía de miembro torácico es de acuerdo a los resultados efectiva también a la concentración mínima de 0.25% de bupivacaína isobárica, al igual que pueden serlo a las concentraciones de 0.35 % y al 0.50 %. Por lo que se acepta la Hipótesis Nula.

5.- Cabe mencionar que el uso de neuroestimulador como herramienta auxiliar en la anestesia regional es de suma importancia, ya que podemos manejar concentraciones mínimas de bupivacaína isobárica, protegiendo al paciente de complicaciones y eventos adversos así como brindando una atención segura y eficaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández PA. Atlas de anestesiología regional guiada con ecografía. 3ra edición. Madrid. Editorial Aran Ediciones, 2009.
2. Serratos MC. Ortega AF. Complicaciones en Anestesia de Plexo Braquial, Revista Mexicana de Anestesiología.2007; 30(1): S301-S305.
3. Alon P. Winnie. Anestesia de plexos técnicas perivasculares de bloqueo del plexo braquial.1ra edición. Barcelona: editorial Salvat, 1986
4. Quintana-Puerta JE, Cifuentes-Hoyos V. Toxicidad sistémica por anestésicos locales. Rev. CES Med 2014; 28(1): 107-118.
5. Brown D. Atlas de anestesia regional.3ra edición. España. Editorial Elsevier Masson, 2006
6. Admir Hadzic, MD. Tratado de Anestesia regional y manejo del dolor agudo. 1ra edición. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010.
7. Unzueta-Navarro D, Peralta-Zamora E, Zaragoza-Lemus G. Comparación de dos técnicas anestésicas en bloqueo de plexo braquial vía interescalénica en hombro. Revista Mexicana de Anestesiología.2007.30 (4):208-215
8. Ramírez M, Schluffer R. Bloqueo de plexo braquial vía axilar. Respuesta única o múltiple por neuroestimulación. Revista Mexicana de Anestesiología.2010; 33(1): 9-16.
9. Bollini C, Cacheiro F. Estimulación nerviosa periférica (neurolocalización). Revista Argentina de Anestesiología. 2004; 62(6): 399- 409

10. Peña A, Zaragoza G. Comparación clínica de ropivacaína y bupivacaína para bloqueo de plexo braquial por abordaje axilar mediante neuroestimulación. *Revista Mexicana de Anestesiología*.2009; 32(1): 7-13.
11. Zaragoza-Lemus G, Mejía-Terrazas G,* Sánchez-Velasco B, et al Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional. *Revista Mexicana de Anestesiología*.2008; 31(2):116-132.
12. Hadzic A. Vloka J. Peripheral nerve stimulator for unassisted nerve blockade. *Anesthesiology* 1996; 84: 1528-1529.
13. Urmeý W. Grossi P. Percutaneous electrode guidance a non invasive technique for prelocation of peripheral nerves to facilitate peripheral plexus of nerve block, *Reg Anest Pain Med* 2002;17: 261-267.
14. Devera H. Use of de nerve stimulator in teaching regional anesthesia techniques. *Reg Anest Pain Med* 1991; 16 (I) 88-90.
15. Urmeý WF. Grossi P. Percutaneous electrode guidance and subcutaneous stimulating electrode guidance modifications of the original Technique. *Reg Anesth Pain Med*. 2003 May- Jun; 28 (3): 253- 255.
16. De Andres J. Sala – Blanch X. Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia; a review. *Reg Anesth and Pain Med* 2001; 26:478-483.
17. Del Olmo C. Anestesia regional y dolor. 1ra edición. Madrid. Editorial Aran Ediciones, 2010.

