

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



**HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL DIAGNÓSTICADA POR MEDICIÓN DE
DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA
Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL**

ANA SOFÍA HERNÁNDEZ GAITÁN

Tesis

Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo del Adulto

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina crítica y Cuidado Intensivo del adulto

JULIO 2020



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.139.2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Ana Sofía Hernández Gaitán

Registro Académico No.: 200710229

No. de CUI: 2182 12666 0101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Medicina Crítica y Cuidado intensivo del Adulto**, el trabajo de TESIS **HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL DIAGNÓSTICADA POR MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL**

Que fue asesorado por: Dr. Yasser Joel Falla Berganza, MSc.

Y revisado por: Dr. Harlee Omar Esteban Pamech, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **julio 2020**.

Guatemala, 25 de junio de 2020

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

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



/emxc

Guatemala, 15 de enero de 2020

Doctor

Harlee Omar Esteban Pamech

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo del Adulto

Hospital General San Juan de Dios

Presente

Respetable Dr.:

Por este medio, informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la doctora **ANA SOFÍA HERNÁNDEZ GAITÁN**, Carné No. 200710229 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Terapia Intensiva del Adulto el cual se titula: **"HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL DIAGNÓSTICADA POR MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL"**.

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Yasser Joel Falla Berganza
MSc. CUIDADOS INTENSIVOS
MSc. MEDICINA INTERNA
COL. 14018

Dr. Yasser Joel Falla Berganza, MSc.
Asesor de Tesis

Guatemala, 15 de enero de 2020

Doctor

Harlee Omar Esteban Pamech

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo del Adulto

Hospital General San Juan de Dios

Presente.

Respetable Dr.:

Por este medio, informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la doctora **ANA SOFÍA HERNÁNDEZ GAITÁN** Carné No. 200710229 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Terapia Intensiva del Adulto el cual se titula: **"HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL DIAGNÓSTICADA POR MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIÓ ÓPTICA POR ULTRASONOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL"**.

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Harlee Omar Esteban Pamech, MSc.
Revisor de Tesis

Harlee Pamech Salguero
MSc. Medicina Crítica y
Cuidado Intensivo del Adulto
Coligiado 11,768



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

DICTAMEN.UIT.EEP.055-2020

09 de marzo 2020

Doctor

Harlee Omar Esteban Pamech Salguero, MSc.

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo del Adulto
Hospital General San Juan de Dios

Doctor Pamech Salguero:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final del médico residente:

Ana Sofía Hernández Gaitán

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo del Adulto, registro académico 200710229. Por lo cual se determina **Autorizar solicitud de examen privado**, con el tema de investigación:

“Hipertensión intracraneal diagnosticada por medición de diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonografía y tomografía axial computarizada cerebral”

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Cc. Archivo

LARC/karin

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	ii
INDICE DE GRÁFICAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Fisiología cerebral	3
2.2. Hipertensión Intracraneal	4
2.3. Trauma Craneoencefálico.....	6
2.4. Tumores cerebrales	8
2.5. Diagnóstico de la HIC	10
III. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1. Tipo y diseño de investigación	17
5.2. Población	17
5.3. Diseño de muestreo y tamaño de muestra.....	17
5.4. Criterios de selección.....	18
5.5. Operacionalización de variables	19
5.6. Procedimientos de recolección de datos	22
5.7. Instrumento de recolección de datos	22
5.8. Plan de procesamiento y análisis de datos.....	22
5.9. Aspectos éticos.....	23
VI. RESULTADOS.....	24
VII. DISCUSIÓN Y ANALISIS.....	29
6.1. CONCLUSIONES.....	32
6.2. RECOMENDACIONES.....	33
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
IX. ANEXOS.....	43
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Correlación entre hallazgos tomográficos y medición de DVNO	24
Tabla 2. Características epidemiológicas de los pacientes	26
Tabla 3. Prevalencia de HIC según modelo de Marek	26
Tabla 4. Correlación entre HIC según Marek e HIC según DVNO	27

