

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



**ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO  
REGIONAL EXITOSO**

**DANIELLE FRANCO ORDOÑEZ**

Tesis

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

Febrero 2022



ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO

# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.026.2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**HACE CONSTAR QUE:**

El (la) Doctor(a): Danielle Franco Ordoñez

Registro Académico No.: 201110142

No. de CUI: 2207393070101


Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Anestesiología**, el trabajo de TESIS **ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO**

Que fue asesorado por: Dr. Oscar Daniel Santizo Sandoval, MSc


Y revisado por: Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández, MSc

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Febrero 2022**

Guatemala, 26 de Agosto de 2021.

  
SEPT 10, 2021

Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado

  
Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA.  
Coordinador General de  
Maestrías y Especialidades



/dlsr

Ciudad de Guatemala, 29 de enero de 2021.

Doctora

**Lilian Maritza Arriola González MSc.**

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Presente.

Respetable Dra. Arriola:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **DANIELLE FRANCO ORDOÑEZ, carné 201110142**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **"ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO"**.

Luego de la asesoría, hago constar que la Dra. **Franco Ordoñez**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

Dr. Oscar Santizo Sandoval MSc.  
Anestesiólogo  
Col. 15871

**Dr. Oscar Daniel Santizo Sandoval MSc.**  
Asesor de Tesis

Ciudad de Guatemala, 29 de enero de 2021.

Doctora

**Lilian Maritza Arriola González MSc.**

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Presente.

Respetable Dra. Arriola:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **DANIELLE FRANCO ORDOÑEZ, carné 201110142**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **"ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO"**.

Luego de la asesoría, hago constar que la Dra. **Franco Ordoñez**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

Dr. Oscar Santizo Sandoval MSc.  
Anestesiólogo  
Col. 15871

**Dr. Oscar Daniel Santizo Sandoval MSc.**  
Asesor de Tesis

DICTAMEN.UdT.EEP/041-2021  
Guatemala, 13 de abril de 2021

Doctora  
**Lilian Maritza Arriola González, MSc.**  
Docente Responsable  
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología  
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Doctora Arriola González:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final de la médica residente:

## DANIELLE FRANCO ORDOÑEZ

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, registro académico 201110142. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

**“ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO”**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



**Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.**  
Responsable  
Unidad de Tesis  
Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo  
LARC/karin

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICAS

RESUMEN

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO II. ANTECEDENTES</b> .....	3
2.1. Marco de antecedentes.....	4
2.2. Marco teórico.....	6
2.3. Marco conceptual.....	7
2.4. Marco legal.....	16
<b>CAPÍTULO III. OBJETIVOS</b> .....	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
<b>CAPÍTULO IV. HIPÓTESIS</b> .....	18
<b>CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	19
5.1. Tipo de estudio.....	19
5.2. Población.....	19
5.3. Selección y tamaño de la muestra.....	19
5.4. Unidad de análisis y de información.....	19
5.5. Criterios de selección de sujetos.....	20
5.6. Variables estudiadas.....	20
5.7. Operacionalización de las variables.....	21
5.8. Procedimientos utilizados para la recolección de datos.....	22
5.9. Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación.....	25
5.10. Procedimientos de análisis de la información.....	26
<b>CAPÍTULO VI. RESULTADOS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS</b> .....	32
7.1. CONCLUSIONES.....	36
7.2. RECOMENDACIONES.....	37
7.3. APORTES.....	38
<b>CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>CAPÍTULO IX. ANEXOS</b> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA No.1:</b> Datos generales de la población.....	28
<b>TABLA No.2:</b> Promedio del valor de medición del índice de perfusión.....	28
<b>TABLA No.3:</b> Frecuencia del número de pacientes según el aumento del índice de perfusión en los períodos de medición.....	29
<b>TABLA No. 4:</b> Variaciones del índice de perfusión, según rangos de edad.....	29
<b>TABLA No. 5:</b> Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición de 1 minuto.....	30
<b>TABLA No. 6:</b> Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición a los 5 minutos.....	30
<b>TABLA No.7:</b> Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición a los 10 minutos.....	31
<b>TABLA No. 8:</b> Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición de 1 minutos.....	31
<b>TABLA No.9:</b> Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición a los 5 minutos.....	32
<b>TABLA No. 10:</b> Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición a los 10 minutos.....	32

## INDICE DE GRAFICAS

### GRAFICA NO. 1:

Género de la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....45

### GRAFICA NO. 2:

Tipo de técnica de bloqueo de plexo braquial utilizada de la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....45

### GRAFICA NO. 3:

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 1 minuto, en la población intervenida en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....46

### GRAFICA NO. 4:

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 5 minutos, en la población intervenida en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....46

### GRAFICA NO. 5:

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 10 minutos, en la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....47

### GRAFICA NO. 6:

Frecuencia del número de pacientes según el aumento del índice de perfusión en los períodos de medición, en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019.....47

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Describir el uso del índice de perfusión como indicador temprano de bloqueo regional exitoso. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio cuantitativo, analítico, transversal realizado en adultos con cirugía de antebrazo, durante el período de enero-abril del año 2019, en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Se registraron los valores del índice de perfusión en ambos miembros superiores y se evaluó la efectividad del bloqueo regional de plexo braquial. **RESULTADOS:** Participan 48 pacientes, con una media de 35 años, 93% de sexo masculino y 75% de bloqueos axilares. El valor promedio más alto del índice de perfusión se dio en el período de medición de 1 minuto en el rango de edad de 32 a 38 años, y en el período de 5 minutos en el rango de 18 a 24 años. Según el cálculo de chi cuadrado y el valor p, se rechaza la hipótesis nula (OR= 6.88; IC95%=2.3-20.58; valor p= 0.00). **CONCLUSIONES:** Se encuentra asociación estadísticamente significativa en los bloqueos regionales satisfactorios, entre el miembro superior a intervenir en comparación al miembro superior contralateral y el aumento del índice de perfusión, sin embargo no se encuentra asociación estadísticamente significativa entre el aumento del índice de perfusión y la eficacia del bloqueo anestésico, debido al tamaño de la muestra y la baja cantidad de bloqueos insatisfactorios.

**Palabras clave:** índice de perfusión, anestesia, plexo braquial

## I. INTRODUCCIÓN

En la práctica del anestesiólogo el bloqueo del plexo braquial es una parte fundamental de la anestesia regional en nervios periféricos, a pesar de esto hay pocos estudios que comparen el éxito del bloqueo según la técnica utilizada y la duración de la anestesia según el enfoque o nivel del bloqueo. Así mismo la definición de bloqueo exitoso es muy variable, por lo que en la mayoría de investigaciones se toma como el cumplimiento de los criterios sensitivos y motores para el bloqueo de cada nervio del plexo o como el bloqueo que permite realizar el procedimiento quirúrgico sin necesidad de utilizar anestesia general. (1) (2)

La efectividad del bloqueo del plexo braquial para procedimientos quirúrgicos de brazo y mano se ha demostrado en términos de mejor analgesia y menor número de efectos secundarios relacionados a opioides durante las 24 horas post-operatorias, en comparación con la anestesia general. No se conoce aún el mejor abordaje para cada región del miembro superior sin embargo según Neal y colaboradores, en la práctica se reporta lo siguiente: para cirugía de codo se compara el abordaje interescalénico, supraclavicular y axilar con tasas de éxito de 75%, 78% y 89% respectivamente; para cirugías de mano y antebrazo no se reportan datos que demuestren diferencias significativas entre el bloqueo axilar y el supraclavicular, en cuanto al bloqueo infraclavicular se muestra igual o superior al axilar. (2)

Debido a que la finalidad de la anestesia regional es permitir la cirugía, la efectividad se debe evaluar y para ello se utilizan pruebas clínicas de sensibilidad cuyo objetivo es valorar el nivel del bloqueo. Las técnicas que se utilizan comúnmente son la prueba del estímulo por pinchazo y la prueba de sensibilidad a los cambios de temperatura, sin embargo la falta de respuesta a estos estímulos no implica necesariamente un bloqueo exitoso. Esto se explica porque la intensidad del estímulo es un determinante para la eficacia del bloqueo, es decir que no es lo mismo recibir un estímulo pequeño al estímulo quirúrgico, las pruebas en piel no dan información sobre estructuras profundas y la analgesia en áreas pequeñas no significa que se aplique a todo un miembro. (3)

Actualmente no hay un valor de corte que defina la precisión del índice de perfusión como indicador de bloqueo exitoso y se requieren más estudios para realizar una comparación con la evaluación sensitiva. Otros estudios se han realizado para investigar el uso del índice de perfusión en diferentes técnicas de bloqueo como: bloqueo epidural, bloqueo del ganglio estrellado, bloqueo del plexo braquial y del nervio ciático. En todos se ha reportado su utilidad pero aún no han demostrado su validez al no tomar en cuenta factores como el nivel de bloqueo aunque no sea el deseado, la medición del índice en bloqueos fallidos y regiones del cuerpo en donde no se pueda realizar la medición por medio de un dedo. (4) (3)

La disponibilidad de una técnica con alta sensibilidad y especificidad para la valoración del éxito de la anestesia regional podría mejorar la práctica clínica y la aceptación por parte del paciente para el uso de bloqueos regionales. Debido a que la prueba ideal para la valoración sensitiva no existe, ya que la evaluación sensorial siempre debe ir acompañada por la valoración clínica del dolor, se ha intentado buscar técnicas alternativas que sean confiables, objetivas, no invasivas y sobre todo seguras para el paciente. Ante la necesidad de una técnica más simple y de menor costo, surge el uso del índice de perfusión que aunque mide indirectamente el bloqueo, ya que valora la vasodilatación que se da por la simpatectomía al utilizar anestesia regional, puede utilizarse como un indicador temprano de bloqueo de plexo braquial exitoso. Así como se reporta en el presente estudio, donde es hasta siete veces más probable el aumento del índice de perfusión en el miembro superior con bloqueo regional que en el miembro contralateral no bloqueado.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Marco de antecedentes

Durante el año 2006 Galvin Et al., realizó una investigación en Rotterdam sobre el uso del índice de perfusión como indicador temprano de un bloqueo exitoso, el estudio se realizó en 66 pacientes sometidos a bloqueo axilar o ciático, utilizando neuro-estimulador y mepivacaína como anestésico. Se monitorizó al paciente desde 10 minutos antes hasta 30 minutos después del bloqueo utilizando tanto el índice de perfusión como las pruebas clínicas de cambio de temperatura y sensibilidad al pinchazo. El valor del índice aumento con un factor de 1.55, 10 minutos después del bloqueo axilar y 12 minutos después del bloqueo ciático. (5)

En Canadá durante el año 2012, Sebastiani y Et al. Realizaron un estudio utilizando el abordaje interescalénico para plexo braquial. Se reportó que el índice de perfusión aumento en los 25 pacientes que se clasificaron con un bloqueo exitoso, tanto en el miembro bloqueado como en el contralateral. El aumento en el valor del índice ocurrió a los 5 minutos de la administración y aumento progresivamente hasta los 15 minutos. (6)

Se reportan otros estudios realizados en el Cairo, uno de ellos en el año 2015, en la Facultad de Medicina de la Universidad del Cairo, en el cual se estudia el índice de perfusión en bloqueos caudales pediátricos, se encuentra que los valores del índice aumenta en todos los bloqueos exitosos aún bajo uso de sevoflurane y que su uso como predictor es mejor que la medición de la frecuencia cardíaca y la presión arterial media. En el 2017, Abdelnasser y colaboradores investigaron el uso del índice de perfusión como predictor de bloqueo supraclavicular. Se reportó un valor del índice más alto en todas las mediciones para la extremidad bloqueada, tanto el índice como la razón del índice a los 10 minutos después de la administración de los anestésicos aumentaron. Los valores corte que se encontraron fueron de 3.3 y 1.4 respectivamente. Por lo que se concluyó que el índice es una herramienta útil para la valoración del éxito del bloqueo y que una razón mayor a 1.4 es un predictor precios de éxito. Algunas de las limitaciones fueron, el realizar medidas con intervalos amplios y el uso de un solo abordaje anestésico (4) (7)

En Nueva Deli, Choudhary y colaboradores, también en el año 2017 investigaron el índice de perfusión en anestesia espinal, realizando mediciones en las extremidades

inferiores continuamente desde una medición basal hasta 20 minutos después del bloqueo. Aunque el valor del índice aumento aún en un intervalo tan pequeño como al minuto de haber administrado el anestésico, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de inicio del bloqueo y los valores del índice de perfusión. (8)

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Evaluación de la efectividad del bloqueo periférico**

La valoración de la efectividad de un bloqueo periférico recae en pruebas subjetivas de sensibilidad y capacidad de movimiento del miembro, por lo que se continúa en la búsqueda de parámetros objetivos que puedan orientar al médico y por lo tanto mejorar su práctica clínica.

