

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE MEDICINA**



**ECOGRAFÍA OCULAR PARA LA ESTIMACIÓN DE  
LA PRESIÓN INTRACRANEAL Y CÁLCULO DE PRESIÓN DE PERFUSIÓN  
CEREBRAL EN EL PACIENTE NEUROQUIRÚRGICO.**

**TESIS QUE PRESENTA**

**DR. JOSUE EMMANUEL HERNÁNDEZ ENRÍQUEZ**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA ESPECIALIDAD EN LA  
ANESTESIOLOGÍA.**

**FEBRERO 2025**

**ECOGRAFÍA OCULAR PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRESIÓN  
INTRACRANEAL Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE PERFUSIÓN  
CEREBRAL EN EL PACIENTE NEUROQUIRURGICO.**

**Aprobación de la tesis:**



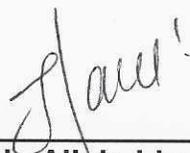
---

**Dra. Med. Ana María Espinosa Galindo  
Directora de la Tesis  
Profra. del Servicio de Anestesiología**



---

**Dra. Norma Guadalupe López Cabrera  
Coordinador de Enseñanza del Servicio de Anestesiología**



---

**Dra. Hilda Alicia Llanes Garza  
Coordinadora de Investigación del Servicio de Anestesiología**



---

**Dr. Med. Dionicio Palacios Ríos  
Jefe del Servicio de Anestesiología**



---

**Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez  
Subdirector de Estudios de Posgrado**

## **Hospital Universitario UANL**

### **DEDICATORIA**

A mis papás que a lo largo de estos casi 4 años han estado ahí para apoyarme, siempre dándome su apoyo y ánimos para salir adelante, ayudándome todas las veces que salía terminando la guardia y teniéndome un plato de comida en la casa, ayudándome con actividades que solo no pudiera haber realizado, el apoyo de ellos fue vital para poder realizarlas, el darme su apoyo desde que les comente querer realizar una especialidad que involucraba más años de estudios, los cuales ellos apoyaron sin dudarlos y siempre con la mejor actitud en todo tiempo y forma, las innumerables veces que mi papá me despertó para no llegar tarde por no escuchar la alarma, las veces que mi mamá tenía listos los quirúrgicos para el día siguiente y muchas cosas más que hicieron más agradable la Residencia. GRACIAS

A mis amigos que hice durante la especialidad, que siempre me dieron ánimos y estuvieron ahí las veces que pedía ayuda, que siempre estuvieron ahí las veces que necesitaba hablar con alguien y el poder crear lazos con la gente que uno aprecia en esta última etapa de la Especialidad.

A mis hermanos que siempre desde casa estuvieron brindando su apoyo, ayudando con el cuidado de mis perritos mientras yo no podía estar ahí, apoyando con el cuidado de mis papás las veces en estos años que se enfermaron o tuvieron que acudir a consultar y yo no podía estar ahí por estar en el Hospital.

Por todo esto y muchas cosas más, les dedico este trabajo el cual implicó horas de esfuerzo y sacrificio que sé, valdrá la pena en un futuro próximo y tener el recuerdo que la unión de las personas y el apoyo incondicional hacen que las cosas se hagan de una manera más fácil y divertida. MUCHAS GRACIAS por haber estado todo este tiempo a mi lado.

## **AGRADECIMIENTOS**

En esta parte me gustaría agradecer a la gente que me acompañó durante estos cuatro años, primero agradecer a mis Maestros de la Residencia, los cuales me llevo aprendizaje de cada uno de ellos. De todos ellos me llevo los buenos momentos, las anécdotas, los tips que me dieron para la residencia y la vida.

Quiero agradecer a la Dra. Ana María que fue mi Directora y Asesora de tesis que, a pesar de quedarle mal en múltiples ocasiones, siempre ha estado ahí para ayudarme y siempre me apoyo en esta etapa de la Residencia.

A mis compañeros de grado que me ofrecieron su amistad y ayuda en estos 4 años, sin ellos hubiera sido más difícil el camino. A mis compañeros de la Residencia de los diferentes grados, que me hicieron más a meno el camino, compartieron su tiempo conmigo y pusieron siempre de su parte, para que el trabajo y las actividades del Servicio salieran adelante.

A mis R+ que tuve los 3 años previos, que tal vez pudo haber momentos de inconformidad o decisiones que en su momento tal vez no comprendía, pero a la larga, una va aprendiendo el porqué de la toma de decisiones, también agradezco todo lo que me enseñaron, cada uno de ellos dejó un aprendizaje en mí, sin duda siempre estaré agradecido con ellos.

Por último, agradezco al Hospital Universitario por haberme abierto las puertas para mi aprendizaje, a los Pacientes que me permitieron atenderlos, al equipo de Enfermería, Guardias, Ropería, Intendencia y Secretarias, doy las gracias de haber podido realizar mi residencia en un Hospital que considero de los mejores del país. Considero que realizar la residencia en un hospital de este nivel te ayuda a desarrollar las habilidades requeridas para tu vida profesional y también para crecer como persona.