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Correlación entre DLM y DVNO	25
Gráfica 2. Curva COR DVNO frente a HIC	28

I. INTRODUCCION

La hipertensión intracraneal (HIC), es una condición grave, que implica un alto riesgo de muerte para un paciente, esta puede ser causada por un trauma craneoencefálico, enfermedades neurológicas y sistémicas tal como tumores; por lo cual su diagnóstico precoz y manejo temprano es de mucha importancia ya que, de no ser así, puede causar daño neurológico irreversible o la muerte. (1) El neuro-monitoreo está indicado en pacientes con una escala de coma de Glasgow menor de ocho puntos, deterioro súbito del estado de conciencia, edad mayor de 40 años y la presencia de alteraciones en la tomografía axial computarizada (2).

El monitoreo neurológico integral tiene como objetivo ayudar al clínico en el diagnóstico, la toma de decisiones y el seguimiento de los enfermos. En términos generales, el neuro-monitoreo se clasifica en invasivo y no invasivo. El estándar de oro para la medición de la presión intracraneal (PIC) se basa en la colocación de un catéter o transductor intraventricular o intracerebral, que se coloca a través de una craneotomía; debido a las complicaciones asociadas a esta técnica, se han creado otros métodos no invasivos para poder medir la presión intracraneana (PIC), tales como Tomografía Axial Computarizada, Resonancia Magnética, Ecografía Doppler Transcraneal y medición del diámetro de vaina del nervio óptico (DVNO) por ultrasonografía (3).

La movilización de pacientes para seguimiento por medio de Tomografía Cerebral o Resonancia Magnética cuando ya se encuentran ingresados en la unidad de terapia intensiva, es compleja y en algunos casos por inestabilidad hemodinámica es imposible. La medición ultrasonográfica del DVNO, mediante la insonación a través de la órbita, es muy fácil de realizar, por lo cual se ha empleado para evaluar y diagnosticar la hipertensión intracraneana en el trauma craneoencefálico (TCE), hemorragia intracraneal, e infartos cerebrales extensos (2).

El objetivo de esta investigación fue correlacionar los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal con la medición del diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresaron al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos.

Los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal en pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumor que se correlacionaron con la medición el diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido fueron, ordenados de mayor a menor grado de correlación, el desplazamiento de la línea media ($C = 0.576$) y el borramiento de cisternas basales ($C = 0.256$). El diagnóstico del 78.3% de los pacientes era el trauma craneoencefálico severo y la lesión tumoral más frecuente el meningioma. La mayoría de los pacientes eran de sexo masculino (79.5%) y la edad promedio de los pacientes era de 37.7 (18.5) años. La determinación de la hipertensión intracraneana medida a través del diámetro de vaina de ojo tiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 82.7% con relación al modelo matemático de Marek cuando su valor es mayor a 5.85; sensibilidad y especificidad del 100% cuando su valor es mayor que 6.80.

II. ANTECEDENTES

2.1. Fisiología cerebral

El sistema nervioso central se encuentra compuesto por el encéfalo y medula espinal, dichos componentes se encuentran envueltos por tres membranas, duramadre, aracnoides y piamadre, el espacio subaracnoideo es el que se encuentra entre aracnoides y piamadre, este espacio junto con los ventrículos cerebrales acoge el líquido cefalorraquídeo (LCR). A él volumen sanguíneo que circula por las arterias cerebrales por unidad de tiempo se le denomina flujo sanguíneo cerebral (FSC). Sabemos que la presión de perfusión cerebral (PPC) es uno de los principales estímulos para la autorregulación cerebral, ya que al aumentar se producirá vasoconstricción la cual disminuirá el volumen sanguíneo cerebral, por el contrario, cuando la PPC disminuye se produce vasodilatación aumentando el volumen sanguíneo cerebral (4).

A medida que aumenta la PIC, disminuye la presión de perfusión cerebral y puede disminuir el flujo sanguíneo cerebral si no está compensado por la capacidad de autorregulación intrínseca del cerebro. Además, las elevaciones persistentes de PIC o los gradientes de presión corren el riesgo de hernia tislular y posterior deterioro neurológico (5).