#### **2.2.1.1. Evaluación clínica**

##### **A. Evaluación funcional sensitiva**

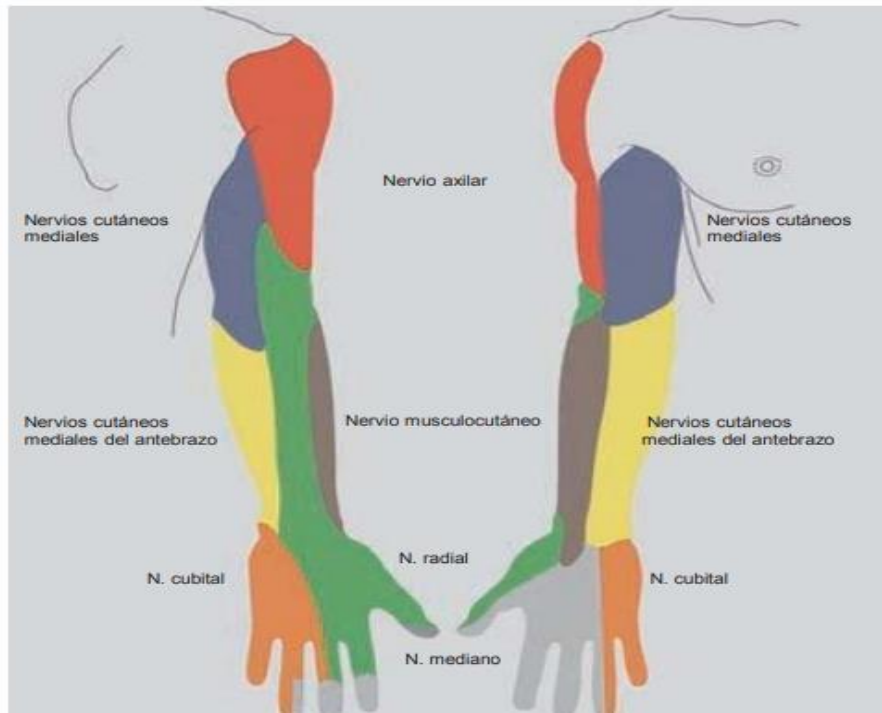
El objetivo principal de las pruebas sensitivas es evaluar la extensión del bloqueo. Se utiliza la prueba con aguja o evaluación con sensibilidad a los cambios de temperatura, el nivel de bloqueo sensitivo se refiere usualmente al nivel de abolición del dolor cutáneo al pinchazo, aunque puede ser que no todas las modalidades sensitivas estén afectadas de forma homogénea por lo que es una forma inexacta de valorar la efectividad del bloqueo. (9)

##### **B. Evaluación funcional de respuesta motora**

- Contracciones del músculo deltoides inducidas por estimulación de las raíces C4 y C5.
- Contracciones del músculo bíceps con flexión del antebrazo inducidas por estimulación de la raíz C6.
- Contracciones del músculo tríceps con extensión del antebrazo inducidas por estimulación de la raíz C7.
- Nervio mediano: flexión de la muñeca y de los dedos de la mano.
- Nervio radial: extensión del antebrazo o de la muñeca y los dedos de la mano inducida por estimulación del nervio radial.
- Nervio cubital: flexión del cuarto y quinto dedos de la mano con aducción de la muñeca u oposición del primer dedo.

- Nervio musculocutáneo: contracción del músculo bíceps con flexión del antebrazo.  
(10)

Figura 1: Distribución sensitiva del bloqueo del plexo braquial



**Fuente:** Tratado de Anestesia Regional y Manejo del Dolor Agudo. New York School of Regional Anesthesia (1)

### 2.2.1.2. Uso del índice de perfusión

El uso del pulsioxímetro ha sido popularizado desde su aparición en 1983, pero se ha visto limitaciones en cuanto a pacientes con pobre perfusión tisular e interferencia por artefactos inducida por movimiento, ambos problemas con llevan a que la señal que se capta sea baja, resultando en lecturas falsas. Para resolver este tipo de problemas los pulsioxímetros modernos cuentan con algoritmos que tienen como objetivo el análisis de la señal, para poder minimizar los efectos adversos de factores externos que afecta a la precisión de la medición. Por esto mismo existen nuevas formas de medir el flujo sanguíneo periférico como el índice de perfusión y el índice de variabilidad pletismográfica. En la actualidad el índice de perfusión se ha utilizado como marcador de perfusión periférica, con valores que pueden ser desde 0.02% hasta 20%, ya que expresa la relación de flujo sanguíneo a través del lecho capilar periférico. (11)

El índice de perfusion es capaz de monitorizar la reactividad vascular en un paciente crítico, pacientes saludables e incluso neonatos, sin necesidad de métodos invasivos,

aunque debe tomar en cuenta que el sensor debe colocarse donde la señal pueda ser más fuerte para una mejor lectura. Cambios en el tono simpático de la musculatura vascular lisa puede alterar los niveles de perfusión, es por eso que la vasoconstricción periférica reduce el componente pulsátil, afectando directamente la medición, provocando disminución del índice. Debido a la disponibilidad universal de los pulsioxímetros en sala de operaciones, emergencias y unidades de cuidados intensivos, puede considerarse una herramienta útil para la detección temprana de hipoperfusión en respuesta a reducción de volumen así también para identificar la vasodilatación propia de los bloqueos regionales en anestesia. (12)

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Anestesia Regional de Miembro Superior**

#### **A. Plexo Braquial**

Los miembros superiores están inervados por una red de nervios formada por la unión de las ramas primarias ventrales de los nervios cervicales de C5 a C8 e incluso T1. El plexo esta formado por 3 troncos superior, medio e inferior, estos se separan para formar divisiones anteriores y posteriores, a su vez estas forman los fascículos que se denominan posterior, medial y lateral. Los tres cordones o fascículos se dividen para dar las ramas terminales del plexo. Del cordón o fascículo lateral se forman el nervio musculocutáneo y la porción lateral del nervio mediano. El cordón posterior contribuye con el nervio axilar y el nervio radial. En el cordón medial da la porción interna del nervio mediano y al nervio cubital. A pesar de que ya se conoce un esquema clásico para representar el plexo braquial, se estima que se han descrito siete configuraciones diferentes del mismo, sumando mayor importancia a las técnicas guiadas por imágenes ultrasonográficas. (13) (2) (14)

- Inervación sensitiva y motora de la extremidad superior

Las técnicas guiadas por neuroestimulación dependen de este conocimiento, puesto que hay distintos abordajes del plexo braquial que se pueden realizar y dependiendo de estos, así serán las respuestas motoras que se deben esperar. Las respuestas motoras obtenidas por los diferentes nervios periféricos son:

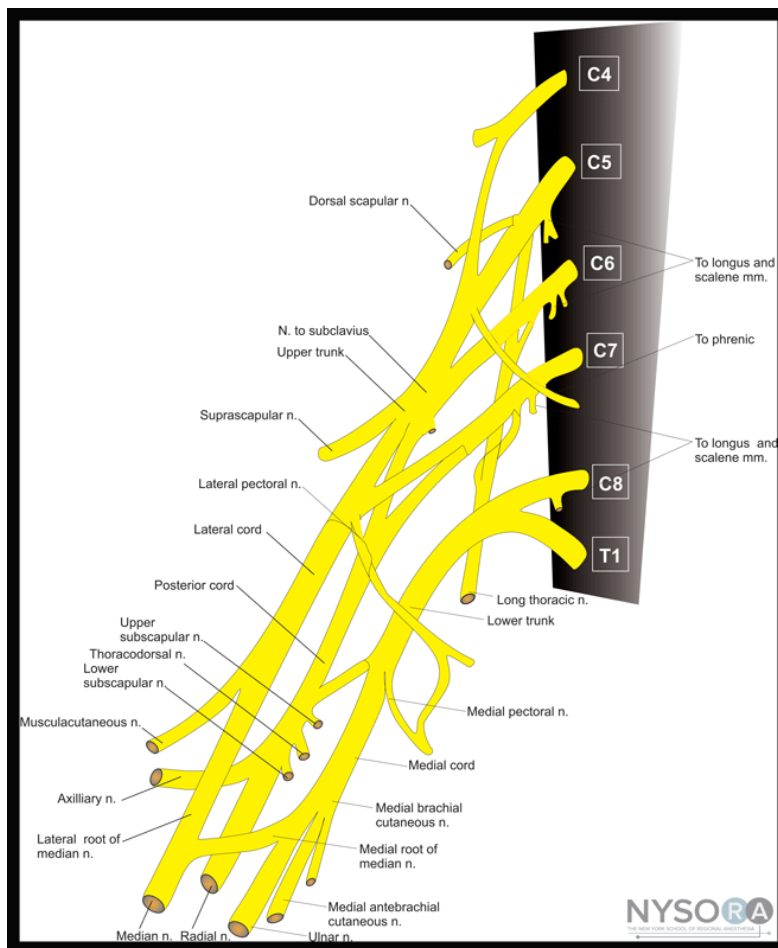
- a) Axilar: contracción del deltoides y elevación del hombro.
- b) Musculocutáneo: flexión del brazo a nivel del codo.
- c) Mediano: pronación del antebrazo, flexión de la muñeca y oposición del pulgar.

d) Nervio cubital: desviación cubital de la muñeca, flexión del quinto dedo, aducción del pulgar.

e) Nervio radial: extensión de los dedos y la muñeca.

Estos conocimientos permiten evaluar la extensión del bloqueo. Para la evaluación clínica se utiliza el método de las cuatro letras P: push (empujar), pull (jalar), pinch (pellizco), y pinch. Se realiza pidiéndole al paciente que empuje o extienda en contra de resistencia, que jale en contra de resistencia y pellizcar la base del dedo índice y el meñique para determinar si es percibido y de esta manera evaluar el territorio del nervio mediano y cubital respectivamente. (14)

Figura 2: Anatomía del plexo braquial.



