

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS:

**“UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN
DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO
EXITOSO”**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:
ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DR. EDGAR SERAPIÓN VEGA TORRES

ASESORAS DE TESIS:

DRA. YESSENIA MORENO GARFIAS

MFB. MARÍA SANDRA HUAPE ARREOLA

MORELIA, MICHOACÁN; A 24 DE FEBRERO DEL 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AUTORIZACIONES DE TESIS

DR. ROMÁN ARMANDO LUNA ESCALANTE
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL “DR MIGUEL SILVA”

DR. OMAR SALMERÓN COVARRUBIAS
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DRA. ALETHIA AYALA NÚÑEZ
JEFA DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
PROFESORA TITULAR DE CURSO DE ESPECIALIDAD

DRA. MARIA SANDRA HUAPE ARREOLA
ASESORA METODOLÓGICA DE TESIS

—
DRA YESSSENIA MORENO GARFIAS.
ASESORA CLÍNICA DE TESIS

DR. EDGAR SERAPIÓN VEGA TORRES
SUSTENTANTE

CARTA DE APROBACIÓN DE LOS COMITÉS



Gobierno del Estado
de Michoacán de Ocampo

Dependencia SECRETARÍA DE SALUD

Sub-dependencia HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"

Oficina COMITÉS DE ETICA EN INVESTIGACIÓN Y DE INVEST.

No. de oficio 5009/2022/059

Expediente

Asunto:

**APROBACIÓN DE PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

"2022, AÑO DE RICARDO FLORES MAGÓN"

Atapaneo, Morelia, Michoacán, 16 de marzo del 2022.

**C. DR. EDGAR SERAPIO VEGA TORRES
MÉDICO RESIDENTE DE ANESTESIOLOGÍA
INVESTIGADOR PRINCIPAL
P R E S E N T E.**

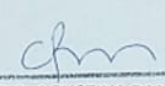
Por este conducto le informamos, que el Comité de Ética en Investigación con número de Registro CONBIOÉTICA-16-CEI-004-20161212 con fecha de expedición diciembre 13 del 2019 y el Comité de Investigación con número de Registro COFEPRIS-17-CI-16053153 con fecha de expedición 11 de noviembre del 2017 del Hospital General "Dr. Miguel Silva", revisaron y APROBARON su proyecto de investigación con número de registro 601/02/22 titulado:

"UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO".

No omitimos mencionarle que deberá presentar a estos comités los resultados parciales y finales, así como cualquier enmienda que se pretenda realizar en el transcurso de la investigación de acuerdo a la norma oficial mexicana que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos y a la Guía Nacional Para la Integración y funcionamiento de los comités de Ética en Investigación.

Sin más por el momento, le enviamos un cordial saludo.


ATENTAMENTE


**DRA. CLAUDIA AGUSTINA RAMOS OLMOS
PRESIDENTA DEL COMITÉ DE ETICA EN INVESTIGACION
DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"**

**COMITE DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN**

**C.c.p. Dra. María Patricia Martínez Medina - Subdirectora de Enseñanza e Investigación - Hospital General "Dr. Miguel Silva"
C.c.p. notario:
SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN**

CARO*JFB*sev.


**DR. JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ BELTRÁN
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACION
DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA".**

**COMITE DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"**

SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mi esposa, por amarme y acompañarme en todo momento, por demostrarme que siempre sale el sol, por darle vida a nuestra hija Salma, nuestra mayor motivación. Las amo inmensamente.

A mis padres por ser mi mayor ejemplo, por su apoyo incondicional y por hacerme creer que los sueños se pueden alcanzar. Por darle ángeles a mi vida, Koco, Magaly y Julio. Siempre en mi corazón.

Un agradecimiento especial a la Dra. Yessenia Moreno Garfias, por hacer posible este proyecto y ser mi guía en mi formación como persona y especialista.

A los médicos de ésta, mi alma mater, el Hospital General “Dr. Miguel Silva”, por saber darme las herramientas para mi crecimiento personal y profesional.

Dr. Edgar Serapión Vega Torres

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El índice de perfusión es una evaluación de la fuerza pulsátil en un sitio de control específico y como tal, es una medida indirecta y no invasiva de la perfusión periférica, sin embargo, no se ha documentado ningún estudio en el Hospital General "Dr. Miguel Silva" para evaluar el éxito del bloqueo de plexo braquial supraclavicular en pacientes sometidos a cirugía de miembro superior.

OBJETIVO: Evaluar el índice de perfusión periférica como predictor de bloqueo de plexo braquial supraclavicular exitoso. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Ensayo observacional, analítico, prospectivo y longitudinal. Se evaluaron 56 pacientes que fueron intervenidos de cirugía de miembro superior, usando bloqueo de plexo braquial por vía supraclavicular, como técnica anestésica, se registró el índice de perfusión en la extremidad afectada antes y después del bloqueo del plexo supraclavicular, así como signos vitales, posteriormente se analizaron los resultados. Para las variables cualitativas se tomó la frecuencia con su respectivo porcentaje; el contraste se realizó con la prueba Chi cuadrada o Test exacto de Fisher. Para las variables cuantitativas, $\bar{x} \pm$ Desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$); el contraste de hipótesis se llevó a cabo mediante la *t* de Student o U de Mann Whitney para no paramétricas. Se realizaron gráficas y tablas de los mismos. Posteriormente se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. **RESULTADOS:** Se obtuvo un mínimo de 0.53 y un máximo de 6.00, con una media de 2.82 ± 1.42 para el índice de perfusión periférica antes del bloqueo de plexo braquial. Para el índice de perfusión periférica después del bloqueo de plexo, se obtuvo un mínimo de 0.24 y un máximo de 12.40, con una media de 5.73 ± 2.71 . Se observó que de los 28 pacientes que tuvieron un aumento de >3.3 en el índice de perfusión en solo 2 pacientes se tuvo que convertir la técnica anestésica a anestesia general balanceada por un bloqueo de plexo supraclavicular fallido, en cambio aquellos 28 pacientes que no tuvieron un aumento de >3.3 en el índice de perfusión, 16 pacientes se convirtió la técnica anestésica a anestesia general balanceada por un bloqueo de plexo supraclavicular fallido. **CONCLUSIONES:** El índice de perfusión periférica como monitorización no invasiva, es de utilidad para predecir un bloqueo de plexo braquial supraclavicular, por tener un valor predictivo

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

positivo de 93% cuando se obtiene un aumento de más de 3.3 unidades respecto a su basal y 91.4% cuando se obtiene un resultado >1.4 en la relación del índice de perfusión. Al conocer el alto valor predictivo positivo del índice de perfusión periférica para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular exitoso, nos brinda la posibilidad de realizar una evaluación más objetiva y oportuna, de esta manera se logra reducir los tiempos quirúrgicos. Además, nos permite evaluar el éxito del bloqueo de plexo braquial supraclavicular en pacientes sedados.

ABREVIATURAS

PI/IPP/IP	Índice de perfusión
PPG	Fotopletismografía
AC	Corriente alterna
CC	Corriente continua
O ₂ Hb	Oxihemoglobina
Hb	Hemoglobina reducida
UCI	Unidad de cuidados intensivos
IS	Índice de choque
FC	Frecuencia cardiaca
LBNP	Presión negativa en la parte inferior del cuerpo
PAM	Presión arterial media
ERD	Enfermedad renal diabética
ERC	Enfermedad renal crónica
T.A.S	Tensión arterial sistólica
T.A.D	Tensión arterial distólica
F.R	Frecuencia respiratoria
SatO ₂	Saturación de oxígeno

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL
SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

RELACIÓN DE ANEXOS

I CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

II HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
MARCO TEÓRICO	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	27
JUSTIFICACIÓN.....	28
OBJETIVOS.....	29
HIPÓTESIS	29
MATERIAL Y MÉTODOS	31
POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	32
DISEÑO DEL ESTUDIO	32
MUESTRA.....	32
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	33
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	33
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	33
VARIABLES.....	34
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	36
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD.....	36
DECLARACIÓN DE HELSINKI	37
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
RESULTADOS.....	39
DISCUSIÓN	50
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	59

INTRODUCCIÓN

La necesidad de abordar y monitorear a los pacientes de forma mínimamente invasiva pero de manera más exacta, reduciendo así el número de complicaciones, es lo que permitió desarrollar a través de los años el concepto de índice de perfusión. Este es uno de los parámetros más utilizados en el análisis de flujo vascular, el cual evalúa la relación entre el funcionamiento cardiaco y la resistencia vascular periférica; en otras palabras, valora la fuerza pulsátil en un sitio específico de control y, por lo tanto es una medida indirecta y no invasiva de perfusión periférica.

Hoy en día los pulsioxímetros brindan una información crucial en la monitorización de cualquier paciente, como la frecuencia cardiaca, sin embargo, el desarrollo tecnológico actual nos ha brindado mayor información con respecto a variables hemodinámicas, las cuales pueden ser utilizadas por clínicos en la monitorización continua y segura de los pacientes.

Gracias al Dr. William New, anesthesiólogo de la Universidad de Stanford, quien se encargó de desarrollar y comercializar el modelo Nellcor N100, se obtuvo por primera vez una utilidad clínica agregada al oxímetro de pulso en las salas de cirugía, evaluando la perfusión periférica de los pacientes. Fue de esta forma, como inició el uso de la fotopleetismografía por impedanciometría como una opción viable para la monitorización no invasiva del estado hemodinámico en los pacientes críticos.

El índice de perfusión se obtiene a partir de la relación entre la señal pulsátil de luz absorbida, dada por el flujo de entrada arterial pulsante y la señal no pulsátil y como tal, es una medida indirecta y no invasiva de la perfusión periférica. Gracias a esto, se han desarrollado múltiples investigaciones que han evidenciado cómo el índice de perfusión en comparación con otras formas no invasivas de monitorización continua han mostrado resultados significativos.

En términos generales, el índice de perfusión (PI) refleja el tono vasomotor periférico. Un bajo índice de perfusión sugiere vasoconstricción periférica y, un índice de perfusión alto sugiere vasodilatación. El valor de PI varía según el área de monitorización y, según las condiciones fisiológicas y patológicas que acompañen al paciente. En la pantalla PI varía de 0.02% (muy poca intensidad del pulso) a 20% (alta intensidad del pulso).

La vasoconstricción periférica es una señal de alerta temprana de choque circulatorio en pacientes críticamente enfermos, cuando el flujo sanguíneo se desvía de tejidos menos importantes para mantener la perfusión de órganos vitales a costa de la circulación periférica.

Es por eso que desde el año 2000, el avance tecnológico y el desarrollo de los pulsioxímetros ha permitido de forma más fiable y segura calcular el índice de perfusión (PI).

El índice de perfusión de la oximetría de pulso se ha utilizado para monitorizar los cambios en la respuesta simpática a los estímulos nocivos. El dolor es un problema común y poco tratado en pacientes críticamente enfermos. El dolor no aliviado en pacientes críticamente enfermos activa el sistema nervioso simpático, aumenta las hormonas del estrés que causan vasoconstricción, aumenta la demanda de oxígeno, altera el control glucémico y deteriora la función del sistema inmunológico.

El índice de perfusión también se ha utilizado para determinar el éxito de los bloqueos de nervios periféricos. Además se ha utilizado para indicar la vasodilatación inducida por simpatectomía. La anestesia neuroaxial y el bloqueo simpático lumbar inducen una simpatectomía segmentaria que conduce a una vasodilatación selectiva de la extremidad inferior. El aumento en el índice de perfusión del oxímetro de pulso (PI) puede proporcionar una evidencia objetiva, más temprana y clara de vasodilatación inducida por simpatectomía que la proporcionada por un aumento de la temperatura cutánea y una disminución de la presión arterial. El bloqueo del nervio supraclavicular es un método popular de anestesia para cirugías de miembros superiores. Los métodos convencionales para evaluar el éxito de los bloqueos consumen mucho tiempo y necesitan la cooperación

del paciente. El PI fue más alto en la extremidad bloqueada en todos los puntos de tiempo, y esto fue paralelo a una relación de PI más alta en comparación con la extremidad no bloqueada. Tanto el PI como el cociente del PI a los 10 minutos después de la inyección mostraron una sensibilidad y especificidad del 100% para el éxito del bloqueo a valores de corte de 3,3 y 1,4, respectivamente. El índice de perfusión es una herramienta útil para evaluar el bloqueo exitoso del nervio supraclavicular.