18. Takeda A, Cunha Ferraro LH, Hosoi Rezende A. Concentración mínima efectiva de bupivacaína para el bloqueo del plexo braquial vía axilar guiado por ecografía. *Revista Brasileira de Anestesiologia*.2015;65(3):163:169
19. Fenten M, Schoenmakers K, Heesterbeek P. Effect of local anesthetic concentration, dose and volume on the duration of single-injection ultrasound-guided axillary brachial plexus block with mepivacaine: a randomized controlled trial *Bio Med Central Anesthesiology* (2015) 15:130
20. Mille-Loera JE, Portela-Ortiz JM, Aréchiga-Ornelas G. Manejo de la toxicidad por anestésicos locales. *Revista Mexicana de Anestesiologia*.2011;34(1):590-594
21. Barash PG. Manual de anestesia clínica. 7ª edición. Editorial Lippincott, 2014.
22. Miller R. Anestesia. 7ª edición. Editorial Elsevier. España, 2010.
23. Fredrickson MJ, Smith KR, Wong AC, importance of volume and concentration for ropivacaine interscalene block in preventing recovery room pain and minimizing motor block after shoulder surgery. *Anesthesiology*, 2010;112:1374-81
24. Thackeray E, Swenson J, Gertsch MC. Diaphragm function after interscalene brachial plexus block a double-blind randomized comparison of 0.25% and 0.125% bupivacaine. *Minerva Anestesiol* 2012.
25. Hamaji A, Rosa de Rezende M, Mattar R, Edson Vieira J. Estudio Comparativo entre la Bupivacaína (S75-R25) y la Ropivacaína para Evaluar la Seguridad Cardiovascular en el Bloqueo del Plexo Braquial. *Revista Brasileira de Anestesiologia*.2013;63(4):322-326

26. Cunha Ferraro LH, Takeda A, Reis Falcão LF. Determinación del volumen mínimo efectivo de bupivacaína al 0,5% para el bloqueo del plexo braquial por vía axilar guiado por ultrasonido. *Revista Brasileira de Anestesiología* 2014;64(1):49-53
27. Espinoza A M. Intoxicación por anestésicos locales y utilidad de los lípidos al 20%. *Revista Chilena de Anestesiología* 2010; 39: 76-84
28. Fredrickson MJ, White R, Danesh-Clouh TK. Low-volume ultrasound- guided nerve block provides inferior postoperative analgesia compared to a higher-volume landmark technique. *Reg Anesth Pain Med*.2011;36(4):393-8
29. Casati A, Fnnelli G, Borghi B et al Ropivacaine or 2% mepivacaine for lower limb peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 1999; 90: 1047-52.
30. Rey Moura C, de Oliveira Hundi Ca, et al, minium effective concentration of bupivacaine in ultrasound guided femoral nerve block after arthroscopic knee meniscectomy. *Pain physician, Sao Paulo, Brazil*. 2016; 19:E79-E86
31. Krenn H, Deush E, Balogh B, et al. increasing the injection volume by dilution improves the onset of motor blockade, but not sensory blockade of ropivacaine for brachial plexus block. *Eur J. Anesthesiol*. 2003; 20:21-5.
32. Pippa P, Coumo P, Panchetti A, et al, high volume and low concentration of anaesthetic solution in the perivascular interscalene sheath determines quality of block and incidence of complications. *Eur J Anaesthesiol*. 2006; 23:855-60.
33. Yang S, Abrahams MS, HumPD, et al. Local Anesthetic Schwann cel toxicity is time and concentration dependent. *Reg Anesth Pain Med*, 2011; 36:444-51.

34. Falcao L. Minimum effective volume of 0.5% bupivacaine with epinephrine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *British Journal of anaesthesia*. 2013. 110(3):450-5.
35. Moura C. Minimum Effective concentration of bupivacaine in ultrasound-guided femoral nerve block after arthroscopic knee meniscectomy. *Pain Physician* 2016; 19, E79-E86.
36. Gupta P. Effect of concentration of local anaesthetic solution on the ED₅₀ of bupivacaine for supraclavicular brachial plexus block. *British Journal of Anaesthesia* 2013; 111 (2):293-6

ANEXOS

Anexo 1. Ilustraciones de posición del paciente y anestesiólogo para el bloqueo del plexo braquial.