Fuente: New York School of Regional Anesthesia. (15)

## **B. Técnicas de bloqueo periférico**

### **Neuroestimulación**

El estimulador de nervio periférico es un dispositivo que desencadena la despolarización de una fibra nerviosa que conduce un potencial de acción transmembrana. El neuroestimulador aplica un flujo de corriente externa negativo en relación con el potencial de acción en reposo axonal que logra evocar una respuesta motora, mediada por estimulación de un grupo muscular. La aguja se introduce como es habitual con base en los puntos de referencia anatómicos clásicos; el estimulador nervioso se ajusta a una intensidad de 1 a 1.5 mA hasta que se obtiene la respuesta motora inicial. A partir de entonces, la intensidad de la corriente estimuladora se reduce de manera progresiva a menos de 0.5 mA mientras se mantiene la respuesta de espasmo muscular, punto en el cual se inyectan el anestésico local. Una vez bloqueado el componente nervioso, se aumenta de nuevo la intensidad de corriente del estimulador nervioso a 1 a 1.5 mA, y se modifica la dirección de la aguja de acuerdo con la relación anatómica entre los componentes individuales del nervio que se bloquea. (16) (17) (18)

Los parámetros a tomar en cuenta son los siguientes: la intensidad del impulso en mA regulable de 0 hasta 5, rango de intensidad del impulso en mA, duración del impulso ajustable de 0.1 ms hasta 1 ms, frecuencia del impulso entre 1 ó 2 Hz, impedancia en kOh y la carga eléctrica expresada

Stimuplex HNS 12: Neuroestimulador diseñado que tiene como equipo básico: una batería de 9 voltios y un cable de conexión a las agujas de estimulación. Este equipo genera pulsos con estímulos de duración y corriente que se pueden ajustar. (19)

### **Ultrasonografía**

Los nervios periféricos tienen una ecotextura fascicular, lo que significa que cuando se ven en un escaneo transversal, ofrecen un aspecto de panal. El escaneo transversal es el método preferido para seguir la trayectoria de un nervio. Los cortes del eje largo permiten proyecciones panorámicas de la trayectoria del nervio, pero son difíciles de lograr. Existen dos métodos básicos utilizados con mayor frecuencia para la colocación de la aguja con guía ultrasonográfica. Con el método fuera del plano, la aguja cruza el plano de obtención de imágenes como si fuera un punto ecogénico. El objetivo suele colocarse en el centro del campo de visión. Con el método en el plano, tanto la punta como el cuerpo se ven por

completo a lo largo del eje de la aguja. El objetivo se coloca en el lado opuesto del campo de obtención de las imágenes. Es esencial establecer la visibilidad de la punta de la aguja antes de hacer avanzar esta última. (17)

### **C. Técnicas de abordaje del plexo braquial**

- **Interescalénico**

Las indicaciones para este abordaje pueden ser: principalmente cirugía de hombro, aunque también se utiliza en cirugía de húmero proximal y clavícula en su tercio distal. Existen múltiples técnicas para realizar el bloqueo interescalénico, las principales son; la técnica original de Winnie, la modificación lateral, ambas guiadas por neuroestimulación y la técnica guiada por ultrasonido. Es un bloqueo que se realiza a nivel de las raíces distales y/o los troncos del plexo braquial, los dermatomas que abarca son los superiores del plexo braquial. (20) (21) (22)

- **Infraclavicular**

Las indicaciones para este abordaje pueden ser: cirugía de brazo y mano, en cuanto a las principales técnicas que se pueden utilizar, se puede mencionar: la técnica coracoidea de Wilson que es la más aceptada, la técnica lateral y la medio clavicular o técnica de Raj. Este abordaje se realiza a nivel de los cordones, los cuales, reciben su nombre con respecto a la relación que tienen con la arteria axilar, sin embargo, a este nivel se observa una gran variabilidad anatómica. La técnica de Wilson tiene la ventaja de utilizar referencias anatómicas fácilmente identificables como es la apófisis coracoides, el sitio en el que entra la aguja lateral, por lo que disminuye el riesgo de neumotórax y parálisis de nervio frénico. (21)

- **Supraclavicular**

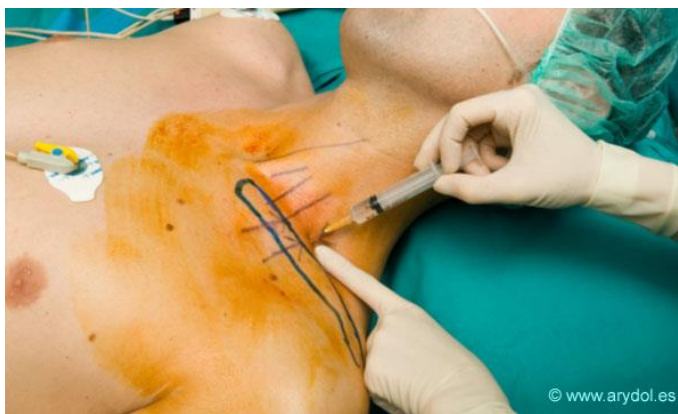
Las indicaciones para este abordaje pueden ser: cirugía de brazo y mano. Las principales técnicas para realizar este abordaje son; la técnica original de Kulenkampff, perivascular de Winnie, la técnica en plomada de Brown y la guiada por ultrasonido. El abordaje se realiza a nivel de los troncos distales y las divisiones de los troncos principales del plexo braquial, es a este nivel donde se encuentra más compacto, razón principal de la corta latencia que presenta. La principal limitante de las técnicas guiadas por neuroestimulación es la proximidad del plexo braquial con la arteria subclavia y cúpula pleural, por el riesgo de administración intravascular y neumotórax, por lo que actualmente se recomienda utilizar la técnica guiada por ultrasonido. (23) (24)

#### Técnicas

Técnica de Kulenkampff: Paciente con brazo en aducción, identificar y marcar el punto medio clavicular, el latido de la arteria subclavia y la apófisis espinosa de D2. Se

coloca al paciente semisentado o en supino, la cabeza girada hacia el lado opuesto del bloqueo, se pide al paciente que baje el hombro y flexione el codo, el antebrazo reposará sobre el regazo y la muñeca se colocará en supinación con la palma hacia el rostro del paciente. El anestesiólogo se coloca del mismo lado a bloquear, palpando con la mano izquierda y manipulando la aguja con la derecha, se ubica el borde lateral del músculo esternocleidomastoideo hasta el punto de unión con la clavícula, realizando una marca en la piel. Trazar una línea paralela a la línea media para delimitar el margen de seguridad que será 2.5 cm en posición lateral respecto a la inserción del esternocleidomastoideo en la clavícula, el punto de entrada de la aguja debe ser lateral a este plano. Se colocan los electrodos del neuroestimulador, el electrodo de tierra se coloca fuera del área en cuestión y el electrodo negativo debe conectarse a la aguja. La aguja se inserta primero en posición cefálica respecto del dedo con que se palpa y avanza perpendicularmente a la piel y luego se gira en dirección caudal y paralela a la línea media, a menos de 2.5 cm de profundidad debe de producirse un espasmo muscular aislado en todos los dedos. Se iniciará con una corriente de 0.8 a 1 mA con frecuencia de 1 Hz y al obtener la respuesta deseada se reduce la intensidad hasta 0.8 o 0.5 mA, y se aspira para descartar administración intravascular, en este punto donde se realizará la inyección de anestésico. (24)

Figura 3: Técnica Supraclavicular



Fuente: Anestesia Regional y Dolor.Arydol (25)

- Axilar

Las indicaciones para este abordaje pueden ser: para cirugía de antebrazo, muñeca y mano. Las principales técnicas son: guiado por parestesia, guiado por neuroestimulación, perivascular, transarterial y guiado por ultrasonido. Todas las técnicas se basan en la

relación que tienen los nervios terminales con la arteria axilar, sin embargo, es a este nivel del plexo braquial donde más variabilidad anatómica se presenta, lo cual explica las diferentes tasas de éxito reportadas entre un 60 y 100%. (20)

#### Técnica

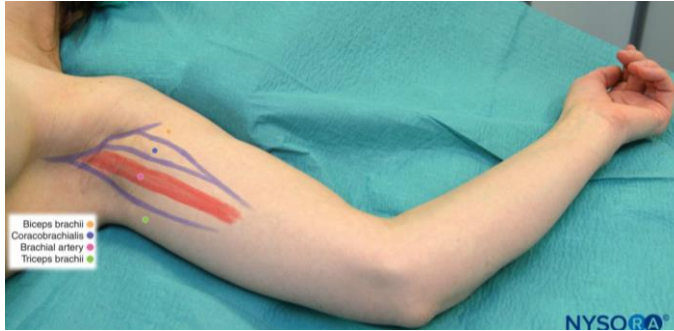
El paciente se posiciona en decúbito supino, con el brazo en abducción 90 grados y flexión del antebrazo. Se debe realizar asepsia hasta la parte distal del brazo y utilizar un transductor lineal de alta frecuencia, que se ubique en el eje transversal, sobre el pliegue axilar. El paquete vasculonervioso se ubica de 1 a 2 cm debajo de la piel. Seguidamente se debe localizar inicialmente la arteria axilar, la cual se encuentra ubicada sobre el tendón conjunto, formado por la unión de los tendones de los músculos dorsal ancho y redondo mayor. Los nervios mediano, ulnar y radial se disponen alrededor de la arteria y son estructuras esféricas u ovaladas, hiperecogénicas, hipoecogénicas o en panal de abejas, a diferencia de la arteria axilar que se encuentra como una estructura colapsable y pulsátil. La disposición del nervio radial y del nervio mediano en relación con la arteria por lo general es constante, ubicados inferior-medial y lateral-superior respectivamente. El nervio musculocutáneo, por lo general, se observa separado lateralmente de la arteria, entre la cabeza corta del bíceps y el músculo coracobraquial. (20)

Una vez identificadas las estructuras con el ultrasonido, se infiltra la piel con el anestésico local y luego, con una aguja neuroestimuladora de 50mm y 22G y con un abordaje en plano, se realiza la localización de los nervios, se recomienda utilizar una corriente de 0,5-1,0 mA para disminuir el riesgo de disfunción o lesión nerviosa ya que la estimulación con corrientes de 0,3-0,5 mA aumentan el éxito del bloqueo y puede acelerar el tiempo de inicio, pero aumentan el riesgo de lesión neurológica. Cuando se obtiene estimulación muscular con corriente de 0,2mA o menor, debe sospecharse que la inyección será probablemente intraneural. Por último al localizar y obtener la contracción muscular deseada se aspira la jeringa para descartar inyección intravascular y se procede a inyectar el anestésico local siempre bajo visión de ultrasonido, de manera que se pueda visualizar el depósito del anestésico alrededor del nervio. (20)

Se han descrito 3 formas de inyectar el anestésico local a nivel axilar: puede ser mediante una única inyección donde el anestésico se deposita debajo de la arteria axilar, en la doble inyección del anestésico, parte de la dosis se deposita debajo de la arteria y otra parte alrededor del nervio musculocutáneo y también se conoce la técnica de inyecciones

múltiples. La técnica que ha demostrado ser más efectiva y con menos complicaciones es la de múltiple inyección, pero es la técnica que toma mayor tiempo de realización. (26)

Figura 4: Técnica Axilar



Fuente: New York School of Regional Anesthesia. (15)

#### **D. Anestésicos Locales**

El Mecanismo de acción consiste en bloquear tanto la iniciación como 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 de manera reversible. Dicha 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 el consiguiente bloqueo de la conducción. (27) (14)

La dosis y volumen que se utiliza para los bloqueos regionales son controversiales ya que una variedad de estudios en modelos animales han mostrado que se pueden lograr bloqueos en nervios con poco volumen de anestésicos, aunque los pocos estudios que existen en humanos y con técnica de ultrasonografía, han reportado resultados variables, donde algunos describen que al disminuir la cantidad de anestésico se sacrifica la calidad del bloqueo. (2)

Se ha descrito que en bloqueos axilares donde se evalúa sistemáticamente la influencia del volumen, concentración y dosis para la eficacia del bloqueo, no se encontró mejores resultados en cuanto a bloqueo sensorial al aumentar el volumen de 20 a 40 a 80 ml. Mientras que el bloqueo motor si se reportó superior a lo tradicional con el uso de volúmenes menores, lo cual puede ser explicado por efecto de mayor concentración. En cuanto a concentración y dosis, se encontró que no hay diferencia ni superioridad en el

bloqueo al aumentar cualquiera de los dos. Los cambios o incrementos en volumen, concentración o dosis por si solos tienen un efecto mínimo en cuanto a calidad del bloqueo sensitivo. (2)

Al mezclar agentes anestésicos locales se pretende tener un inicio de bloqueo más rápido del que se tiene con agentes de acción prolongada y de extender la duración del bloqueo que se tiene con los agentes de acción corta e intermedia. Aunque los efectos no sean significativos a nivel clínico, la combinación de fármacos produce una recuperación más rápida en cuanto a función motora pero mayor duración del efecto analgésico. También se ha tratado de mejorar la calidad del bloqueo al utilizar manipulación física, esto se refiere al uso de lidocaína fría o calentar los anestésicos locales previamente a su administración, en estos casos no se ha reportado beneficio clínico para el paciente. Así mismo se ha propuesto ejercitar el miembro en cuestión después de colocar el bloqueo, lo cual disminuye el tiempo de inicio pero no mejora o prolonga su duración. Otro tipo de manipulación se refiere a la rápida administración del anestésico pero esto solo reduce su campo de acción y aumenta la tasa de fracaso. Por último, la única forma que se ha reportado como significativa para mejorar el inicio y la duración del bloqueo ha sido la abducción del brazo a 90 grados después de administrar el bloqueo. La alcalinización de los anestésicos locales como un medio de disminuir el tiempo de inicio es un aspecto que se ha incluido en varios estudios donde se reporta como un método dudosamente efectivo. (2)

- **Bupivacaína**

Las características de este anestésico local amida son: unión a proteínas: muy elevada (95 %), vida media adulto/neonato: 2,7 3,5 h/6-10 hrs, comienzo de la acción: de intermedio a lento, aproximadamente de 20 a 30 minutos, duración de la acción: larga (3-10 h), metabolismo: hepático y excreción hepático y renal.