El método tradicional para evaluar la idoneidad del bloqueo para la cirugía se basa en la pérdida de respuesta sensorial a los estímulos, lo que requiere la cooperación del paciente. El índice de perfusión es un predictor del éxito del bloqueo infraclavicular. Los mayores cambios en PI ocurren 30 minutos después del bloqueo, pero se detectaron cambios significativos en el PI 10 minutos después de la administración. La monitorización del índice de perfusión puede proporcionar una herramienta muy valiosa para evaluar rápidamente el éxito de la anestesia regional de la extremidad superior en la práctica clínica. En el área quirúrgica se ha visto la necesidad de una monitorización no invasiva y en tiempo real, que sea de utilidad para la detección temprana de un bloqueo de plexo braquial.

MARCO TEÓRICO

El trasfondo teórico para la evaluación no invasiva de la oxigenación de la sangre se estableció desde el año 1900 cuando se observó que los cambios espectrales de absorción de luz en vivo se relacionan con la perfusión tisular. Entre los años 1930 y 1940, fisiólogos alemanes, ingleses, y estadounidenses elaboraron oxímetros de oído con la luz roja e infrarroja. En 1942, se acuñó la palabra «oxímetro» para un dispositivo auditivo portátil que leía la absorción de energía en los espectros de luz roja e infrarroja. Sin embargo, los primeros oxímetros creados solo se basaban en la compresión y reperfusión del lugar de medición o en vasodilatación capilar a través de la calefacción dando como resultado, medidas inexactas y poco aplicables en la práctica clínica. El año 1974 fue en el que surgió el gran avance para la utilidad de los pulsioxímetros que hoy en día conocemos y empleamos, gracias al ingeniero eléctrico japonés Aoyagi, quien descubrió que los cambios pulsátiles podrían utilizarse para calcular la saturación en relación con las proporciones de los cambios de pulso en la luz roja e infrarroja y al equilibrarlos, hacer las medidas de la saturación de oxígeno. Sus ideas y ecuaciones condujeron al desarrollo y a la venta del primer oxímetro de pulso en el año 1975 por los ingenieros de la Minolta Corporation quienes descubrieron que la saturación de la hemoglobina podía medirse analizando la absorción pulsátil de la luz.

Desarrollos tecnológicos posteriores permitieron que desde los años 80 se elaboraran los pulsioxímetros que hoy en día conocemos y utilizamos de forma rutinaria. Más allá de la saturación de oxígeno, hoy en día los pulsioxímetros brindan una información crucial en la monitorización de cualquier paciente como es la frecuencia cardíaca, sin embargo, el desarrollo tecnológico actual nos ha brindado mayor información con respecto a variables hemodinámicas la cual puede ser utilizada por clínicos en la monitorización continua y segura de los pacientes.

Gracias al Dr. William New, anestesiólogo de la Universidad de Stanford, quien se encargó de desarrollar y comercializar el modelo Nellcor N100, se obtuvo por primera vez una utilidad clínica agregada al oxímetro de pulso en las salas de

cirugía, evaluando la perfusión periférica de los pacientes. Fue de esta forma, como inició el uso de la fotopleletismografía por impedanciometría como una opción viable para la monitorización no invasiva del estado hemodinámico en los pacientes críticos. Tal fue el interés que generó el desarrollo de esta intervención, y el aumento en el número de estudios, que permitió que esta técnica fuese acogida por anestesiólogos y médicos de cuidado crítico adulto para emplearla en sus pacientes.

Es por eso que desde el año 2000, el avance tecnológico y el desarrollo de los pulsioxímetros ha permitido de forma más fiable y segura calcular el índice de perfusión (PI). Este se obtiene a partir de la relación entre la señal pulsátil de luz absorbida, dada por el flujo de entrada arterial pulsante y la señal no pulsátil. Gracias a esto, se han desarrollado múltiples investigaciones que han evidenciado cómo el índice de perfusión en comparación con otras formas no invasivas de monitorización continua han mostrado resultados significativos.

La fotopleletismografía (PPG) es una técnica óptica no invasiva que determina el seguimiento de las pulsaciones asociadas con los cambios en el volumen sanguíneo. La luz emitida a través de un transductor atraviesa los tejidos para ser posteriormente recibida por un fotodetector, el cual mide las variaciones que se supone están relacionadas con los cambios de volumen. Estas variaciones se amplifican y se registran como una señal, la cual se divide en 2 componentes.

1. Componente pulsátil o corriente alterna (AC) correspondiente al pulso o volumen de sangre arterial asociada directamente al rendimiento cardíaco.
2. Componente no pulsátil o corriente continua (CC), que corresponde a la tensión constante emitida en un punto específico. Su magnitud está determinada por la naturaleza del material a través del cual pasa la luz (piel, grasa subcutánea, músculos, cartílagos, huesos y sangre capilar y venosa).

Otro componente importante en el funcionamiento de los oxímetros de pulso se relaciona con la oxihemoglobina (O₂Hb) y hemoglobina reducida (Hb) en una onda pulsátil durante determinado intervalo de tiempo, las cuales tienen diferentes espectros de absorción. Actualmente los oxímetros disponibles utilizan sensores

ubicados alrededor de una mano o pie con dos diodos emisores de luz que emiten luz roja e infrarroja, en longitudes de onda de 660 y 940nm respectivamente. La luz es detectada en el otro lado usando un fotodiodo. Estas dos longitudes de onda se utilizan porque O₂Hb y Hb tienen espectros de absorción diferente en estas longitudes de onda particulares. La luz roja, es mejor absorbida por O₂Hb que por la Hb, mientras ocurre lo contrario con la luz infrarroja. Por lo tanto, cualquier cambio en la absorción de la luz se debe atribuir a las variaciones del volumen de sangre arterial en relación con el ciclo cardíaco.

Esta teoría se encuentra basada en la ley de Beer Lambert de absorción de luz. La cual, conceptualmente nos ayuda para distinguir la forma de onda del oxímetro de pulso como una medida de cambio en el volumen de sanguíneo (más específicamente longitud de la trayectoria), durante un ciclo cardíaco, en la región que está siendo estudiada. El consenso general es que la forma de onda PPG viene desde el sitio de máxima pulsación dentro de los vasos arteriolares donde la energía pulsátil se convierte en un flujo suave justo antes del nivel de los capilares. Para que la medida sea adecuada, el dispositivo debe ser ubicado de tal manera que el emisor y el detector estén exactamente uno frente al otro con 5 a 10 mm de tejido entre ellos.

Morfología y análisis de la onda fotopletoislográfica:

La forma de onda PPG es una señal muy compleja que contiene una gran cantidad de información cuando se analiza su forma y altura, pues es una representación del estado hemodinámico del paciente. La PPG mide los cambios en el volumen de sanguíneo en el lugar de medición. Cuanto mayor sea el volumen de sangre (vasodilatación), más luz es absorbida, y la corriente resultante generada por el fotodetector es menor. Así, durante la sístole, la cantidad de luz transmitida a través del sitio es menor que durante la diástole, lo cual da una imagen en espejo de las ondas de presión sanguínea arterial. Sin embargo, para que sea más fácil su interpretación los dispositivos invierten la imagen en la pantalla.

Un aumento momentáneo en el volumen de sangre arterial; la amplitud de la PPG varía con la potencia de la carga ventricular y el tono vasomotor. Todos estos

cambios pueden ser utilizados para determinar el estado hemodinámico del paciente en cualquier punto de tiempo.

Los avances en la oximetría de pulso se centran en el análisis morfológico de la forma de onda PPG que han definido nuevas variables como el PI y el índice de variabilidad pletismográfica que son capaces de evaluar el estado hemodinámico.

El PI (índice de perfusión) es una evaluación de la fuerza pulsátil en un sitio específico de control (por ejemplo, la mano, el dedo o el pie), y como tal es una medida indirecta y no invasiva de la perfusión periférica. Se calcula mediante la relación del componente AC (pulsátil) y el componente CC (no pulsátil) de la señal pletismográfica.

En términos generales, PI refleja el tono vasomotor periférico. Un bajo PI sugiere vasoconstricción periférica y un PI alto sugiere vasodilatación. El valor de PI varía según el área de monitorización y según las condiciones fisiológicas y patológicas que acompañan al paciente. En la pantalla PI varía de 0.02% (muy poca intensidad del pulso) a 20% (alta intensidad del pulso).

La tendencia PI es fundamental ya que puede revelar cambios sutiles en la perfusión que se pierden en variables de pantallas estáticas. Estos cambios proporcionan retroalimentación inmediata sobre el estado de la perfusión y / o eficacia de las intervenciones terapéuticas, guiando así la gestión clínica.

El reconocimiento temprano del deterioro cardiocirculatorio es importante para evitar la hipoxia tisular que en última instancia podría conducir a una insuficiencia multiorgánica. Otras medidas más objetivas, algunas veces invasivas y fiables, son utilizadas también en el contexto hospitalario. Sin embargo, la necesidad de un reconocimiento precoz, objetivo y continuo que permita tomar decisiones más rápidas le ha brindado un valor añadido al PI (índice de perfusión). [1]

El fabricante informa que el límite inferior y superior de lo normal es 0,3 y 10,0, respectivamente.

Durante la insuficiencia circulatoria asociada con hipovolemia y bajo gasto cardíaco, la redistribución del flujo sanguíneo causado por el aumento de la vasoconstricción da como resultado una disminución de la perfusión de la piel. Por lo tanto, en pacientes críticamente enfermos, la perfusión cutánea se utiliza con frecuencia para evaluar la adecuación del flujo sanguíneo global. Los signos clínicos de mala perfusión cutánea consisten en piel fría, pálida, húmeda y moteada. Recientemente, se han puesto a disposición técnicas para medir la perfusión de la piel. Las mediciones de flujo con láser Doppler y la microscopía capilar pueden cuantificar adecuadamente los cambios en el flujo sanguíneo capilar, pero no están fácilmente disponibles en el departamento de emergencias o la unidad de cuidados intensivos. [2]

Un objetivo importante de la monitorización hemodinámica es la detección precoz de la oxigenación y perfusión tisular inadecuadas para instituir una terapia rápida y guiar la reanimación, evitando daños en los órganos. En la práctica clínica, la oxigenación de los tejidos se evalúa con frecuencia mediante el uso de mediciones globales convencionales, como la presión arterial, las variables derivadas del oxígeno y los niveles de lactato en sangre. Sin embargo, la evaluación de los parámetros hemodinámicos globales no refleja el aumento de los niveles de lactato en sangre, el desequilibrio entre la demanda y el suministro de oxígeno, o el estado de la microcirculación. Además, a menudo requiere técnicas de monitorización invasivas que suelen limitar el inicio temprano, normalmente después de que el paciente ha sido admitido en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Para abordar estas limitaciones, ha habido muchos intentos de realizar mediciones del flujo sanguíneo y la oxigenación en los tejidos periféricos. En la insuficiencia circulatoria, el flujo sanguíneo se desvía de los tejidos menos importantes (piel, subcutáneo, músculo, tracto gastrointestinal) a órganos vitales (corazón, cerebro, riñones). Por tanto, la monitorización de la perfusión en estos tejidos menos vitales podría ser un marcador temprano de hipoperfusión tisular vital. En segundo lugar, la evaluación de la perfusión en los tejidos periféricos se puede obtener más fácilmente utilizando técnicas de monitorización no invasivas, lo que facilita el inicio más temprano. La monitorización de la perfusión periférica y la oxigenación no necesita ningún catéter

intravascular, inserción de sonda transesofágica, análisis de componentes sanguíneos o penetración de la piel. Además, se puede realizar directamente (evaluación clínica y gradiente de temperatura corporal) o mediante procesamiento de señales (monitorización óptica; oximetría transcutánea).