Imagen 1. Posición del paciente

El paciente está semiacostado, con la cabeza volteada hacia el lado contrario del que se va a bloquear. El hombro está hacia abajo, el codo flexionado y la mano sobre el regazo, viendo hacia la cara.



Imagen 2. Puntos de referencia

La inserción lateral del músculo esternocleidomastoideo está marcada en la clavícula (flecha).



Imagen 3. Margen de seguridad.

Se mide una distancia de aproximadamente 2.5 cm en posición lateral respecto del músculo esternocleidomastoideo alejada del dorso pleural.



Imagen 4. Punto de entrada de la aguja.

Se localiza en posición cefálica respecto del dedo con el cual se efectúa la palpación y un ancho de dedo por arriba de la clavícula. Las flechas a uno y otro lado de dicho dedo ayudan a visualizar la dirección de la aguja, paralela a la línea media.



Imagen 5. Dirección de la aguja

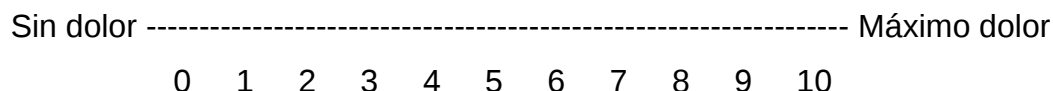
Primero se introduce en posición perpendicular respecto de la piel y luego se gira y se hace avanzar paralela a la línea media, en la dirección de las dos flechas laterales.

Anexo 2. Escala de Bromage modificada

Grado	Definición
4	Fuerza muscular completa en grupos musculares relevantes.
3	Reducción de fuerza, pero capaz de moverse contra resistencia.
2	Capacidad de moverse contra la gravedad, pero no contra la resistencia.
1	Movimientos discretos (temblores) de los grupos musculares.
0	Ausencia de movimientos.

Anexo 3. Ilustración de la escala

Escala Visual Analógica (EVA)



Anexo 4. Para calificar anestesia quirúrgica al término del periodo de latencia del anestésico local, y autorizar inicio del procedimiento quirúrgico.

Excelente	Sobrepasa las necesidades de la cirugía
Satisfactorio	Cubre los requerimientos de la cirugía
Insuficiente	Cubre parcialmente los requerimientos de la cirugía. Requiere infiltración o fentanyl > 2 µg/kg/h o sedación profunda y/o mascarilla laríngea
Fallido	No cubre requerimientos quirúrgicos. Cambio a anestesia general

Escala de suficiencia del bloqueo.

Anexo 5. Carta de consentimiento informado

Se le ha preguntado si quiere participar en este estudio de investigación (cuando se enuncie estudio se referirá a “estudio de investigación”). Su decisión es libre y voluntaria. Si no desea ingresar al estudio, su negativa no le causará consecuencia alguna. La siguiente información le describe el estudio y la forma en que participará como voluntario. Tome el tiempo necesario para hacer preguntas como requiera acerca del estudio, el médico responsable del estudio o el personal encargado del estudio en la podrán contestar cualquier pregunta que tenga respecto a este consentimiento o del estudio mismo. Por favor lea cuidadosamente este documento.

Título: Concentración mínima efectiva de bupivacaína para bloque de plexo braquial abordaje supraclavicular con uso de neuroestimulador.

Patrocinador del Estudio: Secretaría de Salud de México

- Sitio de Investigación: Hospital General de Pachuca

Los Investigadores a cargo del estudio son:

- Investigador Clínico Principal: Dra. Reyna Alondra López Sánchez
- Co-Investigador del Estudio: Dr. Erwin Simón Muñoz

Objetivo del estudio:

El objetivo de este estudio es determinar la concentración mínima efectiva de bupivacaína isobárica a un volumen total de 20cc para lograr anestesia quirúrgica del miembro torácico.

Justificación del estudio:

Los anestésicos locales (AL) son medicamentos muy empleados en la práctica anestésica, con baja presentación de efectos adversos.

A pesar que la presentación de efectos adversos por anestésicos locales no es frecuente; es de gran importancia su estudio, pues la severidad de la toxicidad debido al riesgo por su administración inadecuada (dosis altas, ubicaciones no apropiadas, entre otras) se asocia a una alta mortalidad.