Tiempo hasta la concentración máxima: puede ser de 10 a 30 minutos, depende de factores que afectan la velocidad de absorción y se puede producir de 1 a 3 minutos después de la inyección intravascular o transteccal. Algunas de las contraindicaciones más importantes que se reportan son: la hipersensibilidad a los anestésicos locales del grupo de las amidas, antecedentes de hipertensión maligna, anestesia paracervical en trabajo de parto ya que puede producir bradicardia y muerte fetal. En cuanto a efectos adversos se pueden mencionar: hipotensión, depresión cardiovascular, arritmias, vasodilatación periférica,

bloqueo cardíaco, excitación/depresión del SNC, ansiedad, mareos, tinnitus, visión borrosa, temblores y convulsiones; reacciones alérgicas, anafilaxia. (27)

### Posología

La dosis máxima a utilizar es de 175 mg y 225 mg, sin epinefrina y con epinefrina respectivamente. Se utiliza a concentraciones de 0.25 a 0.5%. Bloqueo nervioso periférico: 3-4 mg/kg. Infiltración: hasta 175 mg. La dosificación puede repetirse c/ 3 h, según la necesidad. (27)

#### ○ **Lidocaína**

Las características de este anestésico local amida son: unión a proteínas: unión a proteínas: moderada, comienzo de la acción: rápido, de 10 a 20 minutos, vida media: 1.5-3 hrs, latencia: 1-2 minutos, metabolismo: hepático, duración de la acción: intermedio de 120 a 240 minutos y eliminación: renal.

Algunas de las contraindicaciones más importantes que se reportan son: hipersensibilidad a la lidocaína y anestésicos relacionados, alteraciones de la conducción cardíaca, disfunción hepática, hipertermia, hipertiroidismo, hipertensión arterial, enfermedad vascular periférica. (28)

### Posología

Para bloque de nervios mayores se utiliza usualmente a una concentración de 1-2%, con volúmenes de 30 a 50 mL, con dosis máxima de 350 mg y 500 mg usando como aditivo epinefrina. Según peso pueden administrarse 5 mg/kg y 7 mg/kg, con epinefrina y sin epinefrina respectivamente. En bloqueo de nervios menores se utiliza a concentraciones de 1%, volumen de 5 a 20 mL y dosis de 50 a 200 mg. En anestesia epidural y espinal se utiliza en las mismas concentraciones con volúmenes de 15 a 30 mL, a dosis de 350 mg y 1 a 2 mL de volumen a dosis de 30 a 100 mg, respectivamente. (29)

## **E. Aditivos**

**Epinefrina:** Este fármaco prolonga la duración e intensidad de la mayoría de anestésicos utilizados para el bloqueo de nervios periféricos. Se ha reportado que una dilución de 1 en 200,000 aumenta la duración media de la lidocaína, comparando 264 minutos y 186 minutos al utilizar el aditivo. Los efectos que prolongan la exposición del nervio al anestésico local al limitar el aclaramiento, se explican por la vasoconstricción que se produce. Otros beneficios, es su función como indicador de inyección intravascular y su capacidad de limitar el potencial

de toxicidad sistémica al reducir el tiempo para llegar a su concentración pico en plasma. La epinefrina es más efectiva con anestésicos locales lipofóbicos como la mepivacaína o lidocaína, en los cuales prolonga la duración de forma dosis dependiente. En dosis mayores a diluciones de 1 en 200,000 se asocia a efectos secundarios hemodinámicos, como aumento de la frecuencia cardíaca, gasto cardíaco y disminución de la resistencia periférica vascular. Sin embargo para las intervenciones quirúrgicas de la extremidad superior se sugiere el uso de 35 a 40 mL de mepivacaína al 0.5% con adrenalina 1 en 400,000. (2)

Rutinariamente el uso de epinefrina como adyuvante, prolonga la duración del bloqueo de plexo braquial, sin embargo teóricamente puede recomendarse el uso de concentraciones menores como 1 en 400,000 o evitar el uso en pacientes con riesgo de daño nervioso como consecuencia de la disminución del flujo sanguíneo. Los pacientes que presentan este riesgo pueden ser; diabéticos, pacientes en quimioterapia y enfermedad aterosclerótica. (2)

**Opioides:** El uso de opioides para inyección intra articular e infiltración de heridas es ya conocido sin embargo no se conoce la relevancia clínica de los receptores periféricos de opioide, por lo que esta falta de evidencia científica se extiende a su uso como aditivos para bloqueos de plexo braquial. En la mayoría de estudios realizados no se tiene grupos control por lo que no se ha podido separar el efecto sistémico del efecto local, mientras que la mayoría que si ha usado grupos control, ha fallado en demostrar beneficios en cuanto a tiempo de inicio, duración y calidad del bloqueo. Entre estos se puede mencionar: la adenosina, el tramadol, neostigmina, dexametasona, verapamilo, ketamina y la clonidina. La neurotoxicidad del tramadol es desconocida, pero causa eritema generalizado al administrarse subcutáneamente. (2)

### 2.3.2. Índice de Perfusión

El índice de perfusión es un valor numérico que se deriva de la señal pletismográfica fotoeléctrica de un oxímetro de pulso y se calcula como la relación del componente pulsátil, lo que se refiere al compartimento arterial y el componente no pulsátil de la luz. (30)

## **2.4. Marco legal**

Según el Código Deontológico Médico de Guatemala en el capítulo XIII denominado: “Investigación en humanos”, se debe de tomar en cuenta los siguientes artículos que tratan sobre el respeto al paciente siempre por encima de los objetivos de la investigación y la preservación del libre consentimiento del individuo. De esta manera se pueden lograr estudios beneficiosos tanto para el médico como para el paciente. Los artículos relevantes al consentimiento informado son:

- “Artículo 90. Fundamentales, las declaraciones y normas internacionales para esos fines.”
- “Artículo 91. Las investigaciones deberán contar con el libre consentimiento del individuo objeto de la misma, o de quien tenga el deber de cuidarlo en caso que sea menor de edad, incapacitado, tras haberle informado de forma adecuada de los objetivos, métodos y beneficios previstos, así como sobre los riesgos y complicaciones potenciales. También se le indicará su derecho a no participar y a poder retirarse en cualquier momento, sin que por ello resulte perjudicado.” (31)

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Describir si el índice de perfusión puede utilizarse como indicador temprano de bloqueo regional exitoso.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- 3.2.1. Determinar el período de tiempo promedio en el que aumenta el índice de perfusión después del bloqueo regional de miembro superior.
- 3.2.2. Identificar variaciones del índice de perfusión según la edad en los pacientes incluidos en el estudio.
- 3.2.3. Comparar el uso del índice de perfusión y la efectividad del bloqueo regional

#### **IV. HIPÓTESIS**

##### **- Hipótesis de investigación**

Hi: El aumento del índice de perfusión inicia de forma más temprana después del bloqueo regional que los cambios neurológicos para los que se realizan pruebas de función.

##### **- Hipótesis estadísticas**

###### **Hipótesis de nulidad**

H0: No existen cambios significativos en las mediciones del índice de perfusión después del bloqueo de miembro superior.

**Ho: OR = 1 y valor p  $\geq$  0.05**

###### **Hipótesis alternativa**

Ha: Existe un aumento significativo en las mediciones del índice de perfusión después del bloqueo de miembro superior.

**Ha: OR  $\geq$  1x y valor p  $<$  0.05**

## V. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Tipo de estudio

#### - Enfoque

Estudio cuantitativo, analítico de corte transversal.

### 5.2. Población

- Población diana: Pacientes adultos con indicación de cirugía en antebrazo que fueron intervenidos en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
- Población de estudio: Pacientes adultos con indicación de cirugía en antebrazo que fueron intervenidos en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, a quienes se les administró bloqueo periférico del plexo braquial, abordaje axilar o supraclavicular, y además que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

### 5.3. Selección y tamaño de la muestra

El muestreo fue por conveniencia tomándose en cuenta los pacientes que acudieron al Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, con indicación de cirugía de antebrazo electiva y que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

### 5.4. Unidad de análisis y de información

- **Unidad de análisis:** Resultados obtenidos del instrumento de recolección de datos.
- **Unidad de información:** Pacientes adultos con cirugía en antebrazo que fueron intervenidos en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, durante el período de prácticas enero-abril del año 2019.

## **5.5. Criterios de selección de sujetos**

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes adultos de 18 años a 60 años
- Indicación y uso de bloqueo regional de plexo braquial, abordaje axilar y supraclavicular
- Indicación de intervenciones del antebrazo
- Clasificados como ASA (clasificación de la Asociación Americana de Anestesiología) I y II
- Aceptación de participar de manera voluntaria, firmando el consentimiento informado.

### **Criterios de exclusión**

- Pacientes con lesión en plexo braquial
- Estado de choque
- Neuropatías periféricas
- Intoxicación con anestésicos locales durante el bloqueo braquial
- Estado de gravidez
- Déficit neuro-cognitivo que impida proveer el consentimiento
- Pacientes a quienes se administró bloqueo de plexo braquial y se utilizaron aditivos como la epinefrina.

## **5.6. Variables estudiadas**

- Edad
  - o Por rangos
- Índice de perfusión
- Tiempo de medición del índice de perfusión
  - o Basal
  - o 1 minuto
  - o 5 minutos
  - o 10 minutos
- Efectividad del bloqueo
  - o Satisfactorio
  - o Insatisfactorio

### 5.7. Definición y operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona. (33)	Edad cronológica obtenida por medio de la interrogación o revisión del expediente.	Numérica discreta	Razón	Años
<b>Índice de Perfusión</b>	Valor numérico que se deriva de la señal pletismográfica fotoeléctrica de un oxímetro de pulso y es la relación del componente pulsátil y el componente no pulsátil de la luz. (30)	Aumento del índice de perfusión, en comparación con el valor basal	Categórica	Nominal	Porcentaje -aumento -No aumento
<b>Tiempo de medición del índice de perfusión</b>	Período que incluye toda la duración de algo. (33)	Minutos en los que se toma la medición del índice de perfusión.	Categórica policotómica	Nominal	Basal 1 minuto 5 minutos 10 minutos
<b>Efectividad del bloqueo</b>	Cumplimiento de los criterios sensitivos y motores para el bloqueo de cada nervio de interés del plexo. (1)	Evaluación según respuesta motora y sensorial, que permita la cirugía.	Categórica dicotómica	Nominal	Satisfactorio Insatisfactorio

## **5.8. Procedimientos para la recolección de información**

### **5.8.1. Técnicas**

La recolección de datos se realizó mediante un interrogatorio y la revisión del expediente clínico, utilizando el instrumento de recolección propuesto que se compone de datos generales, de las mediciones a tomar y de la clasificación del bloqueo braquial como satisfactorio e insatisfactorio.