## TABLA DE CONTENIDO

<i>Capítulo I. Resumen</i> .....	6
<b>Capítulo II. Marco Teórico</b> .....	11
<b>Capítulo III. Hipótesis</b> .....	13
<b>Capítulo IV. Objetivos</b> .....	11
<b>Capítulo V. Material y métodos</b> .....	12
<b>Capítulo VI. Resultados</b> .....	17
<b>Capítulo VII. Discusión</b> .....	20
<b>Capítulo VIII. Conclusión</b> .....	21
<b>Capítulo IX. Referencias</b> .....	22
<b>Capítulo X. Anexos</b> .....	24

# CAPITULO I

## RESUMEN

**Introducción:** La detección de hipertensión intracraneal en los pacientes programados para un procedimiento neuroquirúrgico y el cálculo de presión de perfusión cerebral de ellos, generalmente no es monitorizada de rutina por el medico anestesiólogo. La relevancia de monitorizar estos parámetros durante la cirugía ayuda a prevenir el delirio postoperatorio, evaluar si la cirugía tuvo un impacto positivo sobre el paciente y para garantizar un adecuado flujo sanguíneo cerebral en el paciente. El realizar un diagnóstico rápido, no invasivo y que sea factible de reproducir como la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) es un método nuevo el cual ha venido creciendo en los últimos años, sin embargo, su uso en quirófano aún no se ha probado lo suficiente.

**Objetivo:** Evaluar en el paciente programados por neurocirugía, la presencia de hipertensión intracraneal (HIC) y calcular la presión de perfusión cerebral, mediante la medición de la vaina del nervio óptico a través de una ecografía ocular.

**Material y métodos:** Estudio Observacional, transversal, prospectivo, no ciego. Realizado del 01 de noviembre del 2024 al 31 de enero del 2025 en el quirófano central del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” incluyendo 40 pacientes a los cuales se les realizó una ecografía ocular al inicio de la cirugía y otra ecografía al término de la misma. Con el resultado de la ecografía ocular a través de fórmulas ya descritas en la literatura se detectaba si el paciente presentaba en ese momento hipertensión intracraneal y a su vez se calculó la presión de perfusión cerebral. Los datos de los pacientes y del procedimiento fueron anotados en la hoja de captura de datos y vaciados en una base de datos la cual solo estaba disponible para el Investigador Principal y el Tesista.

**Resultados:** Se incluyeron un total de 40 pacientes durante el estudio de investigación, de los cuales 13 presentaron un diámetro mayor a 5mm y 27 se encontraron por debajo del diámetro de los 5mm. Se cumplieron los objetivos primarios de evaluar en todos los pacientes la presencia de hipertensión intracraneal y a todos se les estimó la presión de perfusión cerebral, también en los objetivos secundarios se encontró una asociación del diámetro de la vaina del nervio óptico con la posibilidad de extubación del paciente.

**Conclusión:** El presente trabajo demostró que la medición de la vaina del nervio óptico es un método no invasivo y rápido que se puede usar en quirófano para detectar la presión intracraneal y estimar la presión de perfusión cerebral, también el presente trabajo mostró que el diámetro de la vaina del nervio óptico puede ayudar a evaluar la posibilidad de extubación en pacientes del Servicio de Neurocirugía.

# CAPITULO II

## MARCO TEORICO

### 1. MARCO TEORICO.

En la actualidad el uso de nuevas técnicas y herramientas para tener un adecuado neuro-monitoreo en sala de quirófano ha ido aumentando de manera considerable<sup>(14)</sup> Medición del estado de inconsciencia, medición de la Presión Arterial Media (PAM), el uso de gasometrías seriadas son herramientas que el anestesiólogo utiliza diariamente en su práctica en el paciente neuroquirúrgico, el uso de éstas ayudan a llevar un adecuado tratamiento transoperatorio y control hemodinámico durante las diferentes fases de la cirugía, disminuyendo complicaciones como delirio postoperatorio, hipotensión, retardo en el despertar, etc.<sup>(15)</sup>

Se han descrito casos específicos donde se recomienda la medición de la presión intracraneal (PIC) en paciente con traumatismo craneoencefálico (TCE) moderado a severo, anisocoria y pacientes con diagnóstico de masas cerebrales debido a su crecimiento en el tiempo, todas estas características se presentan en los pacientes que se programan en quirófano para atender su patología, sin embargo en la actualidad no es una medida que se realice de rutina.<sup>(10)</sup>

La evaluación de los cambios en la presión intracraneal realizando un diagnóstico rápido a través de la Medición de la Vaina del Nervio Óptico (DVNO) mediante el uso del Ultrasonido (US) es una opción no invasiva que permite la detección de esta patología, diversos autores han estudiado este recurso como un estudio factible y reproducible para el abordaje diagnóstico <sup>(3)(8)</sup>.

En el año 2014 en el Hospital Clínico de la Fuerza Aérea de Santiago, Chile se realizó un estudio de factibilidad por los médicos anestesiólogos con un enfoque transversal en estudio de cohorte donde se evaluaron la sensibilidad y especificidad del uso de la técnica encontrando buena correlación con la clínica y sin presentar efectos adversos o secuelas.<sup>(16)</sup>

Heidi et, en su estudio transversal prospectivo con 20 pacientes que presentaban ventriculostomía se demostró una correlación entre DVNO > 5 mm y PIC > 20 mmHg con valor  $p < 0,0005$ , sensibilidad y especificidad de 88% y 93% respectivamente.<sup>(17,18)</sup>

En la literatura médica, diversos autores reportan que una medida de 5 mm o más en el grosor de la vaina del nervio óptico a través de la ecografía establece el diagnóstico de aumento de la presión intracraneal con una sensibilidad similar a la prueba Gold estándar que es el cateterismo ventricular. (2,4,18,19) que es importante para poder realizar un cálculo aproximado de la presión de perfusión cerebral (PPC), sabemos que una presión de perfusión cerebral por debajo de los 50 mmHg aumenta el riesgo de isquemia en el tejido cerebral, el riesgo de delirio postoperatorios e incrementa el tiempo de emersión en el paciente postoperado.(3)