2.1.1. Fisiopatología de la presión intracraneal

La PIC se define como la presión que existe dentro de la bóveda craneal. Se ha establecido que el funcionamiento cerebral es adecuado en adultos con valores de PIC entre 10 y 20 mmHg. La PIC es la consecuencia de la interacción entre cerebro, LCR y sangre cerebral. Corresponde al parénquima cerebral el 80% del contenido intracraneal, este parénquima cerebral está compuesto en un 75-80% de agua, la cual se reparte entre el espacio intracelular (sustancia blanca y

sustancia gris) y el extracelular (espacio intersticial). Por otra parte, el LCR corresponde aproximadamente al 10% del VI (5,6).

Es producido principalmente por los plexos coroideos a un ritmo de 0,3 a 0,35 ml/min y esta producción se ve alterada en diversas circunstancias, como son la inflamación de las vellosidades aracnoideas o el propio incremento de la PIC (situaciones de edema cerebral difuso o presencia de masas intracraneales como hemorragias o tumores). La sangre cerebral está compuesta por el volumen sanguíneo cerebral (VSC) y por el FSC. El VSC, volumen de sangre constante en el cerebro, corresponde aproximadamente a un 10% del VI. Este VSC contribuye en forma directa a la PIC, mientras que el FSC puede hacerlo indirectamente mediante la autorregulación cerebral (5,6).

En condiciones no patológicas, los factores que controlan la PIC son los siguientes:

- El volumen de producción de LCR.
- La resistencia del sistema a la reabsorción de LCR.
- La presión venosa del espacio intracraneal, representada por la presión en el seno longitudinal superior.

2.2. Hipertensión Intracraneal

La hipertensión intracraneal (HIC) se define por aquella medida en el interior de la base craneal originada por la pérdida de los mecanismos compensatorios o desequilibrio de los mecanismos existentes entre el cráneo y su contenido. Según (Jaime Arias, AÑO 2000) “dice que la Hipertensión intracraneal es el incremento de la presión de la cavidad del cráneo como su denominación lo indica. El aumento de la hipertensión intracraneal afecta primordialmente el contenido craneal que está constituido por el encéfalo, volumen sanguíneo y el líquido cefalorraquídeo” (7).

2.2.1. Etiología

La presentación de HIC se debe al aumento de los volúmenes y, a su vez, de las presiones de los contenidos intracraneales, bien por aumento de los componentes fisiológicos, que son la sangre, el líquido cefalorraquídeo y el parénquima cerebral, bien por la aparición de un volumen agregado en forma de masa. El edema cerebral subyacente puede ser de varios tipos: citotóxico, vasogénico, intersticial o hidrostático. El aumento de la presión intracraneal condiciona la disminución de la presión de perfusión cerebral, lo que genera un círculo vicioso, debido a la isquemia cerebral resultante, que aumenta progresivamente el volumen sanguíneo cerebral, por disminución de las resistencias, y que acaba por seguir aumentando asimismo la presión intracraneal. Las causas de HIC puede clasificarse según a que componente del SNC afecten (8,9).

Cuadro 1.

Causas de hipertensión intracraneana (HIC)

Causas de HIC según el compartimiento implicado				
Parenquima	Vascular		LCR	OTRAS
	Venoso	Arterial		
-Contusión/TCE	-Trombosis del seno dural	-Aneurisma	-Hidrocefalia	-Cuerpo extraño
-Hemorragia		-Evenenamiento	-Pseudotumor Cerebral	-Craneosinostosis
-Isquemia	-Síndrome de vena cava superior	Por CO	-Quiste aracnoideo	-Tumores óseos
-Neoplasia		-Convulsión	-Neoplasia plexo coroideo	-Pneumoencéfalo
-Encefalitis	-Compresión yugular	-Hipercapnia		
-Cerebritis		-Hipertensión maligna		
-Meningitis	-PEEP alta (ventilación mecánica)	-Anestésico inhalado	-Malfunción Válvula DVP	
-Hiponatremia				
-Post Radiación		-Hipoxia		
Absceso				