### **5.8.2. Procesos**

- Se realizó la elección de pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión.
- Se procedió a la firma del consentimiento informado de cada paciente mediante la lectura y/o explicación del procedimiento a realizar.
- Monitorización del paciente lo cual incluyó: presión arterial no invasiva, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno por pulsi-oximetría, EKG e índice de perfusión en ambos miembros superiores, utilizándose un solo monitor, así que la medición fue secuencial y no simultánea.
- Se procedió a sedar al paciente para dar inicio con el bloqueo regional. La sedación se realizó con midazolam a dosis de 50 mcg/kg y fentanyl a dosis de 50 mcg/dosis.
- Se inició el bloqueo del plexo braquial seleccionando la técnica más adecuada según la cirugía a realizar, entre ellas: axilar y supraclavicular, se utilizó lidocaína al 2% sin epinefrina. El paciente continuó con monitorización estándar y con oxígeno suplementario en cánula binasal a 3 lt/min.
- El neuroestimulador disponible fue el Stimuplex HNS 12, el cual tuvo una revisión previa para confirmar su adecuado funcionamiento y la preparación del equipo utilizado con este, es decir la aguja de estimulación y el cable conector hacia el electrodo y la aguja.
- Al seleccionar el abordaje supraclavicular, el bloqueo se realizó mediante la técnica de Kulenkampff, la cual se describe de la siguiente forma: con el paciente semisentado, la cabeza girada hacia el lado opuesto del bloqueo, se pidió al paciente que baje el hombro y flexione el codo, el antebrazo reposa

sobre el regazo y la muñeca se colocó en supinación con la palma hacia el rostro del paciente. El anestesiólogo se colocó del mismo lado a bloquear, palpando con la mano izquierda y manipulando la aguja con la derecha, se ubicó el borde lateral del músculo esternocleidomastoideo hasta el punto de unión con la clavícula, realizando una marca en la piel. Se trazó una línea paralela a la línea media para delimitar el margen de seguridad que será 2.5 cm en posición lateral respecto a la inserción del esternocleidomastoideo en la clavícula, el punto de entrada de la aguja debe ser lateral a este plano. Previa asepsia y antisepsia, se realizó un habón con lidocaína sin epinefrina al 2% en el lugar de punción, luego se colocaron los electrodos del neuroestimulador, el electrodo de tierra se colocó fuera del área en cuestión y el electrodo negativo se conectó a la aguja. La aguja se insertó primero en posición cefálica respecto del dedo con que se palpa, avanzando perpendicularmente a la piel y luego se giró en dirección caudal y paralela a la línea media, a menos de 2.5 cm de profundidad debe producirse un espasmo muscular aislado en todos los dedos. Se inició con una corriente de 0.8 a 1 mA con frecuencia de 1 Hz y al obtener la respuesta deseada se redujo la intensidad hasta 0.8 o 0.5 mA, y se aspiró para descartar administración intravascular, en este punto se realizó la inyección de anestésico. Se administraron 25 a 35 mL de lidocaína al 2% sin epinefrina.

- Al seleccionar el abordaje axilar, el bloqueo se realizó mediante la técnica de inyección múltiple, la cual se describe de la siguiente forma: paciente se posicionó en decúbito supino, con el brazo en abducción 90 grados y flexión del antebrazo. Se realizó asepsia hasta la parte distal del brazo. El paquete vasculonervioso se ubica de 1 a 2 cm debajo de la piel. Seguidamente localizó inicialmente la arteria axilar, al localizar el pulso entre los dedos se presionó contra el húmero para prevenir su movimiento, se infiltró la piel con el anestésico local y luego, con una aguja neuroestimuladora de 50mm y 22G y con un abordaje en plano, se realizó la localización de los nervios, se recomienda utilizar una corriente de 0,5-1,0 mA a 2 Hz. La aguja se insertó en un ángulo de 45° cefálica, avanzando hasta que se produce el estímulo deseado según la disposición de cada nervio, es decir para ubicar el nervio radial (extensión de muñeca y dedos) y el nervio mediano (flexión de los dedos) en relación con la arteria, se insertó la aguja inferior-medial y lateral-

superior respectivamente. El nervio musculocutáneo (espasmo del bíceps), por lo general, se observa separado lateralmente de la arteria, entre la cabeza corta del bíceps y el músculo coracobraquial. Por último se localizó y se obtuvo la contracción muscular deseada se aspiró con la jeringa para descartar inyección intravascular y se procedió a inyectar el anestésico local. Se administró 10-15 mL al localizar el nervio radial, 5-10 mL al localizar el nervio mediano y 5-8 mL al localizar el musculocutáneo.

- Después de realizar la técnica de bloqueo, se tomaron mediciones del índice de perfusión inmediatamente después del bloqueo y en los minutos 1, 5,10 en ambos miembros superiores, siempre con mediciones secuenciales ya que se utilizó un solo monitor.
- Previo al inicio de cirugía se evaluó la función sensitiva y motora con lo que se clasificó como bloqueo satisfactorio o insatisfactorio.
- Se midió el índice de perfusión al final del procedimiento quirúrgico.

### **5.8.3. Instrumentos**

Se utilizó un instrumento de recolección de datos, del cual se obtuvieron los datos mediante interrogatorio, revisión del expediente clínico y monitorización, la boleta de recolección incluye:

La sección de datos generales, que consta de número de afiliación, diagnóstico, edad, género, procedimiento quirúrgico y clasificación de ASA. Una sección de monitorización donde se incluye el tipo de técnica anestésica, los signos vitales y la medición del índice de perfusión basal comparándolo con las mediciones posteriores al bloqueo en los minutos número 1,5,10 y post-operatoriamente. Así también los signos vitales posteriores a la colocación del bloqueo regional. Por último los indicadores clínicos de bloqueo previo al procedimiento y la clasificación del resultado del bloqueo como satisfactorio o insatisfactorio, si este fue capaz de permitir la cirugía.

Se realizó una prueba piloto para validar el uso del instrumento de recolección por lo que se realizó la toma de datos y medición del índice de perfusión en siete individuos, de los cuales cinco eran femeninos bajo anestesia neuroaxial y dos pacientes a los que se les colocó un bloqueo braquial. Para los primeros cinco individuos el índice de perfusión se

midió en miembros inferiores, siendo estos el objetivo del bloqueo y en miembros superiores para la medición del miembro sin bloqueo simpático, para los dos individuos con bloqueo braquial se hizo la medición acorde a los criterios ya descritos, los siete individuos mostraron aumento del índice de perfusión y bloqueo satisfactorio. Todos los individuos comprendieron el procedimiento y la toma de datos fue fácil y ordenada.

## **5.9. Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación**

### **5.9.1. Principios éticos generales**

**Autonomía:** En la presente investigación se respetó el principio de autonomía de los participantes por medio del consentimiento informado, el cual fue leído a cada persona antes de iniciar la monitorización.

**Beneficencia y no maleficencia:** Los datos obtenidos serán entregados a la institución con el objetivo de que la medición del índice de perfusión sea utilizado como método para valorar el éxito de la anestesia regional y así disponer de un indicador objetivo y rápido. Al realizarse la monitorización y mediciones no se causó ningún tipo de daño a los participantes, además se conservó la confidencialidad, al generalizar la presentación de resultados en la investigación.

**Justicia:** Las entrevistas y los procedimientos a realizados por los investigadores fueron llevados a cabo de forma profesional con compromiso y de manera competente a fin de garantizar resultados fidedignos y de proteger al participante, por lo que los beneficios que se reciben son equitativos.

**Vulnerabilidad:** Se garantiza la participación voluntaria de los pacientes adultos a intervenir, sin condicionantes por parte del investigador o la misma institución, así como la libertad de abandonar el estudio.

### **5.9.2. Categoría de riesgo:**

Categoría II (riesgo mínimo)

### **5.9.3. Obstáculos**

La realización del estudio solamente en una institución disminuye la representatividad así como la evaluación del índice de perfusión en un solo tipo de anestesia regional utilizando solamente bloqueo del plexo braquial. Debido a que no hay una prueba de oro para comparar la sensibilidad y especificidad del índice de perfusión como indicador de bloqueo exitoso, el estudio solo puede medir asociación entre variables. También la falta de literatura puede ser un obstáculo debido a que este indicador todavía requiere de la realización de más estudios que validen su uso para la valoración de anestesia regional exitosa

### **5.9.4. Alcances**

Con los resultados de este estudio se pretende dar paso al uso del índice de perfusión como indicador temprano de un bloqueo regional exitoso, ya que se ha reconocido su uso en otros países con el propósito de tener una medición objetiva a diferencia de las pruebas convencionales de evaluación sensitiva y motora que son subjetivas. Los resultados del estudio podrían utilizarse como una sugerencia de implementar esta técnica en bloqueos regionales, mejorando de esta forma la práctica clínica.

## **5.10. Procedimientos de análisis de la información**

### **5.10.1. Plan de procesamiento de datos**

5.10.1.1. **Preparación de la información:** Se procedió a revisar y verificar que los datos estén completos, también que estos fueron consistentes y exactos.

5.10.1.2. **Almacenamiento electrónico de la información:** Se ingresaron las variables en una base de datos simple solamente con los códigos asignados. Se utilizó el programa de Microsoft Office Excel 2010 para la recopilación de información y su posterior tabulación.

- 5.10.1.3. **Verificación de calidad de datos:** Se verificaron los datos tabulados mediante una revisión por pares a la base de datos previamente creada.

#### **5.10.2. Plan de análisis de datos**

Se digitó una base de datos simple con los resultados obtenidos en el programa Microsoft Office Excel 2010. Se analizaron los objetivos mediante tablas bivariadas de frecuencia y se buscó asociación estadística por medio de chi cuadrado, la cual se calculó utilizando el programa estadístico Epi Info versión 7.2. según se obtuvo un chi cuadrado, superior al valor crítico de rechazo, quiere decir que fue positiva la existencia de asociación estadística.

Para el objetivo 3.2.1. se utilizaron tablas de frecuencia y porcentaje para presentar las mediciones realizadas y se calcularon media para cada período de tiempo. En el objetivo 3.2.2. se calculó la media según rangos de edad. Y en el objetivo 3.2.3. se utilizaron tablas de 2 por 2 para calcular chi cuadrado, calcular significancia estadística por medio de p y Odds Ratio, buscando asociación entre las variables aumento del índice de perfusión entre el miembro bloqueado y el contralateral, así como la efectividad del bloqueo.

## VI. RESULTADOS

En el presente estudio se incluyeron un total de 48 pacientes a los cuales se les realizó bloqueo de plexo braquial, por indicación de cirugía de antebrazo en el Hospital General de Accidente "Ceibal", según los criterios de inclusión y exclusión, durante el período de prácticas enero – abril del 2019. La información que se detalla a continuación fue obtenida mediante la recolección de datos con el instrumento previamente detallado.