Con una estimación aproximada de la PPC podemos mantener presiones en metas para el adecuado desarrollo de la cirugía. Esto mediante la formula ya estudiada de Presión Arterial Media –Presión Intracraneal= Presión de Perfusión Cerebral. (20)

## 2. ANTECEDENTES

La medición de la vaina del nervio óptico es una técnica que se ha estudiado en los últimos años como una alternativa no invasiva para el rápido diagnóstico de los pacientes con sospecha del síndrome de hipertensión intracraneal.(6)

Esta técnica fue descrita en la década de los 90 por Hansen y Helmk siendo estudiada por otros autores especialistas en la materia. El fundamento de la técnica radica en que el nervio óptico es una prolongación del sistema nervioso central (SNC) y su vaina esta recubierta por las meninges que recubren al SNC esto hace que al momento de una elevación la presión intracraneal el líquido cefalorraquídeo desplazado genera un aumento del diámetro que recubren al nervio óptico, cuya presencia permite ser observado y medido a través de la ecografía ocular.(7)

En los últimos años se han realizados estudios transversales para medir la factibilidad y reproducibilidad de este método diagnóstico, obteniendo en los resultados que es un método con una curva de aprendizaje fácil realizar y puede ser una herramienta usada por un médico Urgenciólogo, Internista, Intensivista y el Especialista en Anestesiología, siendo reproducible por su tiempo de realización que va de 5 a 10 minutos por paciente y siendo el material esencial el equipo de ultrasonido que en la mayoría de los hospitales del país de 2do a 3er nivel se pueden encontrar con relativa facilidad y que representa un bajo costo su uso.

Actualmente realizar la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico no es una práctica común que sea hecha por el médico anestesiólogo en la sala quirúrgica, literatura previamente estudiada demostró que el anestesiólogo entrenado con una curva de aprendizaje de 15 – 20

pacientes es capaz de realizar el método diagnóstico con la misma sensibilidad y especificidad que un médico radiólogo(8).

En área de Unidad de Cuidados Intensivos y área de Urgencia la medición de la presión intracraneal es algo que optimiza el tratamiento de los pacientes. En el paciente neuroquirúrgico una medición rápida del DVNO permite evaluar la evolución del paciente en el post operatorio y el poder tomar acciones durante el transoperatorio.(9)

Una patología importante que suele aparecer en los pacientes neuroquirúrgicos es la hipertensión intracraneal (HIC), que la literatura define como el aumento de la Presión Intracraneal (PIC) por arriba de 20mmHg, siendo valores normales de 10-15 mmHg. (10) Para la medición exacta de la PIC el Gold Stándar es el cateterismo ventricular el cual es un procedimiento invasivo, con riesgo de infección y tiene que ser realizado por un operador especializado.(11)

La Presión Intracraneal es la suma de un conjunto de interacciones entre el cerebro, la producción y circulación de LCR y la sangre cerebral, como se ha mencionado una adecuada PIC es de 10 a 15 mmHg en adultos y 3 a 7 en niños. Una elevación aguda por encima de estos valores se ha descrito el riesgo de isquemia cerebral debido a una disminución de la Presión de Perfusión Cerebral (PPC), efecto de retroalimentación con edema cerebral y en casos severos herniación cerebral.(10) Presión de Perfusión Cerebral (PPC), se define como la presión necesaria para perfundir el tejido nervioso para un buen funcionamiento metabólico. Una PPC menor de 50 mmHg. implica una disminución severa del flujo sanguíneo cerebral, con el riesgo de presentar isquemia cerebral, para su cálculo generalmente se obtiene de la Presión Arterial Media y la Presión Intracraneal cuyo formula es Presión Arterial Media – Presión Intracraneal= Presión de Perfusión Cerebral (PAM – PIC= PPC).(12)

La Presión de Perfusión Cerebral es un determinante esencial para el flujo sanguíneo cerebral (FSC) que en condiciones normales se mantiene autorregulado en función del uso metabólico de oxígeno (CMCO<sub>2</sub>). (13)

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La utilización de la ecografía ocular en la sala de quirófano, para la medición de la vaina del nervio óptico en el paciente neuroquirúrgico electivo o de urgencia es una opción no invasiva que permitirá al anestesiólogo realizar un cálculo estimado de la Presión Intracraneal y a su vez calcular la Presión de Perfusión Cerebral para dar un tratamiento adecuado durante el transoperatorio.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Hipertensión intracraneal en el paciente neuroquirúrgico es una entidad que esta presente en diversas patologías como se describió previamente, generalmente la cirugía es el método curativo para modificar esta presión dentro del cráneo, sin embargo al momento de la cirugía en muy pocas veces o nunca se toma la medición de está siendo un importante factor a considerar en estos pacientes, el método de la medición de la vaina del nervio óptico a través de la ecografía es una alternativa como explicaremos más adelante nueva, novedosa y práctica que se puede realizar a la cabeza del paciente previo al inicio de la cirugía. (6) Con este método podemos detectar a tiempo una presión intracraneal elevada e informar al anestesiólogo anticipadamente para que tome las medidas correspondientes en el caso. (8)

## **CAPITULO III**

### **HIPOTESIS**

#### **HIPOTESIS ALTERNA**

El uso de la ecografía ocular es útil para la detección del aumento de la presión intracraneal si la vaina del nervio óptico es igual o mayor a 5 mm y permitiendo calcular la presión de perfusión cerebral en el paciente neuroquirúrgico.