Algunos órganos, incluidos el cerebro, el corazón y los riñones, tienen autorregulación vasomotora que mantiene el flujo sanguíneo en estados de presión arterial baja. Sin embargo, la circulación cutánea se ve privada de autorregulación y predomina la respuesta neurohumoral simpática, lo que resulta en una disminución de la perfusión cutánea y la temperatura en estas condiciones. La temperatura de la piel se mide utilizando la superficie dorsal de las manos o los dedos del examinador porque estas áreas son más sensibles a la percepción de temperatura. Se considera que los pacientes tienen extremidades frías si todas las extremidades examinadas están frías para el examinador, o sólo las extremidades inferiores están frías a pesar de las extremas superiores calientes, en ausencia de enfermedad oclusiva vascular periférica. El tiempo de llenado capilar se ha introducido en la evaluación del traumatismo y un valor inferior a 2 s se considera normal. La temperatura de la piel de la extremidad distal también se ha relacionado con la adecuación de la circulación. Kaplan y col. comparó la temperatura de la piel de la extremidad distal (evaluada mediante un examen físico subjetivo) con marcadores bioquímicos y hemodinámicos de hipoperfusión en pacientes adultos de la UCI. Este estudio encontró que los pacientes con periferia fría (incluidos los pacientes sépticos) tenían un gasto cardíaco más bajo y niveles más altos de lactato en sangre como un marcador de hipoxia tisular más grave. Los métodos ópticos comúnmente utilizados para la monitorización periférica son el índice de perfusión, la espectroscopia de infrarrojo cercano, la flujometría láser-Doppler y la polarización ortogonal espectral. [3]

La monitorización hemodinámica en la fase perioperatoria se basa tradicionalmente en parámetros sencillos y fácilmente disponibles, como la presión arterial y la frecuencia cardíaca. Los hallazgos clínicos como la temperatura de la piel, la respuesta capilar, el color, el moteado, la diuresis y la lactatemia a veces pueden

proporcionar información adicional, aunque por lo general con una resolución temporal bastante larga. Incluso períodos cortos de inestabilidad cardiovascular intraoperatoria se han asociado con un aumento de la morbilidad y la mortalidad.[4]

El índice de perfusión periférica (PI) y el índice de choque (IS) se consideran predictores valiosos de los resultados hospitalarios y la mortalidad en diversos entornos quirúrgicos y de cuidados intensivos. El índice de choque (IS), que se define como la relación entre la frecuencia cardíaca (FC) y la presión sistólica, es una de las medidas no invasivas importantes de la inestabilidad hemodinámica y se considera una variable de resultado útil en una variedad de condiciones clínicas.[5]

La alteración de la perfusión periférica está fuertemente asociada a un mal resultado en pacientes críticos. van Genderen y cols determinaron si las evaluaciones repetidas de la perfusión periférica durante los días posteriores a la cirugía podrían ayudar a identificar precozmente a los pacientes con mayor probabilidad de desarrollar complicaciones postoperatorias. Realizaron un seguimiento prospectivo de 137 pacientes consecutivos, de los cuales 111 fueron incluidos en el análisis. Van Genderen y cols observaron complicaciones graves en 19 pacientes (17,0%). En el postoperatorio, los parámetros de perfusión periférica estaban significativamente alterados en los pacientes que posteriormente desarrollaron complicaciones graves en comparación con los que no las desarrollaron, y estos parámetros persistieron en el tiempo. [6]

La vasoconstricción periférica es una señal de alerta temprana de choque circulatorio en pacientes críticamente enfermos, cuando el flujo sanguíneo se desvía de tejidos menos importantes para mantener la perfusión de órganos vitales a costa de la circulación periférica. Debido a que la neuroactividad simpática predomina en la piel y el músculo, la vasoconstricción inducida por la respuesta neurohumoral simpática se manifiesta principalmente como una disminución de la perfusión periférica. Se ha sugerido que el índice de perfusión es un método no invasivo útil para la evaluación del tono vasomotor periférico en voluntarios sanos, recién nacidos y pacientes críticamente enfermos. Este índice se calcula como la relación entre el componente pulsátil (compartimento arterial) y el componente no pulsátil

(sangre venosa y capilar y otros tejidos) de la luz que llega al detector del oxímetro de pulso. Van Genderen y cols investigaron si los cambios en el índice de perfusión como un marcador temprano de vasoconstricción periférica inducida por cambios en el volumen circulante central, y plantearon la hipótesis de que el índice de perfusión periférica podría usarse para la detección precoz de hipovolemia, antes de que ocurran cambios en las variables hemodinámicas convencionales. Para probar esto, utilizaron un modelo de hipovolemia central controlada en voluntarios varones sanos aplicando presión negativa en la parte inferior del cuerpo (LBNP). Durante la aplicación de LBNP, el volumen circulante se redistribuye progresivamente desde la parte superior hacia la parte inferior del cuerpo, induciendo hipovolemia central, que desencadena mecanismos compensadores similares a los de la hemorragia aguda y la hipovolemia clínica. El uso potencial del índice de perfusión durante las reducciones progresivas del volumen sanguíneo central ayuda a determinar si los cambios en este índice preceden a los cambios en los signos vitales monitoreados con frecuencia. [7]

El índice de perfusión del oxímetro de pulso (IP) se ha utilizado para indicar la vasodilatación inducida por simpatectomía. El IP fue un indicador más temprano, más claro y más sensible del desarrollo de simpatectomía inducida por epidural que la temperatura de la piel o la PAM. [8]

El dolor es un problema común y poco tratado en pacientes críticamente enfermos. La evaluación del dolor en pacientes críticamente enfermos es un desafío y se basa en sistemas de puntuación complejos. En pacientes quirúrgicos críticamente enfermos no intubados, la aplicación de un estímulo doloroso se asoció con una disminución del IP. [9]

La sepsis es uno de los principales motivos de ingreso en la unidad de cuidados intensivos y es responsable de una alta morbilidad y mortalidad. Los objetivos hemodinámicos habituales para la reanimación de pacientes con choque séptico utilizan parámetros macrohemodinámicos (frecuencia cardíaca, presión arterial media, presión venosa central). Sin embargo, las alteraciones persistentes del flujo sanguíneo microcirculatorio a pesar de la restauración de los parámetros

macrohemodinámicos pueden provocar insuficiencia orgánica. Esta disociación entre los compartimentos macro y microcirculatorios conlleva la necesidad de evaluar la perfusión tisular de los órganos terminales en pacientes con shock séptico. Los marcadores tradicionales de perfusión tisular pueden no estar fácilmente disponibles (lactato) o puede llevar tiempo evaluarlos (producción de orina). La piel, un órgano de fácil acceso, permite a los médicos evaluar rápidamente la perfusión del tejido periférico con parámetros de cabecera no invasivos, como el gradiente de temperatura de la piel, el tiempo de llenado capilar, la extensión del moteado y el índice de perfusión periférica. Hariri G, Joffre y cols. mostraron que el índice de perfusión está alterado en los pacientes con shock séptico, en comparación con los sujetos de control posoperados en la cirugía programada. Además, en el mismo estudio, el PPI fue significativamente menor en los no sobrevivientes. [10]

Los agentes anestésicos provocan una vasodilatación que aumenta el índice de perfusión y, por tanto, puede predecir una inducción exitosa.

Como cualquier parámetro de monitorización, el índice de perfusión adquiere su aplicación clínica en la UCI pediátrica con la monitorización de sus tendencias. Los autores informan de un hallazgo importante, a saber, que una reducción del 57% del PI inicial es un factor predictivo de un shock inminente. [11]

La vasodilatación periférica es un efecto secundario bien reconocido de la anestesia general e induce cambios en la amplitud de la forma de onda del pletismógrafo de pulso (PPG). Esto se puede cuantificar continuamente utilizando el índice de perfusión (PI), una relación entre la amplitud de la señal pulsátil y no pulsátil en la forma de onda PPG. [12]

El índice de perfusión es un método sencillo para monitorizar la perfusión de forma continua en las unidades de cuidados intensivos.

Sivaprasath P y cols descubrieron que el valor del IP se reduce antes de que se produzca el shock, lo que precede al shock clínicamente identificable durante unos minutos. Al mismo tiempo, los valores de IP mejoraron en cuestión de minutos con

la resolución del shock debido a un tratamiento eficaz y estos valores de IP mejorados también se analizaron para su correlación con los diversos parámetros de la PA en ese momento.[13]

Se ha informado de la importancia de la microcirculación para los resultados adversos en la fase temprana de enfermedades críticas. La función microcirculatoria se evalúa mediante el índice de perfusión, que representa el nivel de circulación a través de los tejidos periféricos. Okada H y cols investigaron correlación entre el índice de perfusión y muerte cardiovascular para explorar si puede servir como predictor de muerte cardiovascular. Los análisis de regresión de Cox ajustados demostraron que el IP se asoció con un mayor riesgo de muerte cardiovascular. Además, en comparación con los pacientes con un IP alto, aquellos con un IP bajo tenían un riesgo significativamente mayor de muerte cardiovascular. El IP es un valioso predictor de muerte cardiovascular en un entorno clínico. [14]

El shivering postanestésico puede desencadenarse por estrés quirúrgico y varios aspectos del manejo anestésico y, con frecuencia, están precedidos por una disminución del flujo sanguíneo periférico debido a la vasoconstricción termorreguladora. Dado que el índice de perfusión se correlaciona con el flujo sanguíneo periférico, Okada H y cols examinaron si el índice de perfusión perioperatorio, medido mediante pulsioximetría, podría estar correlacionado con los temblores postanestésicos. El índice de perfusión disminuyó en pacientes que luego desarrollaron escalofríos postanestésicos. Esto coincidió con el momento en que la diferencia entre la temperatura central y periférica se disoció y la temperatura periférica disminuyó. El índice de perfusión fue significativamente menor en pacientes con escalofríos postanestésicos antes de salir de la anestesia, lo que indica que la medición del índice de perfusión durante y antes del final de la anestesia podría ser un medio útil para predecir los escalofríos postanestésicos.[15]

La prueba de provocación con fluidos es un método ampliamente utilizado para la detección de la capacidad de respuesta a los fluidos en la insuficiencia circulatoria aguda. Sin embargo, la detección de la respuesta del paciente al desafío de fluidos requiere la monitorización del gasto cardíaco, lo que no es factible en muchos

entornos. Hasanin A y cols investigaron si los cambios en el índice de perfusión periférica, derivado de la oximetría de pulso, como un sustituto no invasivo del gasto cardíaco, pueden detectar la respuesta a los líquidos mediante la prueba de provocación con líquidos o no. Δ PPI mostró una capacidad moderada para detectar la capacidad de respuesta a los líquidos en pacientes con shock séptico en infusión de norepinefrina. El aumento de PPI después de 200 ml de prueba de cristaloides puede detectar la capacidad de respuesta a los líquidos con un valor predictivo positivo del 92%; sin embargo, el hecho de que el PPI no aumente no excluye la capacidad de respuesta a los líquidos. [16]

El índice de perfusión puede ser beneficioso en la detección y exclusión de pacientes críticos y necesidades de transfusión sanguínea en el servicio de urgencias. El índice de perfusión se puede utilizar con signos vitales y parámetros de choque en el diagnóstico precoz de hemorragia. [17]

Los pacientes que se someten a cirugías prolongadas son más propensos a la hipoperfusión y al aumento de lactato. En comparación con el lactato, el índice de perfusión indica una hipoperfusión más temprana y más precisa para predecir una estancia prolongada en la UCI.[18]

La enfermedad renal diabética (ERD) es una de las principales causas de enfermedad renal en etapa terminal. A pesar de las terapias recientes, la mortalidad por ERC y los recursos dedicados a la atención sanitaria son problemas importantes. Se necesitan marcadores apropiados para predecir los resultados renales. Por lo tanto, Okada H. y cols investigaron el papel de la perfusión periférica como indicador de eventos renales en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. El índice de perfusión puede ser un nuevo indicador de eventos renales en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.[19]

Los trastornos microcirculatorios se han relacionado constantemente con la fisiopatología de la sepsis. Uno de los principales órganos afectados son los riñones, lo que provoca una lesión renal aguda asociada a sepsis, que se correlaciona considerablemente con la mortalidad. [20]

El bloqueo del nervio supraclavicular guiado por ecografía es un enfoque popular para la anestesia en cirugías de extremidades superiores. El éxito de los bloqueos de nervios periféricos generalmente se evalúa mediante la valoración de la función sensorial y motora; sin embargo, este método es subjetivo, requiere mucho tiempo y depende de la cooperación del paciente. La detección del éxito del bloqueo generalmente se realiza mediante la evaluación tradicional de la función sensorial y motora. Se han desarrollado varios métodos objetivos para evaluar el éxito del bloqueo. Los métodos objetivos para la evaluación del bloqueo dependen de la evaluación del bloqueo simpático y los cambios fisiológicos consiguientes, como la vasodilatación y los cambios en el flujo sanguíneo y la temperatura de la piel. Estudios previos mostraron otros métodos objetivos para la detección del bloqueo exitoso; estos métodos incluían la medición termográfica de la temperatura, la imagen de perfusión con láser Doppler y la resistencia eléctrica de la piel. Sin embargo, la mayoría de los métodos objetivos consumen mucho tiempo o dependen de equipos sofisticados.