Sin embargo, todos esos efectos estaban relacionados con el tiempo de exposición y con una mayor concentración de fármaco utilizado, lo que teóricamente muestra una mayor seguridad cuando se utilizan concentraciones menores de anestésico local de igual manera con el incremento progresivo de la concentración sérica de los anestésicos locales posterior a su administración, se aumenta el riesgo de la toxicidad a nivel central, debido a su mayor sensibilidad. ⁽²⁹⁾

Por otra parte, el uso de concentraciones bajas puede disminuir el tiempo del bloqueo motor en el periodo posoperatorio, lo que, por ende, puede ser más cómodo para la recuperación de algunos pacientes. ⁽³⁰⁾

Se conoce que la concentración de anestésico local es un factor importante que puede influir en el tiempo de latencia de bloqueo de nervios periféricos y de igual manera la penetración del anestésico local en la raíz nerviosa está afectada por la concentración de la solución utilizada. ⁽²⁶⁾

Una de las maneras de reducir la dosis de anestésico local es a través de la disminución del volumen utilizado, de igual manera reducir la concentración de este puede limitar la dosis total del fármaco sin alterar el volumen que se inyecta.

He aquí el beneficio de utilizar el neuroestimulador para una mayor precisión en la administración del anestésico (bupivacaína) a diferentes concentraciones (0.25%, 0.35%, 0.5%) para determinar cuál es la dosis mínima efectiva que nos ofrecerá anestesia quirúrgica.

En el servicio de anestesiología hemos adquirido con el tiempo y la práctica una mayor habilidad para realizar estos bloqueos, sin embargo, se ha hecho con técnicas a ciegas sin contar con una herramienta segura como lo es el neuroestimulador y una dosis poco segura con un riesgo incrementado de lesión nerviosa periférica y de toxicidad por anestésicos locales por lo que se considera de primordial importancia y urgente involucrarnos a probar concentraciones menores, seguras y eficaces de estos para otorgar calidad y alta seguridad a todos y cada uno de los pacientes que requieren de nuestro servicio.

Medicamentos del estudio:

Bupivacaína: Anestésico local tipo amida. Bloquea la iniciación y la conducción de los impulsos nerviosos mediante la disminución de la permeabilidad de la membrana neuronal, a los iones sodio, y de esta manera la estabilizan reversiblemente.

Esta acción inhibe la fase de despolarización de la membrana neuronal, lo que da lugar a que el potencial de acción se propague de manera insuficiente y, como consecuencia al bloqueo de la conducción. Su absorción sistémica es completa. La velocidad de absorción depende del lugar y la vía de administración, y de la velocidad del flujo sanguíneo en el lugar de inyección. Su unión a las proteínas es muy alta, y su acción es prolongada. Se elimina principalmente por metabolismo seguido de excreción renal de los metabolitos.

Número de participantes:

En este estudio participarán 33 sujetos con buen estado general de salud con edades entre los 18 y los 45 años de edad, de sexo indistinto, con indicación de bloqueo de plexo braquial para anestesia y analgesia para intervención quirúrgica electiva de miembro torácico, cuyo procedimiento dure menos de dos horas con estado físico ASA I, II o III, conforme a la Sociedad Norteamericana de Anestesiólogos, con Índice de masa corporal $< 35 \text{ kg/m}^2$ con consentimiento informado los cuales se dividirán en tres grupos al azar de quienes se desconocerán las dosis a administrar a cada uno.

Responsabilidades del voluntario:

1. Cumplir con las indicaciones señaladas por el personal del Hospital General de Pachuca.
2. Contestar con la verdad toda la información solicitada por el personal.
3. Reportar cualquier molestia o malestar general en el momento que lo presente al personal del hospital.
4. No ingerir medicamentos sin previo aviso al personal del Hospital.