#### **HIPOTESIS NULA**

El uso de la ecografía ocular no es útil para la detección del aumento de la presión intracraneal si la vaina del nervio óptico es igual o mayor a 5 mm y no permite calcular la presión de perfusión cerebral en el paciente neuroquirúrgico.

## **CAPITULO IV**

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico, con la utilización de la ecografía ocular, si es > de 5 mm, detectar la presencia de hipertensión intracraneal (>20 mmHg) y estimar la presión de perfusión cerebral del paciente neuroquirúrgico (normal 60-70 mmHg), mediante fórmulas ya establecidas, es un método rápido y no invasivo para tener un neuro-monitoreo más específico en las presiones intracraneales.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Realizar la medición del DVNO del paciente neuroquirúrgico a su ingreso a sala de quirófano.
- 2.- Inferir la presencia de hipertensión intracraneal >20 mm Hg si la vaina del nervio óptico es mayor a 5mm.
- 3.- Calcular la presión de la perfusión cerebral mediante una fórmula ya establecida con la medición de la vaina del nervio óptico
- 4.- Registrar la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica cada 5 min
- 5.- Registrar la Presión Arterial Media (PAM) obtenida mediante el transductor de presión
- 6.- Registrar la Escala de Coma de Glasgow del paciente a su ingreso a la sala quirúrgica
- 7.- Medir y registrar la vaina del nervio óptico al terminar la cirugía teniendo como referencia la registrada al ingreso a la sala quirúrgica.

# **CAPÍTULO V**

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

Estudio observacional

Prospectivo

Transversal

No ciego

### **POBLACIÓN**

Pacientes que ingresen al Servicio de Neurocirugía del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” que tengan indicación de cirugía electiva o de urgencia debido a patologías que aumenten la presión intracraneal.

### **DURACIÓN ESTIMADA DEL ESTUDIO**

Periodo de estudio: noviembre 2024 – febrero 2025

## **LUGAR DE REFERENCIA Y RECLUTAMIENTO**

Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" Monterrey, N.L. México.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **INCLUSIÓN DE PACIENTES**

- Mayores de 18 años
- Género indistinto
- ASA I, II o III
- Con diagnóstico neuroquirúrgico de resección de lesión de encéfalo, craniectomía descompresiva, hematoma epidural, hematoma subdural, programados para cirugía electiva o de urgencia en nuestra institución.
- Que acepten firmar el consentimiento informado

### **EXCLUSIÓN DE PACIENTES**

- Menores de 18 años
- Que no acepten la firma del consentimiento informado.
- Con traumatismo ocular
- Con diagnóstico de retinopatía, catarata o queratocono.

## **METODOLOGÍA**

Se tomaron en cuenta a todos los pacientes y/o participantes que cumplieron los criterios de inclusión, en el área de Preoperatorio se le informó al paciente o familiares de él, se explicó de

manera verbal el protocolo y si aceptaban se les daba a firmar el consentimiento informado en presencia de dos testigos se les dió el consentimiento informado para que lo leyeran, ellos o sus familiares y si aceptan participar debían firmarlo en presencia de dos testigos. Se realizó la escala de coma de Glasgow antes de que el paciente ingresara a quirófano. (Ver Anexo1)

Cuando el paciente se encuentre en sala de quirófano una vez bajo la anestesia general a cargo del anestesiólogo en turno, el investigador principal previamente entrenado y capacitado para la realización del procedimiento cubrirá el ojo del paciente cerrando sus parpados, le aplicara gel transductor y se realizara una ecografía ocular mediante un equipo de ultrasonido Mindray TE7 con transductor línea de 12 MHZ, el investigador visualizará la vaina del nervio óptico y se tomara la medida de la vaina y su ancho de distribución, con la medición obtenida en ese momento se determinara si el paciente presenta en ese momento hipertensión intracraneal, si el paciente llegara a presentar hipertensión intracraneal, se le avisara al anestesiólogo a cargo de la cirugía para que en conjunto con el neurocirujano se tomen las medidas necesarias para el tratamiento, el investigador después de realizar el ultrasonido y avisar al anestesiólogo si el paciente presenta o no hipertensión intracraneal, realizara la fórmula de Presión arterial media – Presión intracraneal, para realizar el cálculo de la presión de perfusión cerebral del paciente en ese momento de la cirugía. acuerdo con los datos obtenidos por el investigador. Las medidas obtenidas del ultrasonido ocular y los datos obtenido de la fórmula de la presión de perfusión cerebral, serán registrados en la hoja de captura de datos del investigador. También se pedirá al anestesiólogo a cargo de la cirugía del paciente la hoja de registro anestésico, para registrar los signos vitales del paciente durante la cirugía como lo son: la PAM, Presión arterial sistólica y diastólica, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca.

La hoja de captura de datos será recolectada y guardada por el investigador en la carpeta regulatoria del protocolo, posterior al término de la cirugía el investigador realizará una segunda ecografía ocular de control para evaluar y comparar con la primera toma realizada,

## **PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico, se emplearán variables cuantitativas (tanto continuas como discretas) y cualitativas. Se calcularán medidas de tendencia central, como la media o la mediana, así como

medidas de dispersión, como la desviación estándar o el rango intercuartil, según la distribución de los datos.

En el caso de las variables cuantitativas, se utilizaron pruebas t de Student, ANOVA, correlaciones, regresiones o sus variantes no paramétricas, dependiendo de la distribución de los datos. Para las variables cualitativas, se aplicarán las pruebas de chi-cuadrada o la exacta de Fisher.

Los datos y resultados obtenidos se almacenarán en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2016, y su posterior análisis estadístico en el programa SPSS statistics.