Un bloqueo exitoso del plexo braquial se asocia con una vasodilatación profunda. Este estudio muestra que el PI y la relación de PI son predictivos para un bloqueo exitoso del nervio supraclavicular.

Un aumento relativo del flujo pulsátil en estados de vasodilatación conduce a un aumento del PI. Por lo tanto, el PI puede considerarse como una medida objetiva de la perfusión periférica que puede predecir el éxito del bloqueo periférico.

El bloqueo del nervio supraclavicular es un método popular de anestesia para cirugías de miembros superiores. Los métodos convencionales para evaluar el éxito de los bloqueos consumen mucho tiempo y necesitan la cooperación del paciente. Abdelnasser A. y cols encontraron que el PI fue más alto en la extremidad bloqueada en todos los puntos de tiempo, y esto fue paralelo a una relación de PI más alta en comparación con la extremidad no bloqueada. Tanto el PI como el cociente del PI a los 10 minutos después de la inyección mostraron una sensibilidad y especificidad del 100% para el éxito del bloqueo a valores de corte de 3,3 y 1,4,

respectivamente. El PI se caracteriza por ser simple, rápido y fácil de usar en comparación con otros métodos objetivos para evaluar el éxito del bloqueo.

La detección temprana y precisa del éxito del bloqueo periférico permitiría una acción correctiva rápida mediante la suplementación del bloqueo o cambiando a anestesia general; esto ahorraría tiempo en el quirófano y mejoraría la satisfacción del paciente. Los métodos objetivos de éxito del bloqueo también evitarían evaluaciones mediante punciones en la piel excesivas en el paciente y permitirían la evaluación del bloqueo en pacientes sedados y anestesiados.

En conclusión, el PI es una herramienta útil para la evaluación del éxito del bloqueo del nervio supraclavicular. [21]

El bloqueo de nervios periféricos es una técnica común de anestesia regional. El método tradicional para evaluar la idoneidad del bloqueo para la cirugía se basa en la pérdida de respuesta sensorial a los estímulos, lo que requiere la cooperación del paciente. Se han descrito varios métodos para la evaluación objetiva del bloqueo nervioso; entre ellos se encuentra la evaluación cuantitativa del bloqueo de las inervaciones autonómicas del brazo. Después del bloqueo exitoso de los nervios periféricos, se produce vasodilatación local, aumento del flujo sanguíneo local y aumento de la temperatura de la piel como resultado del bloqueo de las fibras nerviosas simpáticas. Sin embargo, en un quirófano concurrido, estos signos clínicos no aparecen lo suficientemente rápido como para ser utilizados para la toma de decisiones clínicas, en particular para confirmar la idoneidad de un bloqueo antes o durante la cirugía.

El índice de perfusión es un predictor del éxito del bloqueo infraclavicular. Los mayores cambios en PI ocurren 30 minutos después del bloqueo, pero se detectaron cambios significativos en el IP 10 minutos después de la administración.

El estándar de atención es determinar la eficacia del bloqueo de plexo infraclavicular en función de la presencia de signos clínicos en el brazo y la mano, incluido el aumento de la temperatura cutánea y la sensibilidad de la piel a la punción o al frío. Sin embargo, estos signos pueden ser ambiguos, tardan en surtir efecto y pueden

no predecir objetivamente el éxito o el fracaso de un bloqueo del plexo braquial en la extremidad en algunos pacientes. La evaluación objetiva del éxito de los bloqueos periféricos en pacientes bajo anestesia general, sedación profunda o que no pueden proporcionar retroalimentación es importante para una atención clínica adecuada.

Después de un bloqueo eficaz, aumenta el flujo sanguíneo en los tejidos diana. Debido a que el índice de perfusión es un indicador del flujo sanguíneo periférico y el flujo sanguíneo periférico en las extremidades superiores es un signo clínico de un bloqueo efectivo, el aumento de la PI en el lado del bloqueo puede ser un medio confiable para determinar la eficacia del bloqueo infraclavicular.

La monitorización del índice de perfusión puede proporcionar una herramienta muy valiosa para evaluar rápidamente el éxito de la anestesia regional de la extremidad superior en la práctica clínica. [22]

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿ES DE UTILIDAD EL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR EXITOSO?

JUSTIFICACIÓN

El índice de perfusión permite monitorear a los pacientes de forma mínimamente invasiva y mas exacta, analizando el flujo vascular y valorar la fuerza pulsátil en un sitio específico.

Las lesiones del miembro superior se presentan en el 9.89% comparado con otras causas que ameritan atención médica. La mayoría fueron varones (70.74%), menores de 40 años (66.4%). Los tipos de trauma más frecuente son heridas y contusiones (68.1%), seguidas de fracturas (17.1%). El trauma con mayor frecuencia se presentó en mano y dedos (31%), causado por accidentes laborales (33%).

El índice de perfusión se obtiene a partir de la relación entre la señal pulsátil de luz absorbida dada por el flujo de entrada arterial y la señal no pulsátil y, es medida de manera indirecta y no invasiva por el pulsioxímetro de los monitores Mindray con los que cuenta nuestro hospital, por lo cual, no fue necesario un financiamiento externo.

La necesidad de abordar y monitorear a los pacientes de forma mínimamente invasiva, pero de manera más exacta, reduciendo así, el número de complicaciones es, lo que permitió desarrollar a través de los años el concepto de índice de perfusión. Hoy en día los pulsioxímetros brindan una información crucial en la monitorización de cualquier paciente.

En los últimos años se ha incorporado el índice de perfusión en los oxímetros de última generación, por lo que se ha convertido en una herramienta al alcance de todo el personal de salud, ya que, brinda la posibilidad de transportarlo a cualquier lugar, y los parámetros mostrados son dinámicos, por lo que se pueden tomar acciones en ese mismo instante.

OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el índice de perfusión periférica como predictor de bloqueo de plexo braquial supraclavicular exitoso.

Objetivos específicos:

1. Comparar las modificaciones del índice de perfusión periférica con la evaluación del bloqueo motor y sensitivo de la extremidad superior.
2. Comparar las modificaciones del índice de perfusión periférica con la evaluación de los signos vitales: Presión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura en la extremidad bloqueada, saturación de oxígeno.
3. Identificar la presencia o ausencia de un bloqueo de plexo braquial efectivo para que se pueda llevar a cabo el procedimiento quirúrgico.
4. Relacionar el bloqueo de plexo braquial motor o sensitivo exitoso con un aumento en el índice de perfusión periférica.

HIPÓTESIS

H(0) EL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA NO ES UN PREDICTOR DE BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR EXITOSO.

H(a) EL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA ES UN PREDICTOR DE BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR EXITOSO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Al ingreso del paciente a sala de quirófano, se inició la toma de signos vitales basales (tensión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura en la extremidad a bloquear, saturación de oxígeno) y para el índice de perfusión se eligió el dedo con la mejor transmisión de señal de la extremidad a bloquear y se registró como índice de perfusión basal, posteriormente bajo visión ecográfica con ultrasonido y transductor lineal de alta frecuencia Philips ClearVue 350 ® previa asepsia y antisepsia con clorhexidina o yodopovidona, se colocó el transductor lineal en fosa supraclavicular en una orientación transversal, se localizó el plexo braquial y estructuras adyacentes, con la aguja ecogénica (10 cm, 22-18G) se realizó punción en plano, hasta alcanzar la proximidad del plexo braquial y de la primera costilla, previa aspiración negativa se infiltró una pequeña cantidad de anestésico local para elevar el plexo de la primera costilla, se avanzó la aguja hasta la cara adyacente a la arteria subclavia o “corner pocket”, previa aspiración se infiltraron 25 ml de anestésico local (12.5 ml de bupivacaína al 0.5% + 12.5 ml de lidocaína al 2% o 25 ml de ropivacaína al 0.75%), en el perímetro del plexo, se retiró la aguja de bloqueo y el transductor lineal, cada 3 minutos se evaluó el bloqueo sensitivo mediante punciones gentiles con aguja estéril y cada 5 minutos el bloqueo motor mediante la capacidad de flexionar el codo y la mano contra resistencia, a los 10 minutos posteriores al bloqueo se realizó una nueva medición de sus constantes vitales incluyendo el índice de perfusión, se realizó una evaluación clínica y, si presentó dolor el paciente se procedió a convertir la técnica anestésica a anestesia general balanceada tomando esto como un estándar de oro para un bloqueo de plexo braquial supraclavicular fallido, se analizó el comportamiento del índice de perfusión antes y, después del bloqueo así como de la relación del índice de perfusión, dicha medida se calculó como la relación entre el índice de perfusión a los 10 minutos después de la inyección y el índice de perfusión basal, se tomó como predictor para un bloqueo de plexo braquial supraclavicular exitoso cuando se

obtuvo como resultado un aumento de más de 3.3 en el índice de perfusión y de >1.4 de la relación del índice de perfusión.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el área de quirófanos del Hospital General de Morelia “Dr. Miguel Silva” y en el “Hospital General La Piedad”, en 56 pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años, que decidieron participar, previo consentimiento informado y por escrito, a quienes se les realizó cirugía de miembro superior candidatos a bloqueo de plexo braquial como técnica anestésica (electiva o urgencia).

DISEÑO DEL ESTUDIO

Ensayo clínico, prospectivo, comparativo y transversal.

MUESTRA

Se realizó a conveniencia, incluyéndose los pacientes en el periodo de tiempo comprendido del 01 de marzo del 2022 al 01 de septiembre del 2022.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Pacientes de ambos géneros con edad de 18 años en adelante.
2. Pacientes que contaron con hoja de consentimiento informado, firmado y por escrito que aceptaron participar en el estudio a realizarse. En caso de que el paciente se encontrara imposibilitado para firmar, el consentimiento pudo ser firmado por un familiar responsable o acompañante.
3. Pacientes que requirieron cirugía de miembro superior, para los cuales se requirió anestesia quirúrgica en las regiones de la mitad distal del húmero hasta la punta de los dedos.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Pacientes con infección, absceso o quemadura en el sitio de la inyección del anestésico local.
2. Pacientes con datos clínicos de insuficiencia respiratoria.
3. Pacientes con datos clínicos de estado de choque.
4. Pacientes con enfermedad arterial periférica.
5. Pacientes en tratamiento con antihipertensivos.
6. Pacientes que usaban esmalte en las uñas.
7. Paciente con disautonomía.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

1. Pacientes que previamente autorizaron el estudio y deciden finalmente no participar.
2. Pacientes en los que no se logró registrar oximetría de pulso.