Riesgos (anestesia regional):

- Ardor en el sitio de punción a la infiltración de del anestésico local.
- Efectos anafilácticos del anestésico local.
- Efecto insuficiente de la instalación de anestésico (falla de procedimiento) que condicione cambio de técnica anestésica (anestesia general balanceada).
- Lesión de raíz nerviosa.

- Efectos sistémicos de los anestésicos locales, inyección o absorción inadvertida del anestésico local.
- Respuesta adversa del paciente a los medicamentos aplicados para anestesia regional que puede provocar el fallecimiento.

Beneficios para el voluntario:

- Analgesia posoperatoria.
- Disminución de náusea y vómito posoperatorio.
- Disminución de la estancia intrahospitalaria.
- Anestesia regional de alta eficacia y mayor seguridad.

Eliminación de sujetos participantes:

1. Como voluntario, usted iniciará el estudio sin ninguna clase de presión y podrá por Su propia voluntad abandonar el mismo en el momento en que lo desee.
2. Si durante el estudio usted tiene problemas de salud o requiere algún medicamento recibirá atención médica y tendrá que abandonar el estudio. Sin embargo, si el personal médico considera que puede permanecer en él, usted decide si continúa o no.
- 3.- Se seguirán los criterios de eliminación determinados en la sección correspondiente

Confidencialidad de la información:

- 1.- El Hospital General de Pachuca guardará con estricta confidencialidad la información médica obtenida en este estudio, incluyendo los datos personales y de identificación de los voluntarios participantes.
- 2.- Sólo el personal de la Secretaría de Salud de México (SSA), y los miembros de las Comisiones de Ética e Investigación del Hospital General de Pachuca, de la Secretaría de Salud de Hidalgo (SSH), cuando se requiera, podrán revisar su historia clínica y la información obtenida durante el estudio.
- 3.- Si se decide publicar los resultados de este estudio, en todo momento se mantendrá La confidencialidad de sus datos de identificación.

Preguntas y aclaraciones:

Este documento le ha informado de qué se trata el estudio.

- 1.- El personal médico y de enfermería podrán responder cualquier pregunta que tenga si tiene alguna duda acerca del estudio o de los posibles daños que pudieran surgir como resultado del mismo, el Investigador Clínico Principal del Estudio podrá ayudarle.
- 2.- Si tiene alguna pregunta acerca de sus derechos como sujeto de estudio, puede llamar al Hospital General de Pachuca, de la Secretaria de Salud de Hidalgo (SSH) y comunicarse con el Presidente de las Comisiones de Ética e Investigación... (Director del hospital) a los teléfonos 7-13-72-55 o 7-13-46-49.

Marque:

Sí hicieron preguntas: ()

No hicieron preguntas: ()

Nombre y firma de la persona que explicó la forma de Consentimiento Informado

Fecha: _____

Hora en que se firmó el Consentimiento Informado: _____

Declaración del voluntario:

Estoy enterado de que éste es un estudio de investigación con medicamentos y he sido informado de los riesgos que esto implica. He realizado todas las preguntas que he querido, las cuales se me han aclarado satisfactoriamente.

Estoy de acuerdo en participar y cooperar con todo el personal del estudio titulado “concentración mínima efectiva de bupivacaína para bloqueo de plexo braquial abordaje supraclavicular con uso de neuroestimulador”.

En caso de que decidiera retirarme, me comprometo a seguir las indicaciones y procedimientos de salida que tiene el Hospital General de Pachuca.

Manifiesto que lo que he expresado en mi historia clínica y demás interrogatorios sobre mi actual estado de salud es veraz, y exento al Hospital General de Pachuca y a su personal, que surgiera o se ligara a una declaración falsa u omisión por mi parte.

Mediante la firma de este consentimiento, estoy autorizando que se dé a conocer mi historia clínica a las autoridades de salud de México (SSA), monitor y a las Comisiones de Ética e Investigación cuando se requiera.