## TABLA DE VARIABLES

VARIABLES	TIPOS	VALOR
EDAD	Cuantitativa	Años
SEXO	Cualitativa	Femenino/Masculino
PRESION ARTERIAL MEDIA (PAM)	Cuantitativo	60-100 HG
DIAMETRO DE LA VAINA DEL NERIVO OPTICO (DVNO)	Cuantitativo	> o < a 5 mm
HIPERTENSIONINTRACRANEAL (PIC)	Cuantitativo	> o < a 20 mm
FRECUENCIA CARDIACA	Cuantitativo	60 – 100 Latidos
SATURACION DE OXIGENO	Cuantitativo	> 94%

## DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

**Edad:** Variable cuantitativa discreta que indica el número de años de vida que tiene el paciente.

**Sexo:** Variable cualitativa nominal dicotómica la cual determina si el paciente es masculino o femenino.

**Presión Arterial Media:** Variable cuantitativa continua que resulta de una medición instrumentada expresable en números que indica la tensión en las arterial del organismo.

**Diámetro de la vaina del nervio óptico:** Variable cuantitativa numérica expresada en numero enteros o decimales, que se usa para medición de una estructura.

**Hipertensión intracraneal:** Variable expresada en números cuantitativos expresada en milímetros de mercurio que indican la presión que hay dentro de la bóveda craneal.

**Frecuencia cardiaca:** Variable expresada en números cuantitativos enteros de medición continua que indica los latidos cardiacos en un minuto de un ser humano.

**Saturación de oxígeno:** Variable cuantitativa numérica que resulta de una medición expresable en porcentaje, relacionada a la concentración de oxígeno en el cuerpo humano.

## CALCULO TAMAÑO DE LA MUESTRA

ESTIMACIÓN DE UNA PROPORCIÓN EN UNA POBLACIÓN INFINITA		
$N = \frac{(Z\alpha)^2 (p)(q)}{\delta^2}$		
		al cuadrado
valor Z	1.64	2.6896
valor p	0.20	
valor q	0.80	
valor $\delta$	0.05	0.0025
		n= 172.13440

Se realizó el cálculo de tamaño de muestra utilizando la fórmula de *proporción en una población infinita* con el objetivo de *demonstrar la utilidad de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonido para el cálculo de la presión intracraneal*. Se utilizó como base la experiencia clínica de los médicos investigadores expertos en el tema para el cálculo del tamaño de la muestra y se quiso tener un nivel de significancia a una cola del 0.05, y un poder del 95%; dando un total de **173 muestras** requeridas para el estudio.

**Al ser poco factible, para el propósito de este protocolo de investigación se realizará un estudio de población con muestreo a conveniencia con muestreo no probabilístico en el que se involucrarán a todos los pacientes que cumplan con los criterios de selección en el periodo comprendido entre noviembre 2024 – 01 de febrero del 2025.**

## **ASPECTOS ÉTICOS**

Este estudio se apegará a lo señalado por la declaración de Helsinki, la norma oficial mexicana NOM-012-SSA3-2012, principios de buenas prácticas clínicas y lo estipulado en la ley general de salud en materia de investigación. Será evaluado ante el Comité de Ética en Investigación y Comité de Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”. Después de haber obtenido el dictamen favorable por parte de ambos comités, será el inicio del protocolo de investigación.

### **MÉCANISMO DE CONFIDENCIALIDAD**

La información recabada en este estudio será recopilada en nuestras bases de datos, evitando el uso del nombre completo y la dirección de los sujetos de investigación; manteniendo el anonimato. Sin embargo, podrá contener otra información como las iniciales de su nombre, género, edad o fecha de nacimiento. El recabar esta información tiene como finalidad garantizar la integridad científica, misma que estará en el sitio de investigación y solo tendrá acceso los miembros del equipo de investigación.

Únicamente el equipo de investigación tendrá acceso a los datos personales de los pacientes salvaguardando la integridad de los sujetos en la investigación.

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Si el paciente decide participar, se llevará a cabo una explicación detallada del estudio en presencia de dos testigos. Durante este proceso, se proporcionarán informaciones exhaustivas sobre la naturaleza del estudio, así como las ventajas que conlleva el consentimiento voluntario para su participación. Además, se abordarán todas las preguntas e inquietudes que puedan surgir en ese momento.

Posteriormente, se requerirá la firma de un formato de consentimiento informado, el cual se adjuntará a nuestro archivo como documentación oficial del consentimiento brindado por cada participante y

otro se dejará incluido en el expediente clínico del paciente para documentar su proceso en el protocolo.

En situaciones en las que los pacientes no puedan otorgar su consentimiento debido a su condición médica, se facilitará un consentimiento informado escrito especial. Este documento será dirigido al familiar, tutor o representante legal del paciente, asegurando así la validez y legalidad del proceso de consentimiento en estas circunstancias particulares.

# CAPÍTULO 6

## RESULTADOS

Del 1 de noviembre del 2024 al 01 de febrero del 2025 se involucraron a 40 sujetos que cumplían los requisitos para participar en el estudio en quirófano central del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”. Dando a continuación los siguientes resultados reflejados en tablas.

En la Tabla 1 se muestra las características descriptivas de los 40 pacientes incluidos en este estudio. Se observa que el 52.5% de los pacientes fue de sexo femenino mientras que el 47.5% fueron del sexo masculino.

Todos los participantes pertenecían al servicio de neurocirugía. En cuanto a sus características antropométricas se encontró que del total de los participantes la mediana de la talla fue de 165 cm y la mediana del peso fue de 80 kilogramos para ambos grupos.