3. Pacientes que fallecieron antes de entrar a quirófano.

VARIABLES

Objetivos específicos	Variable de estudio	Clasificación de variable	Unidades de medida
Comparar las modificaciones del índice de perfusión periférica con la evaluación del bloqueo motor y sensitivo de la extremidad superior.	Índice de perfusión periférica.	Cuantitativa discreta	Cociente *
	Evaluación sensitiva de la extremidad superior	Categórica dicotómica	Sí o No
	Evaluación motora de la extremidad superior	Categórica dicotómica	Si o No
	Relación de índice de perfusión	Cuantitativa discreta	Cociente *
Comparar las modificaciones del índice de perfusión periférica con la evaluación de los signos vitales: Presión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura en la extremidad bloqueada, saturación de oxígeno.	Presión arterial	Cuantitativa discreta	Milímetros de mercurio (mmHg)
	Frecuencia cardiaca	Cuantitativa discreta	Latidos por minuto (lpm)
	Frecuencia respiratoria	Cuantitativa discreta	Respiraciones por minuto (rpm)
	Temperatura en extremidad bloqueada	Cuantitativa discreta	Grados centigrados (°C)
	Saturación de oxígeno	Cuantitativa discreta	Porcentaje (%)

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

Identificar la presencia o ausencia de un bloqueo de plexo braquial efectivo para que se pueda llevar a cabo el procedimiento quirúrgico.	Pérdida de la sensibilidad y motricidad de la extremidad bloqueada	Categórica dicotómica	Si o No
	Ausencia de dolor a la manipulación	Categórica dicotómica	Si o No
Relacionar el bloqueo de plexo braquial motor o sensitivo exitoso con un aumento en el índice de perfusión periférica.	Índice de perfusión (aumento de mas de 3.3 respecto al basal)	Cuantitativa discreta	Cociente *
	Relación del índice de perfusión (>1.4)	Cuantitativa discreta	Cociente *

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este proyecto de investigación se realizó bajo las normas que rige la investigación clínica en el estado en base a la Ley General de Salud, las adecuadas prácticas clínicas, la declaración de Helsinki en la cual se establece que “cuando un médico proporcione una asistencia médica que pudiera tener un efecto de debilitamiento del estado físico y mental del paciente el médico deberá actuar únicamente en interés del paciente” y la Norma Oficial Mexicana para la práctica de la Anestesiología NOM-006-SSA3-2017 con la aprobación del Comité de Ética e Investigación de esta institución. El investigador principal se comprometió a proporcionar la información oportuna sobre cualquier procedimiento al paciente, así como respondió cualquier duda que se presentó con respecto al procedimiento que se llevó a cabo.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD

Artículo 13. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer, el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Artículo 14. La investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse bajo las siguientes bases:

1. Se ajustará a principios científicos y éticos que la justifiquen.
2. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
3. Se deberá realizar solo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
4. Deberán prevalecer siempre las probabilidades de los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles.

5. Contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal, con las excepciones que este reglamento señale.
6. Deberá ser realizada por profesionales de la salud a que se refiere el artículo 114 de este reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano, bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes y que cuente con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.
7. Contará con el dictamen favorable de las comisiones de investigación, ética y de bioseguridad en su caso.
8. Se llevará a cabo cuando se tenga la autorización del titular de la institución de atención a la salud y en su caso, de la secretaría.

DECLARACIÓN DE HELSINKI

El principio básico es el respeto por el individuo, su derecho a la autodeterminación y el derecho a tomar decisiones informadas (consentimiento informado), incluyendo la participación en la investigación, tanto al inicio como durante el curso de la investigación. El deber del investigador es solamente hacia el paciente o el voluntario y mientras exista necesidad de llevar a cabo una investigación, el bienestar del sujeto debe ser siempre precedente sobre los intereses de la ciencia o de la sociedad, y las consideraciones éticas deben venir siempre del análisis precedente de las leyes y regulaciones.

El reconocimiento de la creciente vulnerabilidad de los individuos y los grupos necesita especial vigilancia. Se reconoce que cuando el participante en la investigación es incompetente, física o mentalmente incapaz de consentir, o es un menor entonces el permiso debe darlo un sustituto que vele por el mejor interés del individuo. En este caso su consentimiento es muy importante.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó con el programa SPSS ® versión 25. Para las variables cualitativas se tomó la frecuencia con su respectivo porcentaje; el contraste se realizó con la prueba Chi cuadrada o Test exacto de Fisher.

Para las variables cuantitativas, $\bar{x} \pm$ Desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$); el contraste de hipótesis se llevó a cabo mediante la *t* de Student o U de Mann Whitney para no paramétricas. Se realizaron gráficas y tablas de los mismos.

Se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, mediante las variables cruzadas del índice de perfusión periférica/conversión a anestesia general balanceada y relación del índice de perfusión periférica/conversión a anestesia general balanceada.

RESULTADOS

En el estudio se incluyeron 56 pacientes de ambos sexos, los cuales fueron sometidos a bloqueo de plexo braquial supraclavicular ecoguiado para ser sometidos a procedimientos quirúrgicos de la extremidad superior. De los cuales 41 pacientes fueron masculinos (73.2%) y 15 pacientes fueron femeninos (26.8%), tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación por sexo de los pacientes expresada en porcentaje y frecuencia.		
	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	41	73.2
Femenino	15	26.8
Total	56	100.0
Fuente: Ficha de recolección de datos.		

En la variable de grupo de edad se encontró una predominancia para el grupo de los 18 a los 30 años de edad, con una frecuencia de 24 (42.9%) seguido del grupo de más de 50 años de edad con una frecuencia de 18 (32.1%), el grupo de 31-40 años con frecuencia de 9 (16.1%) y por último el grupo de 41 a 50 años de edad con frecuencia de 5 (8.9%). (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación por edad de los pacientes estudiados.		
	Frecuencia	Porcentaje
18-30 años	24	42.9
31-40 años	9	16.1

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

41-50 años	5	8.9
>50 años	18	32.1
Total	56	100.0
Fuente: Ficha de recolección de datos.		

Para el sitio de lesión se encontró que el sitio más afectado es el antebrazo con una frecuencia de 26 (46.4%), seguido de la mano con una frecuencia de 13 (23.2%), brazo con una frecuencia de 10 (17.9%) y por último el codo (12.5%). (Figura 1).

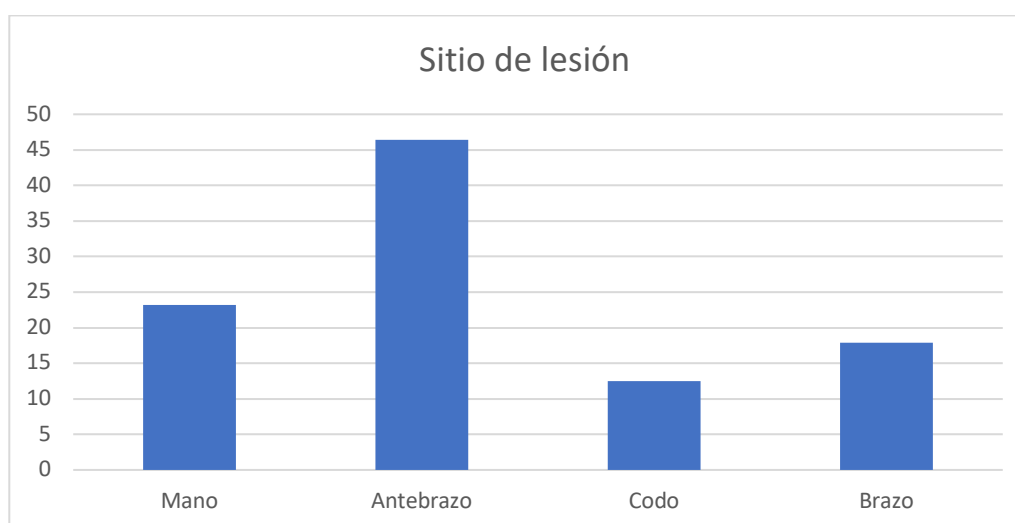


Figura 1. Clasificación de la lesión por sitio anatómico
Fuente: Ficha de recolección de datos. Los datos se expresan en frecuencia.

En cuanto al índice de perfusión periférica antes del bloqueo de plexo, se obtuvo un mínimo de 0.53 y un máximo de 6.00, con una media de 2.82 ± 1.42 . Mientras que en la medición del índice de perfusión periférica después del bloqueo de plexo, se obtuvo un mínimo de 0.24 y un máximo de 12.40, con una media de 5.73 ± 2.71 , lo cual se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Comparación del IPP antes y después del bloqueo de plexo supraclavicular.

Tabla 3. Comparación del IPP antes y después del bloqueo de plexo supraclavicular.		
	IPP antes del bloqueo	IPP después del bloqueo

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

Media	2.8275	5.7314
Desviación estándar	1.42549	2.71236
Mínimo	0.53	0.24
Máximo	6.00	12.40
Fuente: Ficha de recolección de datos.		

Al realizar el contraste de hipótesis se encontró una diferencia estadísticamente significativa para muestras relacionadas ($p=0.00000000003$), esto tomando como referencia la correlación entre el índice de perfusión periférica antes y después del bloqueo de plexo braquial supraclavicular. (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación del IPP antes y después del bloqueo de plexo supraclavicular. Valor de p.			
Intervalo de confianza 95%	Media	Desv. Desviación	Valor de p
Índice de Perfusión antes y después del bloqueo de plexo.	-2.63440	2.19533	0.00000000003
Fuente: Ficha de recolección de datos.			

En el cruzamiento de las variables aumento de índice de perfusión periférica >3.3 y conversión a anestesia general balanceada, se observó que de los 28 pacientes que tuvieron un aumento de >3.3 en el índice de perfusión en solo 2 pacientes se tuvo que convertir la técnica anestésica a anestesia general balanceada por un bloqueo de plexo supraclavicular fallido, en cambio aquellos 28 pacientes que tuvieron un aumento de <3.3 en el índice de perfusión, en 16 pacientes se tuvo la necesidad de convertir la técnica anestésica a anestesia general balanceada por un bloqueo de plexo supraclavicular fallido. (Figura 2).

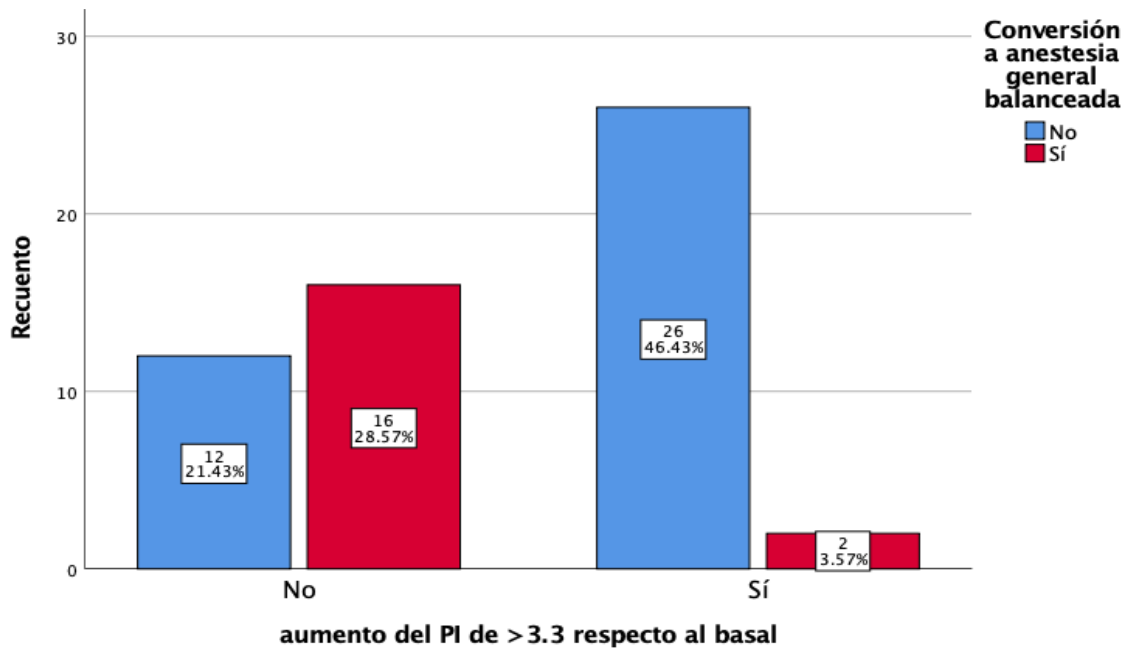


Figura 2. Comparación de la conversión a anestesia general balanceada en pacientes con IP mayor >3.3 y <3.3
Fuente: Ficha de recolección de datos

Se obtuvo una sensibilidad del 68.4% y una especificidad del 88.9% para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular efectivo cuando el índice de perfusión aumentó más de 3.3 unidades. Además para esta misma prueba se obtuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 92.8% y un valor predictivo negativo (VPN) de 57.14%. (Tabla 5).