VOLUNTARIO

NOMBRE Y FIRMA: _____

FECHA: _____

FECHA DE NACIMIENTO: _____

EDAD: _____

DIRECCIÓN: _____

1er. TESTIGO

NOMBRE Y FIRMA: _____

FECHA: _____

DIRECCIÓN: _____

RELACIÓN CON EL VOLUNTARIO: _____

2do. TESTIGO

NOMBRE Y FIRMA: _____

FECHA: _____

DIRECCIÓN: _____

RELACIÓN CON EL VOLUNTARIO: _____

Certifico que he revisado estos datos y que el voluntario ha sido adecuadamente informado del estudio aceptando participar en él.

NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR CLÍNICO PRINCIPAL

Anexo 6. Cédula de recolección de datos (Llenada por el ayudante del investigador principal).

Protocolo de investigación:

Concentración mínima efectiva de bupivacaína para bloqueo de plexo braquial abordaje supraclavicular con el uso de neuroestimulador.

Nombre del paciente: _____		
Grupo de concentración anestésica: _____		
Edad: _____	Sexo: _____	No Expediente: _____
Cirugía a realizar: _____		
Técnica anestésica a realizar: _____		
Hora de inicio del bloqueo: _____		
Hora de instalación del bloqueo: _____		
Tiempo de latencia del bloqueo: _____		

Neuroestimulación en el plexo braquial:

Respuestas motoras que se esperan al estimular cada uno de los nervios del plexo braquial.

Estimulación del nervio radial

A) Extensión de la muñeca	Sí ()	No ()
B) Abducción del pulgar	Sí ()	No ()
C) Extensión metacarpofalángica	Sí ()	No ()

B es la más común, pero A y C son aceptables.

Estimulación del nervio cubital

A) Desviación cubital de la muñeca	Sí ()	No ()
B) Flexión metacarpofalángica	Sí ()	No ()
C) Aducción del pulgar	Sí ()	No ()

A es la más común, pero A y C son aceptables.

Estimulación del nervio mediano

A) Flexión de la muñeca	Sí ()	No ()
B) Flexión de los dedos	Sí ()	No ()
C) Oposición del pulgar	Sí ()	No ()

A es la más común, pero B y C son aceptables.

Estimulación del nervio musculo cutáneo

A) Flexión y supinación del codo	Sí ()	No ()
----------------------------------	--------	--------

Escala de Bromage:

4 () fuerza muscular completa en grupos musculares relevante (5)
3 () reducción de fuerza, pero capaz de moverse contra resistencia (4)
2 () capacidad de moverse contra la gravedad, pero no contra la resistencia (3)
1 () movimientos discretos (temblores) de los grupos musculares (2)
0 () ausencia de movimientos (1)
Calificación: _____

Tache una opción. Excelente (1), Satisfactorio (2), Insuficiente (3), Fallido (4).

Sensibilidad térmica:

Siente () (1)	No siente () (2)
----------------	-------------------

Prueba de Pinprick:

Positiva () (1)	Negativa () (2)
------------------	------------------

Tiempo de duración del bloqueo motor:

60-120 min _____ (1)
121-180 min _____ (2)

Tiempo de duración de la analgesia postoperatoria (bloqueo sensitivo)

0-120 min _____ (1)
121-180 min _____ (2)
Más de 180 min _____ (3)

Anexo 7. Aspectos éticos

Para la realización de este estudio nos basamos en la declaración de Helsinki, el reporte de Belmont (respeto, Beneficencia, Justicia) asimismo, se realizará con estricto apego a la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos en su Título Quinto: Investigación para la Salud (Capítulo Único), tomando en cuenta los artículos 100 y 101.

ARTÍCULO 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este Reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías:

I.- Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y

sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta;

II. Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 Ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros, y

III.- Investigación con riesgo mayor que el mínimo: Son aquéllas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, ensayos con los medicamentos y modalidades que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, ensayos con nuevos dispositivos, estudios que incluyan procedimientos quirúrgicos, extracción de sangre 2% del volumen circulante en neonatos, amniocentesis y otras técnicas invasoras o procedimientos mayores, los que empleen métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos y los que tengan control con placebos, entre otros.