Respecto al tipo de cirugía, la cirugía electiva fue más frecuente para ambos grupos (femenino=66.7%/masculino=68.4%). El tipo de técnica realizada para el 100% de la muestra fue de tipo AGB con una clasificación de ASA II del 76.2% para mujeres y 68.4%. En cuanto a la extubación el 80.95% de las mujeres y el 47.4% de los hombres requirieron de extubación. Con una media de PAM inicial de 80 y una PPC de 68 para ambos grupos.

En la Tabla II se muestran las características del diámetro de la vaina del nervio óptico (DNVO) de acuerdo con el sexo, se observa que el diámetro al diámetro inicial mayor a 5 mm fue del 33.3% en mujeres y 31.6% en hombres; mientras que el diámetro menor a 5 mm fue de 66.7% en mujeres y 68.4% en hombres. Además, se encontró que el diámetro cambio después de la cirugía en el 23.8% de las mujeres y 10.5% en los hombres.

En la Tabla III se muestra el análisis bivariado en el cual se evaluó la asociación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico y la extubación de la muestra total. Se observa que hay una asociación entre ambas variables con un valor de  $p=0.031$  siendo estadísticamente significativa. Adicionalmente se midió la fuerza de asociación con la razón de momios, en la cual se encontró que aquellos pacientes que tienen un diámetro >5mm tiene 5.6 veces más probabilidad de ser extubados en comparación con aquellos pacientes que tiene un diámetro <5mm.

Así mismo, en la Tabla IV se realizó la asociación entre el sexo y el cambio del diámetro de la vaina del nervio óptico, en la cual se encontró un OR=2.66 lo cual sugiere que las mujeres podrían tener 2.66 más probabilidad de presentar un cambio en el DVNO, sin embargo, no se encontró una asociación estadísticamente significativa  $p=0.41$ .

Tabla I. características generales por sexo

	<i>Femenino</i>		<i>Masculino</i>	
	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
<b>Sexo</b>	21	52.5	19	47.5
<b>Talla (mediana/RI)</b>	165	(160-165.5)	165	(160-166)
<b>Peso (mediana/RI)</b>	80	(76-80)	80	(70-89)
<b>Cirugía</b>				
Electiva	14	66.7	13	68.4
Urgencia	7	33.3	6	31.6
<b>Servicio</b>				
Neurología	21	52.5	19	47.5
<b>Técnica anestésica</b>				
AGB	21	52.5	19	47.5
<b>Clasificación ASA</b>				
ASA I	1	4.8	0	0
ASA II	16	76.2	13	68.4
ASA III	2	9.5	3	15.8
ASA IV	2	9.5	3	15.8
<b>Extubación</b>				

Si	17	80.95	9	47.4
No	4	19.05	10	52.6
<b>Glasgow</b>				
9 puntos	1	4.8	1	5.3
11 puntos	0	0.0	1	5.3
13 puntos	2	9.5	1	5.3
14 puntos	5	23.8	5	26.3
15 puntos	13	61.9	11	57.9
<b>PAM</b>				
<b>Inicial(mediana/RI)</b>	80	(70-90)	80	(70-86)
<b>PPC (mediana/RI)</b>	68	(58-70)	68	(58-74)

Elaboración propia

RI= Rango Inter cuartil

PPC= presión de perfusión cerebral estimada

Tabla II. características del diámetro de la vaina del nervio óptico (DNVO) por sexo

	<i>Femenino</i>		<i>Masculino</i>	
	<i>n</i> (21)	%	<i>n</i> (19)	%
<b>Diámetro &gt;5mm</b>	7	33.3	6	31.6
<b>Diámetro &lt;5mm</b>	14	66.7	13	68.4
<b>Cambio de diámetro posterior a cirugía</b>				
Si	5	23.8	2	10.5
No	16	76.2	17	89.5

Tabla III. Asociación entre pacientes extubados y DVNO

<u>Extubados</u> (Si)	<u>Extubados (No)</u>	$\frac{O}{R}$	<u>IC 95%</u>	<u>Valor P</u>
--------------------------	-----------------------	---------------	---------------	----------------

diámetro <5mm	21	6			
diámetro > 5mm	5	8	5.6	(1.33 - 23.62)	0.031

\* Prueba exacta de Fisher

\* odds ratio

Tabla IV. Asociación entre el sexo y el cambio del DVNO postoperatorio

	<u>Cambio en DVNO</u>	<u>Sin cambio</u>	<u>OR</u>	<u>IC 95%</u>	<u>Valor P</u>
<b>Femenino</b>	5	16	-	-	-
<b>Masculino</b>	2	17	2.66	(0.45-15.69)	0.41

\* Prueba exacta de Fisher

## CAPÍTULO VII

### DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la utilidad de la ecografía ocular para la detección de hipertensión intracraneal en el paciente neuroquirúrgico y a su vez mediante fórmulas ya descritas previamente en la literatura calcular la presión de perfusión cerebral en el paciente al momento de la cirugía.

De los 40 sujetos que participaron en el estudio, a todos se les pudo realizar la ecografía ocular antes del inicio de la cirugía, detectando en 13 de los 40 pacientes un diámetro de la vaina del nervio óptico mayor a 5mm, por lo cual se realizó el diagnóstico de hipertensión intracraneal, de los 40 pacientes se realizó el cálculo y se estimó la presión de perfusión cerebral en todos ellos, demostrando que es un estudio rápido y reproducible a la cabeza del paciente.