Tabla 5. Conversión a anestesia general balanceada en pacientes con y sin aumento del IPP >3.3. Sensibilidad y especificidad.

		Aumento del IP de >3.3 respecto al basal		
		No	Sí	
Conversión a anestesia general balanceada	No	Frecuencia	12	26
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	31.6%	68.4% Sensibilidad
	Sí	Frecuencia	16	2
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	88.9% Especificidad	11.1%
Total		Frecuencia	28	28
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	50.0%	50.0%

Fuente: Ficha de recolección de datos.

Respecto a los signos vitales no se encontraron diferencias significativas antes y después del bloqueo, a excepción de la temperatura, encontrándose una media de 36.1 ± 0.32 y 36.4 ± 0.53 antes y después del bloqueo de plexo, como se puede observar en la tabla 7.

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

Tabla 7. Signos vitales antes y después del bloqueo de plexo supraclavicular.

Signos vitales	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T.A.S antes del bloqueo	56	140.59	20.388	95 mmHg	204 mmHg
T.A.S después del bloqueo	56	137.71	20.010	97 mmHg	185 mmHg
T.A.D. antes del bloqueo	56	78.55	7.675	60 mmHg	98 mmHg
T.A.D después del bloqueo	56	75.84	9.057	50 mmHg	92 mmHg
F.C antes del bloqueo	56	75.43	11.89	54 lpm	105 lpm
F.C después del bloqueo	56	73.39	10.55	51 lpm	98 lpm
F.R antes del bloqueo	56	15.50	1.737	11 rpm	22 rpm
F.R después del bloqueo	56	15.29	1.637	12 rpm	22 rpm
SO2 antes del bloqueo	56	96.09	2.242	90 %	100 %
SO2 después del bloqueo	56	97.11	1.942	90 %	100 %
Temperatura antes del bloqueo	56	36.1500	0.32136	35.10 °C	36.90 °C
Temperatura después del bloqueo	56	36.44	0.5392	34 °C	37.5 °C

Abreviaturas: N: número total de individuos; T.A.S: tensión arterial sistólica; T.A.D: tensión arterial diastólica; F.C: frecuencia cardiaca; F.R: frecuencia respiratoria, SO2: saturación de oxígeno.

Fuente: Ficha de recolección de datos. Los datos se presentan en frecuencia, media SD

Para la variable dolor a la manipulación quirúrgica 20 pacientes (35.7%) presentaron dolor a la manipulación quirúrgica, mientras 36 pacientes no lo presentaron (64.2%). (Figura 3).

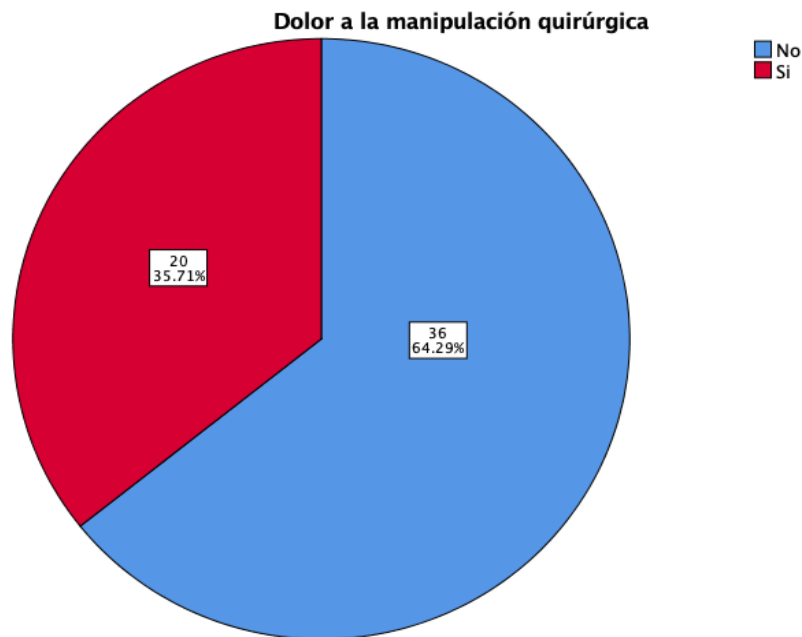


Figura 3. Frecuencia y porcentaje de presentación de dolor al estímulo quirúrgico. Fuente: Ficha de recolección de datos.

En cuanto a la variable conversión a anestesia general balanceada, 18 pacientes tuvieron que ser sometidos a anestesia general balanceada para que se pudiera realizar el procedimiento quirúrgico (32.1%), mientras que 38 pacientes obtuvieron anestesia suficiente para que se pudiera llevar a cabo el procedimiento quirúrgico (67.8%), como se ilustra en la figura 4.

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

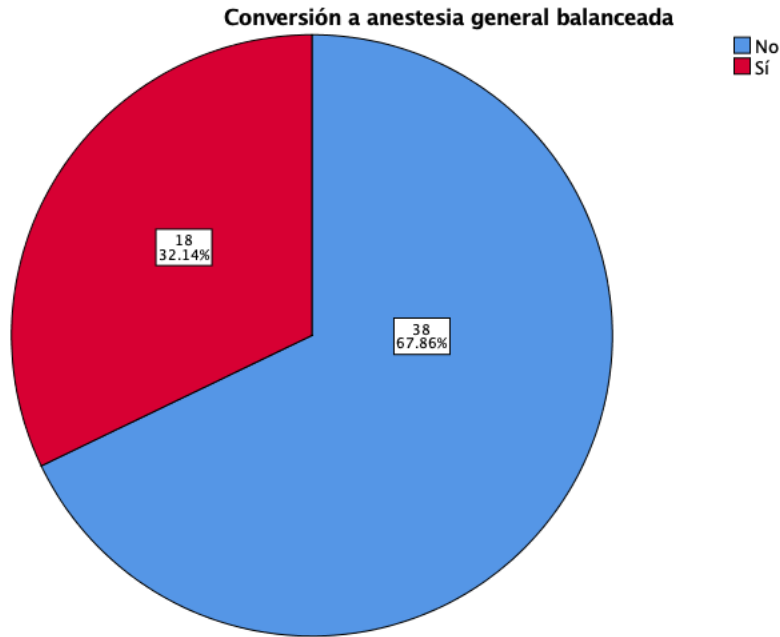


Figura 4. Frecuencia y porcentaje de conversión a anestesia general balanceada. Fuente: Ficha de recolección de datos.

En el cruzamiento de variables, relación del índice de perfusión y conversión a anestesia general balanceada se observó que aquellos 35 pacientes en los que se observó una relación del índice de perfusión >1.4 en 32 pacientes se obtuvo anestesia suficiente para llevar a cabo el procedimiento quirúrgico, y 3 pacientes en los que se obtuvo un bloqueo de plexo braquial supraclavícula fallido.

En contraparte, aquellos 21 pacientes en los que se obtuvo un índice de perfusión <1.4 , fueron 15 los pacientes en los que se requirió anestesia general balanceada por un bloqueo de plexo supraclavicular fallido y 6 pacientes en los que se obtuvo un bloqueo satisfactorio. (Figura 5).

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

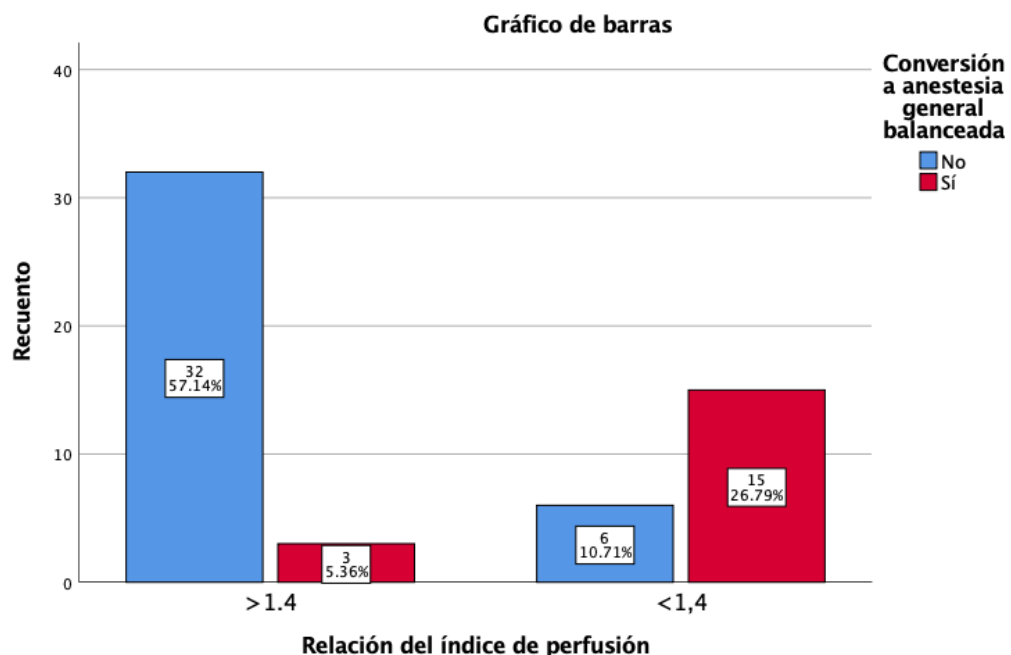


Figura 5. Frecuencia y porcentaje de conversión a anestesia general balanceada. Fuente: Ficha de recolección de datos.

Se obtuvo una sensibilidad del 84.2% y una especificidad del 83.3% para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular efectivo cuando se obtuvo una relación del índice de perfusión de más de 1.4 unidades. Además para esta misma prueba se obtuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 91.4% y un valor predictivo negativo (VPN) de 71.42%. (Tabla 8).

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

Tabla 8. Relación del índice de perfusión y conversión a anestesia general balanceada. Sensibilidad y especificidad.			Relación del índice de perfusión	
			>1.4	<1,4
Conversión a anestesia general balanceada	No	Frecuencia	32	6
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	84.2% Sensibilidad	15.8%
	Sí	Frecuencia	3	15
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	16.7%	83.3% Especificidad
Total		Frecuencia	35	21
		% dentro de Conversión a anestesia general balanceada	62.5%	37.5%

Fuente: Ficha de recolección de datos.

En cuanto a las complicaciones por un bloqueo de plexo braquial supraclavicular se encontró que en 55 pacientes no hubieron complicaciones y 1 persona presentó hematoma como complicación, correspondiente al 98.2% y 1.7%. (Figura 6).