**Tabla 6.1**  
**Datos Generales**

<b>Datos generales de la población</b>		
<b>DATO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
<b>Edad</b>	35.31 (M) 11.99(DE)	
<b>Sexo</b>		
<b>Femenino</b>	3	6.25
<b>Masculino</b>	45	93.75
<b>Técnica</b>		
<b>Axilar</b>	36	75
<b>Supraclavicular</b>	12	25
<b>ASA</b>		
<b>I</b>	31	64.58
<b>II</b>	17	35.42

**Tabla 6.2**  
**Promedio del valor de medición del índice de perfusión.**

<b>MEDICIÓN 1 MINUTO</b>		<b>MEDICIÓN 5 MINUTOS</b>		<b>MEDICIÓN 10 MINUTOS</b>	
<b>MIEMBRO BLOQUEADO</b>	<b>MIEMBRO NO BLOQUEADO</b>	<b>MIEMBRO BLOQUEADO</b>	<b>MIEMBRO NO BLOQUEADO</b>	<b>MIEMBRO BLOQUEADO</b>	<b>MIEMBRO NO BLOQUEADO</b>
7.81 (+/-3.89DE)	4.12 (+/-1.81DE)	9.24 (+/-4.46DE)	4.29 (+/-1.69DE)	7.29 (+/-3.79DE)	3.96 (+/-1.87DE)

**Tabla 6.3**

**Frecuencia de aumento según los períodos de medición del índice de perfusión.**

	AUMENTO EN LOS PERÍODOS DE MEDICIÓN					
	1 MINUTO		5 MINUTOS		10 MINUTOS	
	AUMENTO f (%)	NO AUMENTO f (%)	AUMENTO f (%)	NO AUMENTO f (%)	AUMENTO f (%)	NO AUMENTO f (%)
	42( 87)	6(13)	31(65)	17(35)	35(73)	13(27)
<b>TOTAL</b>	48		48		48	

**Tabla 6.4**

**Variaciones del índice de perfusión, según rangos de edad del índice de perfusión.**

Edad	PERÍODOS DE MEDICIÓN								
	1 minuto			5 minutos			10 minutos		
	PIP (%)	A (f)	NoA (f)	PIP (%)	A (f)	NoA (f)	PIP (%)	A (f)	NoA (f)
<b>18-24</b>	8.86	9	1	10.16	6	4	7.71	4	6
<b>25-31</b>	6.68	10	1	8.83	8	3	5.4	2	9
<b>32-38</b>	9.6	14	0	9.04	7	7	7.54	2	12
<b>39-45</b>	5.12	3	2	8.48		1	9.88	4	1
<b>46-52</b>	5.8	1	0	13	1	0	9.5	0	1
<b>53-60</b>	6.77	6	1	8.98	7	0	7.11	2	5
<b>TOTAL</b>	7.13	43	5	9.7	33	15	7.8	14	34

PIP: Promedio Índice de perfusión; A: Aumento; NoA: No Aumento

**Tabla 6.5**

**Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición de 1 minuto.**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Satisfactorio</b>	41	5	46	0.243	0.622	Con 1 grado de libertad y corrección de Yates, no es estadísticamente significativo
<b>Insatisfactorio</b>	2	0	2			
<b>Total</b>	43	5	48			

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, se calcula el valor de Chi el cual es de 0.243 y según el valor de p que es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula y no se encuentra significancia estadística.

**Tabla 6.6**

**Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición a los 5 minutos**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Satisfactorio</b>	33	13	46	1.859	0.172	Con 1 grado de libertad y corrección de Yates, no es estadísticamente significativo
<b>Insatisfactorio</b>	0	2	2			
<b>Total</b>	33	15	48			

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, se calcula el valor de Chi el cual es de 1.859 y según el valor de p que es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula y no se encuentra significancia estadística.

**Tabla 6.7**

**Aumento del índice de perfusión asociado a efectividad del bloqueo de plexo braquial, período de medición a los 10 minutos**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Satisfactorio</b>	12	34	46	2.122	0.1452	Con 1 grado de libertad y corrección de Yates, no es estadísticamente significativo
<b>Insatisfactorio</b>	2	0	2			
<b>Total</b>	14	34	48			

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, se calcula el valor de Chi el cual es de 2.122 y según el valor de p que es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula y no se encuentra significancia estadística.

**Tabla 6.8**

**Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición de 1 minuto.**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>IC(95%)</b>
<b>Miembro bloqueado</b>	41	5	46	12.06	0.00	6.88	2.30-20.58
<b>Miembro No bloqueado</b>	25	21	46				
<b>Total</b>	66	26	92				

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, se calcula el valor de Chi corregido, el cual es de 12.06 y el valor de p es menor a 0.05, por lo que se encuentra significancia estadística y se rechaza la hipótesis nula. Es decir que se encuentra asociación entre el bloqueo anestésico regional y el aumento del índice de perfusión.

**Tabla 6.9**

**Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición a los 5 minutos.**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>IC(95%)</b>
<b>Miembro bloqueado</b>	33	13	46	2.28	0.06	2.13	0.89-5.06
<b>Miembro No bloqueado</b>	25	21	46				
<b>Total</b>	58	34	92				

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, el valor de chi2 corregido es de 2.28 y el valor de p es mayor a 0.05, por lo que no se encuentra significancia estadística y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 6.10**

**Aumento del índice de perfusión asociado al bloqueo satisfactorio de plexo braquial, comparación entre el miembro superior bloqueado y el miembro superior contralateral, en el período de medición a los 10 minutos.**

	<b>Aumento</b>	<b>No aumento</b>	<b>Total</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>Valor p</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>IC(95%)</b>
<b>Miembro bloqueado</b>	12	34	46	1.23	0.13	0.54	0.22-1.33
<b>Miembro No bloqueado</b>	18	28	46				
<b>Total</b>	30	62	92				

Utilizando el programa estadístico Epi info versión 7.2, se realizaron tablas 2x2 con los valores obtenidos y esperados, el valor de chi2 corregido es de 1.23 y el valor de p es mayor a 0.05, por lo que no se encuentra significancia estadística y se acepta la hipótesis nula.

## VII. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

En el presente estudio participaron 48 pacientes intervenidos en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, durante los meses de enero hasta abril del 2019; a dichos sujetos se les administró bloqueo de plexo braquial para procedimientos electivos de antebrazo. La media de edad fue de 35 años, el sexo prevalente fue el masculino con un 93%, la mayoría de pacientes se clasificaron como ASA I con un 64.58% y la técnica más utilizada fue el abordaje axilar con un 75% (*ver gráfica 1*). El promedio del valor del índice de perfusión fue más alto en el rango de edad de 32 a 38 años, en el periodo de 1 minuto y en el rango de 18 a 24 años en el período de medición de 5 minutos (*ver gráfica 5*).

El aumento del índice de perfusión se presentó con mayor frecuencia durante el período de medición de 1 minuto seguido en frecuencia por el aumento a los 5 minutos posterior al bloqueo de plexo braquial, estos datos son similares a los resultados del estudio de Choudhary y colaboradores del año 2017, donde la medición del índice de perfusión se realizó hasta los 20 minutos después del bloqueo y se observó que el aumento del índice se dio más frecuentemente al minuto de administrado el anestésico local. En otros estudios, como el realizado por Sebastiani Et al. el aumento en el valor del índice ocurrió a los 5 minutos de la administración hasta los 15 minutos de monitorización ( $p < 0.05$ ; IC=95%), también en el estudio realizado por Galvin Et al. en Rotterdam, donde se monitorizó al paciente desde los 10 minutos hasta los 30 minutos posteriores al bloqueo, se reportó un aumento relevante a los 10 y 12 minutos del bloqueo axilar y ciático ( $p = 0.006$ ;  $p = 0.001$ ) respectivamente. La importancia de estos resultados es enfatizar que la vasodilatación inicia mucho más temprano que la pérdida de funciones sensitivas y motoras por lo que, en la anestesia regional de plexo braquial donde el bloqueo puede tomar hasta 20 minutos en instaurarse, el índice de perfusión puede guiar al anestesiólogo sobre el pronóstico del éxito de la técnica.

En cuanto al valor del índice de perfusión tomado en el miembro superior en el que se administró la anestesia regional de plexo braquial, se encontró un valor promedio de 7.81 % durante la medición al minuto y de 9.24% en la medición de 5 minutos, los cuales son valores más altos en comparación a los reportados en el miembro contralateral no bloqueado donde en el período de 1 minuto el promedio es de 4.12% y 4.29% en la medición de 5 minutos. Se puede contrastar estos resultados con un estudio realizado en Egipto durante el año 2017, en donde el índice de perfusión para la evaluación del éxito de bloqueos supraclaviculares muestra que el miembro bloqueado tiene los valores más altos en comparación a la medición paralela del miembro contralateral y además fue el período de medición a los 10 minutos, el que mostró mayor sensibilidad (IP=6.9%:  $p < 0.001$ ). Así mismo en otros estudios como el realizado por Sebastiani Et, al. y Galvin Et. Al, se menciona que una limitación importante en todos los estudios es el bajo número de bloqueos fallidos o insatisfactorios, por esta misma razón en el presente estudio se toma en consideración la comparación entre miembro bloqueado y no bloqueado para determinar una asociación significativa entre variables.

Según los rangos de edad en los que se clasifico a la población, la mayoría de pacientes que presentaron aumento del índice de perfusión se encuentran en el rango de 32 a 38 años para la medición de un minuto posterior al bloqueo periférico, seguido por el rango de 25 a 31 años en la medición a los 5 minutos posterior al bloqueo. Por medio del cálculo de chi cuadrado no se acepta la asociación entre el aumento del índice de perfusión y la efectividad del bloqueo periférico ni se demuestra significancia estadística, debido a los pocos casos de bloqueo insatisfactorio, por lo que también se necesita una muestra de mayor tamaño en estudios futuros.

A pesar que en el presente estudio no se encontró asociación y significancia estadística, entre el aumento del índice de perfusión y la efectividad del bloqueo; de los 46 pacientes con anestesia regional satisfactoria, solamente 6 de estos no presentaron aumento del índice de perfusión en la medición de 1 minuto, de los cuales 3 sujetos presentaron aumento del índice en los períodos de medición de 5 y 10 minutos y en los otros 3 sujetos no se observó aumento. En los 2 sujetos que tuvieron resultado insatisfactorio del bloqueo periférico se observó aumento al minuto y ya no se reportó aumento en los siguientes períodos de medición.

Al tomar en cuenta la comparación paralela entre miembro bloqueado y no bloqueado, se encontró que en el período de medición de 1 minuto, existe asociación estadísticamente significativa entre el aumento del índice de perfusión en el miembro superior donde se administró la anestesia regional versus el miembro contralateral. Así como la presente investigación, otros estudios previamente realizados, acerca del uso del índice de perfusión como indicador temprano de un bloqueo exitoso han reportado resultados positivos pero no siempre con significancia estadística, entre ellos se puede mencionar a Choudhary y colaboradores, quienes concluyeron que aunque hubo un aumento del índice desde 1 minuto hasta los 20 minutos posteriores del bloqueo. Al realizar el análisis del estudio no se encontró asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de inicio del bloqueo y los valores del índice de perfusión ( $p > 0.05$ ).

## 7.1. CONCLUSIONES

- 7.1.1. Se determinó que durante la medición al minuto de realizar la técnica anestésica, es siete veces más probable el aumento del índice de perfusión en el miembro superior con bloqueo regional que en el miembro contralateral no bloqueado, por lo que se encuentra asociación estadísticamente significativa (OR 6.88 IC 2.3-20.6,  $p < 0.01$ ). Esto indica que el índice de perfusión aumenta de forma temprana posteriormente al bloqueo de plexo braquial.
- 7.1.2. El período de tiempo en el que se registró mayor aumento del índice de perfusión fue al minuto de realizada la técnica anestésica regional de plexo braquial, aunque el valor promedio más alto se alcanzó durante el período de medición de cinco minutos.
- 7.1.3. Según los rangos de edad utilizados, el promedio del índice de perfusión fue más alto en el rango de edad de 32 a 38 años en el período de 1 minuto y en el rango de 18 a 24 años en el período de medición de 5 minutos. En cuanto al aumento del índice, se registró con mayor frecuencia en el rango de 32 a 38 años, en la medición de 1 minuto.
- 7.1.4. No se encuentra asociación estadísticamente significativa entre el aumento del índice de perfusión y la efectividad del bloqueo de plexo braquial debido al tamaño de la muestra y a la poca cantidad de bloqueos braquiales insatisfactorios.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

### **Al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.**

- 7.2.1. Valorar el uso del índice de perfusión como factor pronóstico positivo o posible indicador temprano de bloqueo regional exitoso ya que puede usarse como una herramienta útil para mejorar la práctica clínica en la anestesia regional, tomando en cuenta que el bloqueo del plexo braquial es una de las técnicas más utilizadas tanto para anestesia como analgesia, el beneficio que conlleva es tanto para el anesthesiólogo ya que provee un apoyo en la práctica clínica, así como para el paciente por su bajo costo y simplicidad.
- 7.2.2. Solicitar que en próximas adquisiciones de monitores multi-parámetros se elija los que incluyen el índice de perfusión como uno de los parámetros, para que su uso sea rutinario y de fácil acceso.