Si bien, a primera vista pareciera que se demuestra la utilidad y la factibilidad de la ecografía ocular en el área de quirófano, es importante recordar que el investigador previamente capacitado, fue el que se encargó de realizar todas las mediciones, recordando que la ecografía ocular a pesar de ser un método rápido y factible es Operado Dependiente y el anestesiólogo que desee implementar el método en las cirugías, debe estar entrenado para poder realizar el procedimiento.

Como objetivos secundarios o asociaciones que se encontraron, fue que los pacientes que contaban con un diámetro arriba de 5mm, fueron los más beneficiados con la cirugía, debido a que demostraron una disminución en el diámetro de la vaina a un rango menor de 5mm, por lo cual se considera que la hipertensión intracraneal mejoro con el procedimiento quirúrgico.

También con los resultados arrojados pareciera que el sexo femenino tuviera mayor posibilidad de beneficios con la cirugía ya que se demostró que el diámetro (DVNO) mejoro favorablemente en este grupo de pacientes.

A pesar de los resultados arrojados, el presente estudio muestra limitaciones como el numero de muestra que consideramos es pequeño y recordar que es un estudio transversal, en el cual no se realizo modificaciones en el manejo del anestesiólogo, técnica quirúrgica o monitoreo si el paciente fue llevado a cama de terapia.

Por lo cual este estudio abre las puertas a realizar una continuación con un numero de muestra más grande, sugiriendo la posibilidad de ser un estudio multicéntrico, y con intervenciones en el curso del paciente y la cirugía.

## **CAPÍTULO VIII**

### **CONCLUSIÓN**

Este estudio demostró la factibilidad de realizar una ecografía ocular en área de quirófano, permitiendo detectar una patología importante como es hipertensión intracraneal y el poder calcular la presión de perfusión cerebral, también, mostro que el diámetro de la vaina del nervio óptico puede estar asociado a la probabilidad de extubación en pacientes del servicio de neurocirugía. En la cual se encontró que el 33.3% de las mujeres y el 31.6% de los hombres presentaba un diámetro >5mm. A pesar de los resultados positivos, es importante recalcar que es necesario realizar más investigaciones en torno a este tema, ya que con una muestra mayor se podrían evitar posibles sesgos.

## CAPÍTULO IX

### REFERENCIAS

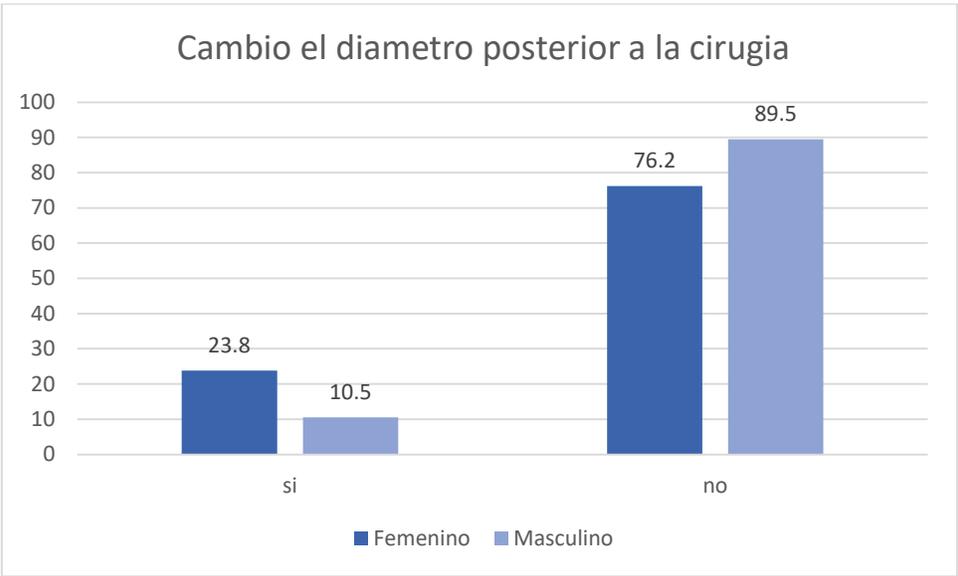
1. Canac N, Jalaeddini K, Thorpe SG, Thibeault CM, Hamilton RB. Review: Pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. Vol. 17, Fluids and Barriers of the CNS. BioMed Central; 2020.
2. Schuller Arteaga M, Gómez Muga JJ, Uribe NN, Jusué AV, Alcalde Odriozola E, Udondo M. Radiología 0-SÍNDROMES DE HIPOTENSIÓN E HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL. HALLAZGOS RADIOLÓGICOS. Vol. 56. 2014.
3. Carolina Galofre-Martínez M, Puello-Martínez D, Arévalo-Sarmiento A, Ramos-Villegas Y, Quintana-Pájaro L, Rafael Moscote-Salazar L. Revisión de Tema Doctrina Monro-Kellie: fisiología y fisiopatología aplicada para el manejo neurocrítico Monro-Kellie doctrine: physiology and pathophysiology applied for neurocritical management. Vol. 45, Revista Chilena de Neurocirugía. 2019.
4. Robba C, Citerio G. How i manage intracranial hypertension. Vol. 23, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2019.
5. Pérez Herrero MA, De Paz Fernández F, Muñoz Moreno MF, Martínez Martín A, Fernández-Caballero S. Indirect measurement of perioperative intracranial pressure. Eye and orbital ultrasound utility. Neurology Perspectives. 2021 Jan 1;1(1):49–55.
6. Suárez Suárez A, Carmona Domínguez A, Reyes Pérez MM, Montelongo F de J, Coria Ladrón de Guevara VL, Islas Ávila RE. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía simple de cráneo en pacientes con trauma craneoencefálico. Medicina Crítica. 2020;34(4):221–30.
7. Escamilla-Ocañas CE, Albores-Ibarra N. Current status and outlook for the management of intracranial hypertension after traumatic brain injury: decompressive craniectomy, therapeutic hypothermia, and barbiturates. Vol. 38, Neurología. Spanish Society of Neurology; 2023. p. 357–63.
8. Carrillo Esper R, Iván Ó, Rivera F, Peña Pérez CA, Daniel L, Córdova C, et al. R. Carrillo Esper, et al.: Evaluación ultrasonográfica del DVNO para la medición de la PIC Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC): a propósito de un caso CASO CLÍNICO. Vol. 150. 2014.