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

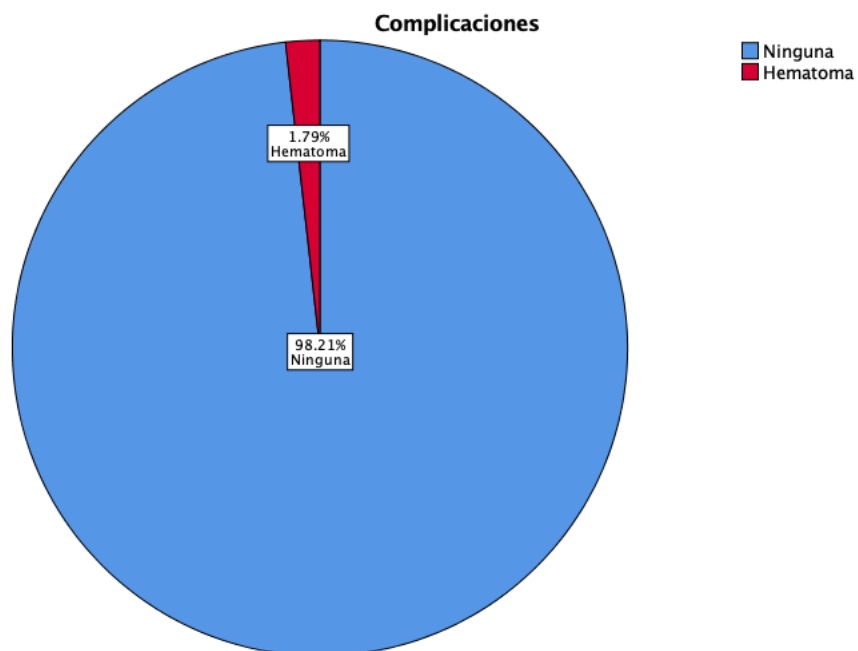


Figura 6. Frecuencia y porcentaje de complicaciones.
Fuente: Ficha de recolección de datos.

DISCUSIÓN

La fotopleletismografía (PPG) es una técnica óptica no invasiva que determina el seguimiento de las pulsaciones asociadas con los cambios en el volumen sanguíneo. La luz emitida a través de un transductor atraviesa los tejidos para ser posteriormente recibida por un fotodetector, el cual mide las variaciones que se supone están relacionadas con los cambios de volumen. Un bajo PI sugiere vasoconstricción periférica y un PI alto sugiere vasodilatación. El valor de PI varía según el área de monitorización y según las condiciones fisiológicas y patológicas que acompañen al paciente. En la pantalla PI varía de 0.02 (muy poca intensidad del pulso) a 20 (alta intensidad del pulso). [1]

En nuestro estudio se utilizó la capacidad del pulsioxímetro para calcular el índice de perfusión periférica en la extremidad superior bloqueada, debido a un bloqueo braquial supraclavicular.

El bloqueo del nervio supraclavicular guiado por ecografía es un enfoque popular para la anestesia en cirugías de extremidades superiores. El éxito de los bloqueos de nervios periféricos generalmente se evalúa mediante la valoración de la función sensorial y motora; sin embargo, este método es subjetivo, requiere mucho tiempo y depende de la cooperación del paciente. La detección del éxito del bloqueo generalmente se realiza mediante la evaluación tradicional de la función sensorial y motora. Se han desarrollado varios métodos objetivos para evaluar el éxito del bloqueo. Los métodos objetivos para la evaluación del bloqueo dependen de la evaluación del bloqueo simpático y los cambios fisiológicos consiguientes, como la vasodilatación, los cambios en el flujo sanguíneo y la temperatura de la piel. Estudios previos mostraron otros métodos objetivos para la detección del bloqueo exitoso; estos métodos incluían la medición termográfica de la temperatura, la imagen de perfusión con láser Doppler y la resistencia eléctrica de la piel. Sin embargo, la mayoría de los métodos objetivos consumen mucho tiempo o dependen de equipos sofisticados. [21]

El estudio publicado en 2017 por Abdelnasser y cols. Demostraron que un bloqueo exitoso del plexo braquial se asocia con una vasodilatación profunda. Además concluyeron que aumento relativo del flujo pulsátil en estados de vasodilatación conduce a un aumento del PI. Por lo tanto, el PI puede considerarse como una medida objetiva de la perfusión periférica que puede predecir el éxito del bloqueo periférico. En dicho estudio publicado por Abdelnasser y cols. Tanto el PI como el cociente del PI a los 10 minutos después de la inyección mostraron una sensibilidad y especificidad del 100% para el éxito del bloqueo a valores de corte de 3,3 y 1,4, respectivamente. [21]

En nuestro estudio se obtuvo una sensibilidad del 68.4% y una especificidad del 88.9% para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular efectivo cuando el índice de perfusión aumentó más de 3.3 unidades. Además para esta misma prueba se obtuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 93% y un valor predictivo negativo (VPN) del 43%.

Se obtuvo también en nuestro estudio una sensibilidad del 84.2% y una especificidad del 83.3% para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular efectivo cuando se obtuvo >1.4 en la relación del índice de perfusión. Además para esta misma prueba se obtuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 91.4% y un valor predictivo negativo (VPN) de 71.42%.

El bloqueo de nervios periféricos es una técnica común de anestesia regional. El método tradicional para evaluar la idoneidad del bloqueo para la cirugía se basa en la pérdida de respuesta sensorial a los estímulos, lo que requiere la cooperación del paciente. Se han descrito varios métodos para la evaluación objetiva del bloqueo nervioso; entre ellos se encuentra la evaluación cuantitativa del bloqueo de las inervaciones autonómicas del brazo. Después del bloqueo exitoso de los nervios periféricos, se produce vasodilatación local, aumento del flujo sanguíneo local y aumento de la temperatura de la piel como resultado del bloqueo de las fibras nerviosas simpáticas. Sin embargo, en un quirófano concurrido, estos signos clínicos no aparecen lo suficientemente rápido como para ser utilizados para la toma

de decisiones clínicas, en particular para confirmar la idoneidad de un bloqueo antes o durante la cirugía.

El índice de perfusión es un predictor del éxito del bloqueo infraclavicular. Los mayores cambios en PI ocurren 30 minutos después del bloqueo, pero se detectaron cambios significativos en el IP 10 minutos después de la administración.

El estándar de atención es determinar la eficacia del bloqueo de plexo infraclavicular en función de la presencia de signos clínicos en el brazo y la mano, incluido el aumento de la temperatura cutánea y la sensibilidad de la piel a la punción o al frío. Sin embargo, estos signos pueden ser ambiguos, tardan en surtir efecto y pueden no predecir objetivamente el éxito o el fracaso de un bloqueo del plexo braquial en la extremidad en algunos pacientes. La evaluación objetiva del éxito de los bloqueos periféricos en pacientes bajo anestesia general, sedación profunda o que no pueden proporcionar retroalimentación es importante para una atención clínica adecuada.

Después de un bloqueo eficaz, aumenta el flujo sanguíneo en los tejidos diana. Debido a que el índice de perfusión es un indicador del flujo sanguíneo periférico y el flujo sanguíneo periférico en las extremidades superiores es un signo clínico de un bloqueo efectivo, el aumento de la PI en el lado del bloqueo puede ser un medio confiable para determinar la eficacia del bloqueo infraclavicular.

La monitorización del índice de perfusión puede proporcionar una herramienta muy valiosa para evaluar rápidamente el éxito de la anestesia regional de la extremidad superior en la práctica clínica. [22]

En lo que respecta a nuestros resultados, es importante mencionar que hubo predominio del género masculino con el 73.2% (41 hombres), debido a accidentes laborales principalmente o accidentes de alto impacto, solo 15 mujeres se incluyeron en este estudio correspondiente al 26.8% de las cuales predominaba pacientes de edad más avanzada con accidentes de bajo impacto. En el estudio realizado por Abdelnasser y colaboradores no se hizo distinción por el sexo.

Es importante mencionar que se encontró la frecuencia más alta en lesiones de miembro superior en el grupo de edad de 18 a 30 años con el 42.9% que correspondió a 24 pacientes.

Para el sitio lesionado hubo una predominancia de 26 pacientes por el antebrazo, sin embargo, la profundidad y la complejidad de las lesiones fueron muy variadas, desde solo afectar piel, tejido celular subcutáneo y músculo hasta lesiones muy extensas donde se involucraba tendones, ligamentos, tejido óseo. En nuestro estudio no se discriminó la profundidad de dichas lesiones, aunque es de poner en consideración la magnitud del estímulo doloroso para cada caso en particular.

En cuanto a los signos vitales antes y después del bloqueo de plexo braquial no se encontró una diferencia significativa.

Dos pacientes presentaron dolor a la manipulación quirúrgica posterior a los 25 minutos de latencia después de la inyección, sin embargo pasado 30 minutos se presentó bloqueo motor y sensitivo, por lo que se evitó convertir la técnica anestésica a anestesia general balanceada. Fueron 20 pacientes los que presentaron dolor a la manipulación quirúrgica y 18 pacientes en los que se requirió convertir la técnica anestésica por este motivo explicado anteriormente. La latencia prolongada se pudo deber al anestésico empleado y a la cantidad de anestésico local que alcanzó a irrigar el nervio braquial.

En cuanto a la efectividad lograda, se encontró que existieron 18 pacientes tuvieron que ser sometidos a anestesia general balanceada para que se pudiera realizar el procedimiento quirúrgico (32.1%) mientras que 38 pacientes obtuvieron anestesia suficiente para que se pudiera llevar a cabo el procedimiento quirúrgico (67.8%). Se obtuvo un alto porcentaje en el bloqueo fallido, ya que para bloqueos ecoguiados se alcanza una efectividad mayor del 90%, esto en centros donde se tiene la capacitación y se tiene la curva de aprendizaje, en nuestro hospital seguimos en proceso de capacitación.

Se encontró que la principal complicación reportada fue la punción vascular, seguida de la lesión neurológica transitoria, la parálisis diafragmática sintomática y el

pneumotorax. No se encontró diferencias en complicaciones asociadas a las tres técnicas anestésicas. Adicionalmente, no se encontró diferencias en cuanto al éxito anestésico. [23]

El ultrasonido es una herramienta valiosa para obtener imágenes de tejidos blandos críticos y estructuras relevantes para la cadena simpática cervical, guiando el avance de la aguja, y confirmar la diseminación del inyectado en el plano fascial adecuado, sin exponer a los proveedores de atención médica ni a los pacientes a los riesgos de la radiación. [24]

Muchos de los informes concluyeron que la guía por ultrasonido puede proporcionar una mayor tasa de éxito para los bloqueos del plexo braquial que la guía por estimulador nervioso. [25]

En cuanto a las complicaciones encontradas en nuestro estudio solo se encontraron en el 1.79% de los pacientes, correspondiendo a un solo paciente, la complicación de la que se habla fue un hematoma, que se trató solo con medidas conservadoras esta baja incidencia de complicaciones se debe al uso del ultrasonido, ya que este ayuda a evitar las punciones inadvertidas debido a que podemos ubicar la aguja en un sitio anatómico en tiempo real.

CONCLUSIONES

El índice de perfusión periférica como monitorización no invasiva es de utilidad para predecir un bloqueo de plexo braquial supraclavicular, por tener un valor predictivo positivo de 93% para cuando se obtiene un aumento de más de 3.3 unidades respecto a su basal y 91.4% cuando se obtiene >1.4 en la relación del índice de perfusión.