### **A la Facultad de Ciencias Médicas y Escuela de Estudios de Postgrado.**

- 7.2.3. Se sugiere continuar con el estudio del índice de perfusión como indicador temprano de bloqueo regional exitoso y realizar comparaciones entre diferentes técnicas de anestesia regional para validar su uso especialmente en hospitales con escasez de insumos en donde no se pueden implementar técnicas más avanzadas que a la vez son más complejas y costosas.

### **7.3. APORTES**

- 7.3.1. Se proporcionará un informe resumido como propuesta para que en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social pueda valorarse el uso del índice de perfusión como herramienta para mejorar la práctica clínica en los bloqueos de regionales de miembro superior.
  
- 7.3.2. Se divulgará la información obtenida por medio de un artículo, con el fin de dar a conocer entre el gremio médico, especialmente entre anestesiólogos el potencial que tiene el uso del índice de perfusión.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boezaart A. Evaluación funcional de las respuestas motoras en los bloqueos de la extremidad superior. En: Hadzic A. Tratado de anestesia regional y manejo del dolor agudo. Nueva York: McGraw hill Interamericana; 2010: p.373-467.
2. Neal J, Gerancher J, Hebl J, Ilfeld B, McCartney C, Franco C, Et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* [en línea]. Mar-Abr 2009 [citado 20 Dic 2019]; 34 (2): 134-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19282714/>
3. Curatolo M, Petersen-felix S, Arendt-nielsen L. Assessment of regional analgesia in clinical practice and research. *Br Med Bull* [en línea]. 2005 Ene, [citado 20 Dic 2019] 31; 71:61-76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15684246/>
4. Kus A, Gurkan Y, Kara S, Solak M, Toker K. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *J Clin Monit Comp* [en línea]. 2013 Jun, [citado 20 Dic 2019] 27(3):325-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23397432/>
5. Galvin E, Niehof S, Verbrugge S, Maissan I, Jahn A, Klein J, Et al. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. *Anesth Analg* [en línea]. 2006 Jul; [citado 20 Dic 2019] 103 (1):239-43. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16790660/>
6. Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, Hasanin A, Rady A. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *Br Jou Anaesth* [en línea]. 2017 Ago; [citado 20 Dic 2019] 1;119 (2):276-280. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28854539/>
7. Sebastiani A, Philippi L, Boehme S, Closhen D, Schmidtmann I, Scherhag A, Et al. Perfusion index and plethysmographic variability index in patients with interscalene nerve catheters. *Can Jou Anaesth* [en línea]. 2012 Dic; [citado 20 Dic 2019] 59(12):1095-101. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23055034/>
8. El-sonbaty M, El-sonbaty A. Evaluation of perfusion index (pi) efficiency in pediatric caudal block: is it the time to depend on pi? [en línea]. [s.l.] 2015 [citado 20 Dic 2019]. Disponible en: <https://www.worldwidejournals.com>
9. Choudhary M, Pardeep K, Batra V, Dubey M, Bhargava A. To study the role of perfusion index in assessing efficacy of spinal anaesthesia. *Int Jou Cur Res* [en línea]. 2017; [citado 20 Dic 2019] 9(11):60620-60625. Disponible en: <http://www.journalcra.com>
10. Álvarez M, Gómez C, Sainz M, Molina R, Dávila E. Tema 11: Locorregional:raquianestesia y peridural. En: Dávila E. Anestesiología clínica. La habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas, 2006.

11. Lopera L, Restrepo C. Bloqueo axilar guiado por ultrasonido y neuroestimulador. *Rev Col Anest* [en línea]. Ene-Mar 2016; [citado 20 Dic 2019] 44(1): p. 30-35. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-anestesiologia-341-articulo-bloqueo-axilar-guiado-por-ultrasonido-S0120334715001100>
12. Kowalczyk M, Fijałkowska A, Nestorowicz A. New generation pulse oximetry in the assessment of peripheral perfusion during general anaesthesia—a comparison between propofol and desflurane. *Anaes Int The* [en línea]. Jul-Sep 2013 [citado 20 Dic 2019];45(3):138-44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24092509/>
13. Van genderen M, Bartels S, Lima A, Bezemer R, Ince C, Bakker J, Van Bommel. Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers. *Anesth Analg*, [en línea]. 2013, [citado 20 Dic 2019] 013 Feb;116(2):351-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23302972/>
14. Lenis C, Rodríguez C, Cordoví A, Cordero E, Díaz M. Bloqueo del plexo braquial por vía supraclavicular y axilar guiados por ultrasonido. *Rev Cub Anest Rea*, [en línea]. 2017, [citado 20 Dic 2019] 16 (1) p. 1-13. Disponible en: <https://www.medigraphic.com>
15. Dzul C, Torres C. Actualidades en el bloqueo de plexo braquial. *Rev Mex Anest*, [en línea]. Abr-Jun 2016, [citado 20 Dic 2019]; 39 (1) p. 272-275. Disponible en: <https://www.medigraphic.com>
16. Nysora.com, Interscalene-brachial plexus block [en línea]. Nueva York: The new york school of regional anesthesia. [Actualizado Ene 2021; citado 10 de abr de 2018.] Disponible en: <https://www.nysora.com/techniques/upperextremity/intescalene/interscalene-brachial-plexus-block/>
17. Zaragoza G, Mejía G, Sánchez B, Gonzáles L, Peña A, Unzueta D, López V. Neuroestimulación y bloqueo de nervios periféricos en anestesia regional. *Rev Mex Anest*, [en línea]. Abr-Jun 2008, [citado 15 Ago 2019]; 31 (2) p. 116-132. Disponible en: <https://www.medigraphic.com>
18. De Andrés J, Sala X. Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia: a review. *Reg Anesth Pain Med*, [en línea]. Sep-Oct 2001; [citado 15 Ago 2019]; 26(5):478-83. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11561271/>
19. Salazar F, Rodríguez G. Realización de bloqueos de nervio periférico. *Rev Col Anest*, [en línea]. Ago-Sep 2011, [citado 15 Ago 2019]; 39(3):381-402. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-anestesiologia-341-articulo-realizacion-bloqueos-nervio-periferico-S0120334711930093>
20. Bbraun.com. Neuroestimulador para anestesia regional de plexos y nervios periféricos [en línea]. Alemania: B. Braun medical inc.; 2009. [citado 8 Ago 2018.] Disponible en: <https://www.bbraun.es/es/products/b/stimuplex-hns-12.html>

21. Neal J, Brull R, Chan V, Grant S, Horn J, Liu S, Et. al. The ASRA evidence-based medicine assessment of ultrasound-guided regional anesthesia and pain medicine: executive summary. *Reg Anesth Pain Med*, [en línea]. Mar-Apr 2010; [citado 8 Ago 2018] 35(2):S1-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20216019/>
22. Gorlin A, Warren L. Ultrasound-guided interscalene blocks. *Jour Ult Med*, [en línea]. Jul 2012, [citado 8 Ago 2018] 31(7): p. 979-983. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.7863/jum.2012.31.7.979>
23. Nysora.com. Supraclavicular-brachial plexus block [en línea]. Nueva York: The new york school of regional anesthesia. [Actualizado Ene 2021; citado 2 de abr de 2018.] Disponible en: <https://www.nysora.com/supraclavicular-brachial-plexus-block>.
24. Perlas A, Giovanni L, Lo N, Brull R, Chan V, Karkhanis. Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med* [en línea]. Mar-Abr 2009; [citado 10 Sep 2018] 34(2):171-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19282715/>
25. Bollini C, Cacheiro F, Salgueiro C, Moreno M. Bloqueos supraclaviculares del plexo braquial. *Rev. Argent. Anest*, [en línea]. 2004, [citado 10 Sep 2018] 62(6): p.420-434. Disponible en: <https://www.anestesia.org>
26. Anestesia Reanimación y Dolor [en línea]. Madrid: ARYDOL [Actualizado Ene 2021; citado 22 Ene de 2018] Técnicas supraclaviculares. Disponible en: <http://arydol.com/>
27. Berde C, Koka A, Drasner K. Local Anesthetics. En: Pardo M, Miller R, editores. *Basics of Anesthesia*. 7ma ed. Filadelfia: Elsevier, Inc.; 2018: p. 139-153.
28. Suzuki S, Kokofer A, Gerner P. Local Anesthetics. En: Hemmings H, Egan T, Editores. *Pharmacology and Physiology for Anesthesia: Foundations and clinical application*. Filadelfia; Elsevier, Inc.; 2013: p. 296-311.
29. AccessMedicina [en línea]. McGraw-Hill Medical; 2013 [Actualizado 2021; citado 3 Abr 2018]. Fichero Farmacológico: Capítulo 5; Anestésicos locales. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com>
30. Berde C, Strichartz G. Chapter 36: Local Anesthetics. En: Miller R, Cohen N, Eriksson L, Fleisher L, Weiner J, editores. *Miller's Anesthesia*. Filadelfia; Elsevier health sciences, 2015: p.1028-1053.
31. Vásquez M, Jiménez A, Aguirre O, González M, Ríos. Bloqueo supraclavicular bilateral con ecografía. *Rev Col Anest*, [en línea]. 2012, [citado 3 Abr 2018] 40(4), p. 304-308. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana->

anestesiologia-341-articulo-bloqueo-supraclavicular-bilateral-con-ecografia-S0120334712000433

32. Motta L, Barrera M, Alberto C, Peña C, Tamaríz O, Homero E, Et al. Monitorización de oxigenación tisular. Rev Mex Anest, [en línea]. 2017, [citado 3 Abr 2018] 40(1), p. 350-364. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171cw.pdf>
33. RAE.es, Diccionario de la lengua española [en línea]. Madrid; 2019 [citado 19 Mar de 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.

## IX. ANEXOS

### 9.1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

No. Boleta \_\_\_\_\_

#### DATOS GENERALES:

No. Afiliación: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
Género: \_\_\_\_\_ Diagnóstico: \_\_\_\_\_  
Procedimiento: \_\_\_\_\_ ASA: \_\_\_\_\_

Técnica: Supraclavicular   
Axilar

#### SIGNOS VITALES INICIALES:

PA: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ SatO2: \_\_\_\_\_

#### Índice de perfusión

	Basal	1 minuto	5 minuto	10 minuto	Post-Op
Miembro bloqueado					
Miembro contralateral					

#### SIGNOS VITALES POST-BLOQUEO:

PA: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ SatO2: \_\_\_\_\_

#### INDICADORES CLÍNICOS:

Motor \_\_\_\_\_ Sensitivo \_\_\_\_\_ Ausente \_\_\_\_\_

Satisfactorio:

Insatisfactorio:

## 9.2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Boleta No. \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
"ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR  
TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO"



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se solicita con amabilidad su colaboración con la investigación de post grado de Anestesiología, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual lleva el título de: Índice de perfusión como indicador temprano de bloqueo regional exitoso realizado en el Hospital General de Accidentes "Ceibal". Esta investigación es sobre la medición del índice de perfusión el cual se mide con el uso de un pulsi-oxímetro (es un aparato que se coloca en su dedo y no provoca dolor) para monitorizar a los pacientes que se les administra anestesia regional de miembro superior (es decir que se usa anestesia solamente en el brazo en que se realizará la cirugía). Por medio del estudio se pretende describir el uso del índice de perfusión para identificar si la anestesia fue exitosa o no. Se obtendrá información por medio del expediente médico y la monitorización realizada antes, durante y después del bloqueo regional.

Los datos que sean recabados serán totalmente confidenciales, no se expondrá su identidad, los datos serán exclusivamente de uso académico, sin ningún fin de lucro o beneficio personal por ninguno de los participantes. Puede dejar de participar en cualquier momento y eso no afectará su atención en esta institución. Si usted tiene alguna duda sobre el estudio, puede realizar las preguntas que desee en cualquier momento.