9. Díaz Águila HR, Valdés Suárez O. ARTÍCULO DE OPINIÓN Ecografía clínica. Una mirada hacia el futuro inmediato Clinical echography. A look toward immediate future [Internet]. Vol. 16. 2017. Available from: [www.revmie.sld.cu](http://www.revmie.sld.cu)
10. Rodríguez-Boto G, Rivero-Garvía M, Gutiérrez-González R, Márquez-Rivas J. Conceptos básicos sobre la fisiopatología cerebral y la monitorización de la presión intracraneal. Vol. 30, Neurología. Spanish Society of Neurology; 2015. p. 16–22.
11. Carrillo Esper R, Rojo Del Moral O, Alberto J, Santana C, Pablo J, González R. [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx) Diámetro de la vaina del nervio óptico. Una herramienta para el monitoreo dinámico de la hipertensión intracraneana. Vol. 30, Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int. 2016.
12. Raghunandan N, Joseph M, Nithyanandam S, Karat S. Role of ultrasonographic optic nerve sheath diameter in the diagnosis and follow-up of papilledema and its correlation with Frisén's severity grading. Indian J Ophthalmol. 2019 Aug 1;67(8):1310–3.
13. Ochoa-Pérez L, Cardozo-Ocampo A. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. Vol. 43, Revista Colombiana de Anestesiología. Elsevier Doyma; 2014. p. 314–20.
14. Rasulo FA, Togni T, Romagnoli S. Essential Noninvasive Multimodality Neuromonitoring for the Critically Ill Patient. Vol. 24, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2020.
15. Waissbluth J, Schulmeyer MCC. Ocular ultrasound to estimate intracranial pressure: Feasibility of the technique. Revista Chilena de Anestesia. 2019;48(1):57–61.
16. Agrawal A, Cheng R, Tang J, Madhok DY. Comparison of Two Techniques to Measure Optic Nerve Sheath Diameter in Patients at Risk for Increased Intracranial Pressure. Crit Care Med. 2019 Jun 1;47(6):E495–501.
17. bc173b.
18. Concepción M<sup>a</sup>, Navarro M, Chacón Pascual A. Síndrome hipertensivo endocraneal. Available from: [www.aeped.es/protocolos/](http://www.aeped.es/protocolos/)
19. Maissan IM, Dirven PJAC, Haitsma IK, Hoeks SE, Gommers Di, Stolker RJ. Ultrasonographic measured optic nerve sheath diameter as an accurate and quick monitor for changes in intracranial pressure. J Neurosurg. 2015 Sep 1;123(3):743–7.
20. Raffiz M, Abdullah JM. Optic nerve sheath diameter measurement: a means of detecting raised ICP in adult traumatic and non-traumatic neurosurgical patients. American Journal of Emergency Medicine. 2017 Jan 1;35(1):150–3.

# CAPÍTULO X

## ANEXOS

<b>ESCALA DE COMA DE GLASGOW</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>ABERTURA OCULAR</b>	ESPONTÁNEA	4
	VOZ	3
	DOLOR	2
	NINGUNA	1
<b>RESPUESTA VERBAL</b>	ORIENTADA	5
	CONFUSA	4
	INAPROPIADA	3
	SONIDOS	2
	NINGUNA	1
<b>RESPUESTA MOTRIZ</b>	OBEDECE	6
	LOCALIZA	5
	RETIRADA	4
	FLEXIÓN	3
	EXTENSIÓN	2
	NINGUNA	1



# HOJA DE CAPTURA DE DATOS



**HOSPITAL UNIVERSITARIO  
"Dr. José Eleuterio González"  
Servicio de Anestesiología.**

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

**" Ecografía Ocular para la Estimación de la Presión Intracraneal y  
Cálculo de Presión de Perfusión Cerebral en el Paciente Neuroquirúrgico."**

Nombre (iniciales): \_\_\_\_\_ Registro: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ ASA: \_\_\_\_\_ Glasgow: \_\_\_\_\_ Servicio: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ C. Electiva: \_\_\_\_\_ C. Urgencia: \_\_\_\_\_

Procedimiento Quirúrgico: \_\_\_\_\_ Posición Quirúrgica del Paciente: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_

Técnica Anestésica: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_

Cirujanos: \_\_\_\_\_

Anestesiólogo: \_\_\_\_\_

DVNO (mm)	PIC (mm Hg)
3	8
4	14
5	20
6	25
7	31
9	37



	INICIAL	FINAL
DVNO		
PIC		
Duración de la medición DVNO		
Perfusión Cerebral Estimada		

DVNO = Diámetro de la Vaina del Nervio Óptico

Valores de Referencia

PFC = PAM (Presión Arterial Media) – PIC ( Presión Intracraneal)

Signos Vitales	Inicio	30'	60'	90'	120'	150'	180'	210'	240'	270'	300'	330'	360'	FINAL
PAM														
TA														
FC														
SAT O <sub>2</sub>														
PVC														