Al conocer el alto valor predictivo positivo del índice de perfusión periférica para la detección de un bloqueo braquial supraclavicular exitoso, nos da la posibilidad de realizar una evaluación más objetiva y oportuna, de esta manera se logra reducir los tiempos quirúrgicos. Además, nos permite evaluar el éxito del bloqueo de plexo braquial supraclavicular en pacientes sedados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de La Peña Sanabria I, Ochoa Martelo M, Baquero Latorre H, Acosta-Reyes J. Índice de perfusión periférica en la UCI neonatal: una respuesta a la monitorización no invasiva del recién nacido crítico. *Perinatol Reprod Hum.* 2017 Jun;31(2):85–90.
2. Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. 2002.
3. Lima A, Bakker J. Noninvasive monitoring of peripheral perfusion. Vol. 31, *Intensive Care Medicine.* 2005. p. 1316–26.
4. Højlund J, Agerskov M, Clemmesen CG, Hvolris LE, Foss NB. The Peripheral Perfusion Index tracks systemic haemodynamics during general anaesthesia. *J Clin Monit Comput.* 2020 Dec 1;34(6):1177–84.
5. Daş M, Bardakci O, Siddikoglu D, Akdur G, Yilmaz MC, Akdur O, Beyazit Y. Prognostic performance of peripheral perfusion index and shock index combined with ESI to predict hospital outcome. *American Journal of Emergency Medicine.* 2020 Oct 1;38(10):2055–9.
6. van Genderen ME, Paauwe J, de Jonge J, van der Valk RJP, Lima A, Bakker J, van Bommel J. Clinical assessment of peripheral perfusion to predict postoperative complications after major abdominal surgery early: A prospective observational study in adults. *Crit Care.* 2014 Jun 3;18(3).
7. van Genderen ME, Bartels SA, Lima A, Bezemer R, Ince C, Bakker J, van Bommel J. Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers. *Anesth Analg.* 2013 Feb;116(2):351–6.
8. Ginosar Y, Weiniger CF, Meroz Y, Kurz V, Bdolah-Abram T, Babchenko A, Nitzan M, Davidson EM. Pulse oximeter perfusion index as an early indicator of sympathectomy after epidural anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009 Sep;53(8):1018–26.
9. Hasanin A, Mohamed SAR, El-adawy A. Evaluation of perfusion index as a tool for pain assessment in critically ill patients. *J Clin Monit Comput.* 2017 Oct 1;31(5):961–5.
10. Hariri G, Joffre J, Leblanc G, Bonsey M, Lavillegrand JR, Urbina T, Guidet B, Maury E, Bakker J, Ait-Oufella H. Narrative review: clinical assessment of peripheral tissue perfusion in septic shock. Vol. 9, *Annals of Intensive Care.* Springer Verlag; 2019.

11. Ismail J, Sankar J. Peripheral Perfusion Index – Magic Wand in Prediction of Shock? Vol. 86, Indian Journal of Pediatrics. Springer; 2019. p. 879–80.
12. Krishnamohan A, Siriwardana V, Skowno JJ. Using a pulse oximeter to determine clinical depth of anesthesia—investigation of the utility of the perfusion index. *Paediatr Anaesth*. 2016 Nov 1;26(11):1106–11.
13. Sivaprasath P, Mookka Gounder R, Mythili B. Prediction of Shock by Peripheral Perfusion Index. *Indian J Pediatr*. 2019 Oct 1;86(10):903–8.
14. Okada H, Tanaka M, Yasuda T, Okada Y, Norikae H, Fujita T, Nishi T, Oyamada H, Yamane T, Fukui M. Decreased microcirculatory function measured by perfusion index is predictive of cardiovascular death. *Heart Vessels*. 2020 Jul 1;35(7):930–5.
15. Kuroki C, Godai K, Hasegawa-Moriyama M, Kuniyoshi T, Matsunaga A, Kanmura Y, Kuwaki T. Perfusion index as a possible predictor for postanesthetic shivering. *J Anesth*. 2014 Feb;28(1):19–25.
16. Hasanin A, Karam N, Mukhtar AM, Habib SF. The ability of pulse oximetry-derived peripheral perfusion index to detect fluid responsiveness in patients with septic shock. *J Anesth*. 2021 Apr 1;35(2):254–61.
17. Ozakin E, Yilmaz NO, Kaya FB, Karakilic EM, Bilgin M. Perfusion Index Measurement in Predicting Hypovolemic Shock in Trauma Patients. *Journal of Emergency Medicine*. 2020 Aug 1;59(2):238–45.
18. Shi X, Xu M, Yu X, Lu Y. Peripheral perfusion index predicting prolonged ICU stay earlier and better than lactate in surgical patients: An observational study. *BMC Anesthesiol*. 2020 Jun 18;20(1).
19. Okada H, Tanaka M, Yasuda T, Okada Y, Norikae H, Fujita T, Nishi T, Oyamada H, Yamane T, Fukui M. Peripheral perfusion, measured by perfusion index, is a novel indicator for renal events in patients with type 2 diabetes mellitus. *Sci Rep*. 2020 Dec 1;10(1).
20. de Miranda AC, de Menezes IAC, Carraro H, Luy AM, do Nascimento MM. Monitoring peripheral perfusion in sepsis associated acute kidney injury: Analysis of mortality. *PLoS One*. 2020 Oct 1;15(10).
21. Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, Hasanin A, Rady A. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *Br J Anaesth*. 2017 Aug 1;119(2):276–80.
22. Kus A, Gurkan Y, Gormus SK, Solak M, Toker K. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *J Clin Monit Comput*. 2013 Jun;27(3):325–8.

23. Casas-Arroyave FD, Ramírez-Mendoza E, Ocampo-Agudelo AF. Revista Española de Anestesiología y Reanimación Complications associated with three brachial plexus blocking techniques: Systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 68, Revista Española de Anestesiología y Reanimación. 2021. Available from: www.elsevier.es/redar
24. Narouze S. Ultrasound-guided stellate ganglion block: Safety and efficacy. Vol. 18, Current Pain and Headache Reports. Current Medicine Group LLC 1; 2014.
25. Klaastad Ø, Sauter AR, Dodgson MS. Brachial plexus block with or without ultrasound guidance. Vol. 22, Current Opinion in Anaesthesiology. 2009. p. 655–60.

ANEXOS

ANEXO I: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lugar _____

Fecha _____

Por medio de la presente, acepto participar en el proyecto de investigación con el siguiente título: **“UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO ECOGUIADO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR EXITOSO”** realizado por el Dr. Edgar Serapión Vega Torres, residente de Anestesiología del Hospital General Dr. Miguel Silva.

El cual tendrá como objetivo identificar oportunamente la eficacia de un bloqueo de plexo braquial supraclavicular mediante el uso del índice de perfusión.

Previa asepsia y antisepsia con clorhexidina o yodopovidona, se coloca el transductor lineal en fosa supraclavicular en una orientación transversal, se localiza el plexo braquial y estructuras adyacentes, con la aguja ecogénica (10 cm, 22-18G) se realiza punción en plano, hasta alcanzar la proximidad del plexo braquial y de la primera costilla, previa aspiración negativa se infiltra una pequeña cantidad de anestésico local para elevar el plexo de la primera costilla, se avanza la aguja hasta la cara adyacente a la arteria subclavia o “corner pocket”, previa aspiración se infiltran 25 ml de anestésico local (12.5 ml de bupivacaína al 0.5% + 12.5 ml de lidocaína al 2% o 25 ml de ropivacaína al 0.75%), en el perímetro del plexo, se retira la aguja de bloqueo y el transductor lineal, cada 3 minutos se evaluará el bloqueo sensitivo mediante punciones en la piel y cada 5 minutos el bloqueo motor mediante la capacidad de flexionar el codo y la mano contra resistencia, a los 10 minutos posteriores al bloqueo se realiza una nueva medición de sus constantes vitales incluyendo el índice de perfusión.

Los riesgos de esta técnica anestésica incluyen: Punción vascular inadvertida, hematoma, neumotórax, parálisis frénica, disnea posoperatoria, toxicidad por anestésico local entre otros.

En caso de existir un bloqueo fallido, se optará por cambiar a otra técnica anestésica para que pueda llevarse a cabo el procedimiento quirúrgico, estas técnicas incluyen la sedoanalgesia intravenosa y la anestesia general balanceada.

Este proyecto de investigación se realizará bajo las normas que rige la investigación clínica en el Estado en base a la Ley General de Salud, las buenas prácticas clínicas, la Declaración de Helsinki en la cual se establece que “cuando un médico proporcione una asistencia médica que pudiera tener un efecto de debilitamiento del estado físico y mental del paciente el médico deberá actuar únicamente en interés del paciente”, entre otros, con la aprobación del Comité de Investigación y de Ética de esta institución. DECLARO que he comprendido adecuadamente la información que contiene este documento, que firmo el consentimiento para la realización del procedimiento que se describe en el mismo.

Y se me ha explicado que se me realizará un monitoreo de mis signos vitales antes y después del procedimiento anestésico, el cual será bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido. Además, se me ha informado de las ventajas que tiene este tipo de procedimiento anestésico, ya que mejora el dolor posoperatorio y evita la anestesia general balanceada. El investigador principal se ha comprometido a darme la información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo cuando sea beneficioso para mi tratamiento, así como, responder a cualquier pregunta y duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo de este hospital, así mismo declaro que es mi voluntad el participar en este estudio y que no obtendré un beneficio económico, también se me ha asegurado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme información actualizada que se obtenga del estudio, aunque esta pueda hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

En caso de cualquier duda puede contactar al Dr. Edgar Serapión Vega Torres las 24 horas del día.

Nombre y firma del paciente

Testigo

Testigo

Dr. Edgar Serapión Vega Torres, investigador principal, teléfono: 01 443 337 3521

Firma

Dra. Claudia Agustina Ramos Olmos, Presidenta del Comité de Ética en Investigación del Hospital General "Dr. Miguel Silva", teléfono: 01 443 172 0282

ANEXO II: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INICIALES DEL NOMBRE:

FECHA:

EDAD: _____ AÑOS	A) 18-30 AÑOS B) 31-40 AÑOS C) 41-50 AÑOS D) >50 AÑOS
SEXO	A) Masculino B) Femenino
SITIO ANATÓMICO LESIONADO	A) Mano B) Antebrazo C) Codo D) Brazo
ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA:	A) Antes del bloqueo de plexo braquial: _____ B) Después del bloqueo de plexo braquial _____ ¿aumentó de >3.3 unidades respecto al basal? A) Si B) No
PRESIÓN ARTERIAL	A) Antes del bloqueo de plexo braquial _____ mmhg B) Después del bloqueo de plexo braquial: _____ mmhg
FRECUENCIA CARDIACA	A) Antes del bloqueo de plexo braquial: _____ lpm B) Después del bloqueo de plexo braquial: _____ lpm
FRECUENCIA RESPIRATORIA	A) Antes del bloqueo de plexo braquial: _____ rpm B) Después del bloqueo de plexo braquial: _____ rpm
SATURACIÓN DE OXÍGENO	A) Antes del bloqueo de plexo braquial _____ % B) Después del bloqueo de plexo braquial _____ %
TEMPERATURA EN LA EXTREMIDAD	A) Antes del bloqueo de plexo braquial: _____ B) Después del bloqueo de plexo braquial: _____
EVALUACIÓN SENSITIVA DE LA EXTREMIDAD CADA 3 MINUTOS	A) ¿Presenta sensibilidad al tacto gentil con aguja hipodérmica en la extremidad bloqueada? a. A los 3 minutos: 1) Si 2) No

UTILIDAD DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL SUPRACLAVICULAR ECOGUIADO EXITOSO

	<p>b. A los 6 minutos: 1) Si 2) No</p> <p>c. A los 9 minutos: 1) Si 2) No</p> <p>d. A los 12 minutos: 1) Si 2) No</p> <p>e. A los 15 minutos: 1) Si. 2) No</p>
EVALUACIÓN MOTORA DE LA EXTREMIDAD CADA 5 MINUTOS	<p>A) ¿Presenta motricidad en la extremidad bloqueada?</p> <p>a. A los 5 minutos 1) Si 2) No</p> <p>b. A los 10 minutos 1) Si 2) No</p> <p>c. A los 15 minutos 1) Si 2) No</p> <p>d. A los 20 minutos 1) Si 2) No</p> <p>e. A los 25 minutos. 1) Si 2) No</p>
DOLOR A LA MANIPULACIÓN DEL SITIO QUIRÚRGICO	<p>A) Si</p> <p>B) No</p>
NECESIDAD DE ANESTESIA GENERAL BALANCEADA	<p>A) Si</p> <p>B) No</p>
RELACIÓN DEL ÍNDICE DE PERFUSIÓN: PI después del bloqueo/PI antes del bloqueo	<p>A) >1.4</p> <p>B) <1.4</p>
COMPLICACIONES DURANTE EL PROCEDIMIENTO ANESTÉSICO	<p>A) Ninguno</p> <p>B) Punción vascular inadvertida</p> <p>C) Hematoma</p> <p>D) Neumotórax</p> <p>E) Parálisis frénica</p> <p>F) Disnea posoperatoria</p> <p>G) Toxicidad por anestésico local</p> <p>H) Lesión neurológica periférica</p> <p>I) Otra: _____</p>