Yo, entiendo que se ha requerido mi participación en este trabajo de investigación, entiendo el procedimiento anestésico que se realizará y que mi participación es de carácter voluntario, no siendo forzado por ninguna persona ya sean los investigadores o terceras personas, he leído o se me ha leído la información contenida en este documento, la entiendo y la acepto, y se que puedo resolver mis dudas con toda confianza, por lo tanto acepto participar en la investigación:

Nombre: \_\_\_\_\_ Firma/Huella \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

\*Nombre de testigo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

\*Si es necesario debido a que el participante es analfabeto o con discapacidad auditiva o visual.

Nombre y Firma de encuestador \_\_\_\_\_

Negación \_\_\_\_\_

Se me ha explicado el proceso a realizar, sin embargo no deseo participar en el estudio.

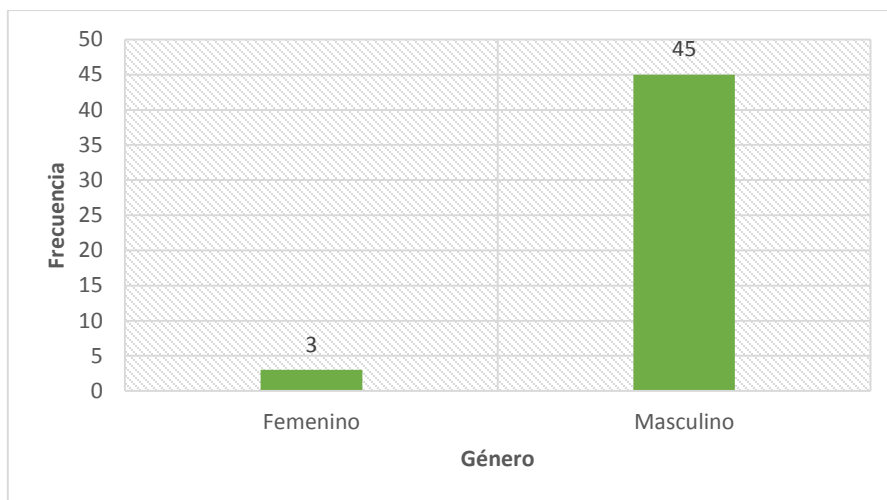
Nombre: \_\_\_\_\_ Firma/Huella \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### 9.3. GRÁFICAS

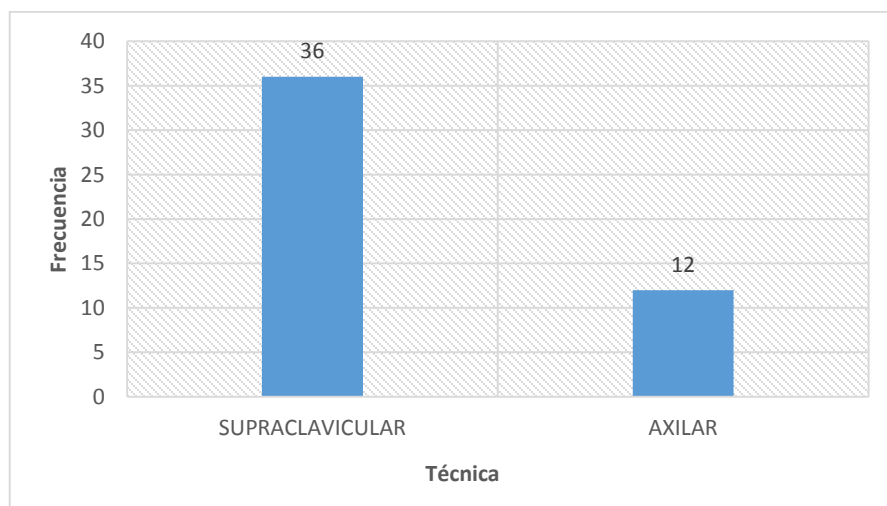
Gráfica 1

Género de la población de estudio en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



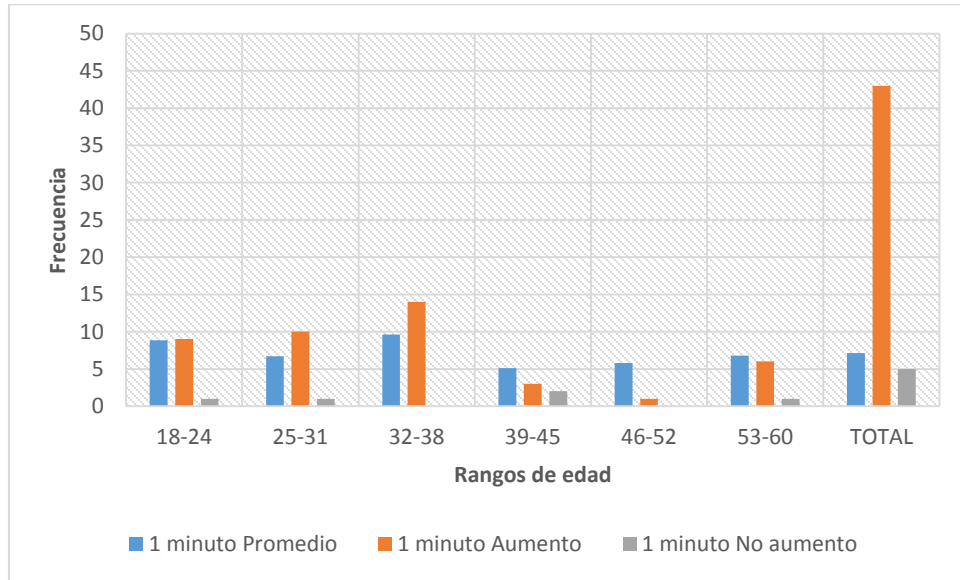
Gráfica 2

Tipo de técnica de bloqueo de plexo braquial utilizada de la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



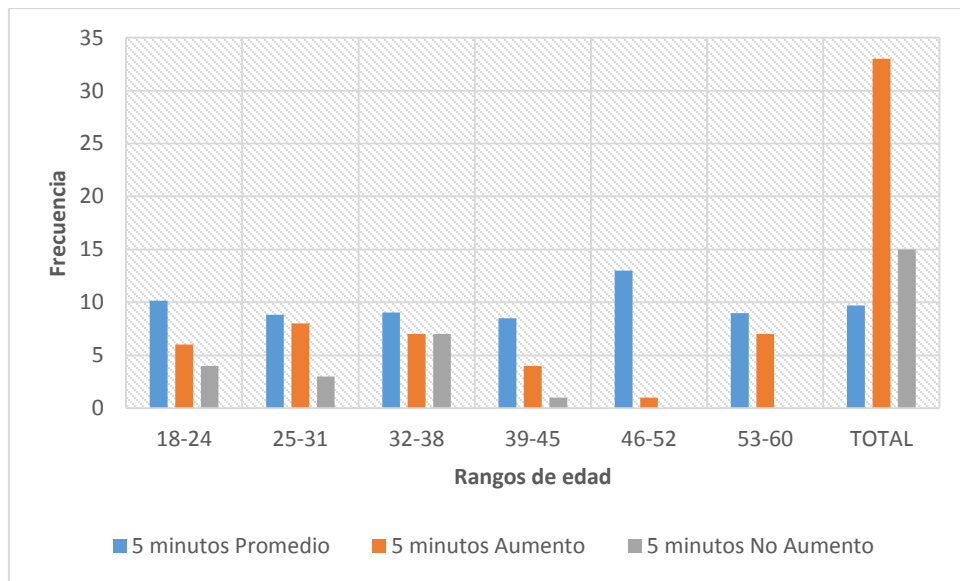
Gráfica 3

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 1 minuto, en la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



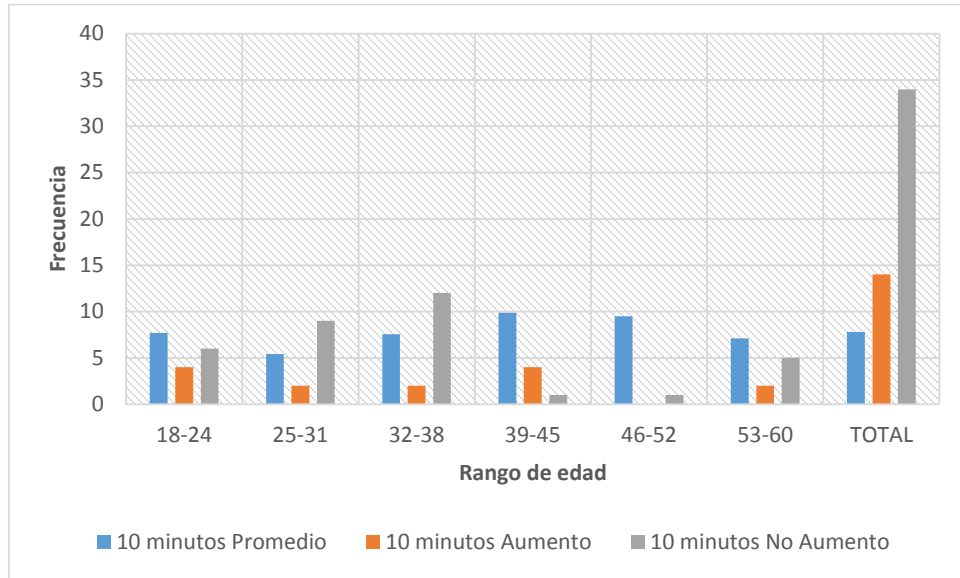
Gráfica 4

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 5 minutos, en la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



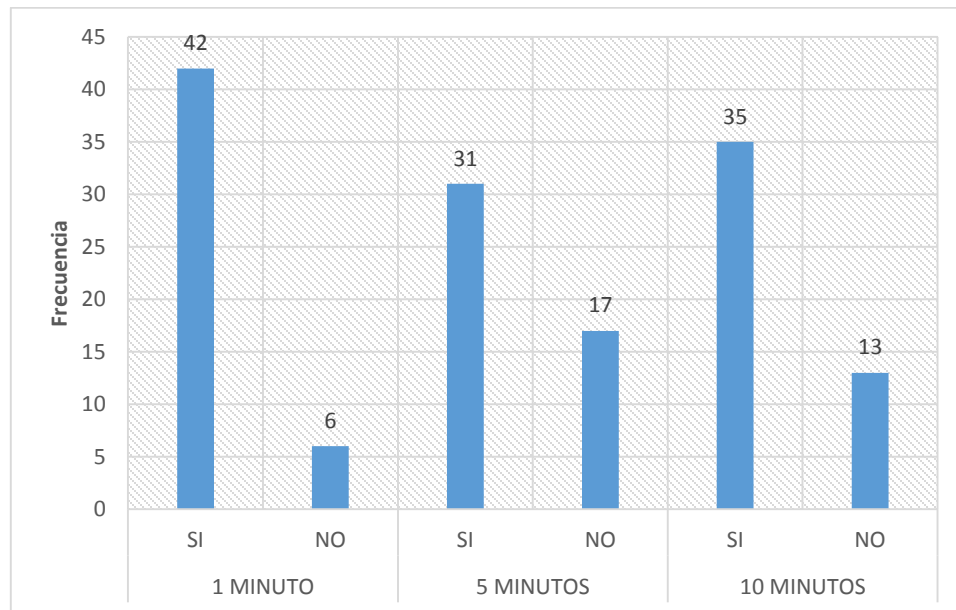
Gráfica 5

Variaciones por edad del índice de perfusión en el período de medición de 10 minutos, en la población estudiada en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



Gráfica 6

Frecuencia del número de pacientes según el aumento del índice de perfusión en los períodos de medición, en el Hospital General de Accidentes "Ceibal" del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala enero-abril 2019



### **PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR TRABAJO**

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **“ÍNDICE DE PERFUSIÓN COMO INDICADOR TEMPRANO DE BLOQUEO REGIONAL EXITOSO”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.