Descripción: Las principales causas de la HIC son de tipo parenquimatoso, vascular y LCR. Dentro de las vasculares hay una división entre venosas y arteriales. Fuente: Rodríguez y otros (6)

2.3. Trauma Craneoencefálico

El traumatismo craneo encefálico (TCE) es la alteración física del encéfalo producida como consecuencia del cambio de energía mecánica determinada por el agente traumático, el cuál ocasiona daño estructural y por consiguiente deterioro de sus funciones. Como consecuencia luego del impacto aparecen lesiones cerebrales primarias y secundarias dependientes de cambios bioquímicos, los cuales pueden agravar la lesión secundaria como son la isquemia, disfunción mitocondrial, excito-toxicidad y la inflamación. Todas van a desencadenar trastornos del funcionamiento básico cerebral tales como la autorregulación, la hemodinámica, y el metabolismo cerebral (10,11).

El trauma craneoencefálico (TCE) es llamado “la epidemia silenciosa”, ya que a nivel mundial constituye la primera causa de muerte en personas menores de 40 años. En Guatemala (2013), se realizó un estudio descriptivo retrospectivo transversal utilizando 2,084 fichas clínicas de pacientes, con trauma craneoencefálico, con el objetivo de caracterizar epidemiológicamente a pacientes con trauma craneoencefálico, atendidos en los servicios de emergencia de los Hospitales General San Juan de Dios de Guatemala, Roosevelt y General de Accidentes “El Ceibal” del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social –IGSS-. El estudio evidencio que el sexo más frecuente fue el masculino (79%) siendo el intervalo de edad más frecuente de 25 a 39 años (28.59%), el 22.79% de los pacientes fallecieron (12).

Otro estudio realizado en 2017, con una muestra de 548 expedientes clínicos de pacientes, obtuvo resultados similares con el anterior, siendo el sexo masculino nuevamente el más encontrado, la moda de edad fue de 24.5 años; además el estudio evidencio que el 38.65% de los pacientes fueron atendidos en el Hospital Roosevelt, el TCE sucedió con mayor frecuencia durante el mes de agosto, los días viernes, durante la tarde; siendo el accidente de tránsito es el mecanismo de lesión más frecuente, con una mortalidad de 5.84% (13).

2.3.1. Clasificación

Se agrupan de acuerdo con el mecanismo del trauma, gravedad de la lesión o tipo de lesión documentada.

- **Según el mecanismo del trauma:** Se puede clasificar en cerrado y abierto; en el primer caso no hay pérdida de la continuidad de la duramadre, suelen asociarse a accidentes de tránsito, precipitaciones, caídas y golpes con objetos romos. En los traumas abiertos, si existe una pérdida de la continuidad de la duramadre y usualmente son producidos por proyectiles de arma de fuego o por heridas causadas por arma blanca (14,15).
- **Según la gravedad de la lesión:** Se utiliza la Escala de Coma de Glasgow (ECG), se suele clasificar en: leve (ECG 13 – 15), moderado (ECG 9 – 12) y finalmente en severo (ECG menor o igual a 8), al calcular dicha escala siempre se debe tomar en cuenta la mejor respuesta dada por el paciente (14,15).
- **Según la morfología:** Las lesiones pueden clasificarse en focales y difusas, para ello se requiere de la utilización de la tomografía computarizada (TC). La lesión focal corresponde a una lesión circunscrita, única o múltiple que se puede visualizar a simple ojo, incluyen hematomas intracraneales, contusiones corticales o fracturas. Las lesiones difusas no ocupan un volumen bien definido dentro del parénquima cerebral, generalmente ocurre una afectación difusa de los axones a nivel de los hemisferios cerebrales y del tronco encefálico, esta lesión a menudo ocurre por mecanismos de aceleración / desaceleración, sobre todo de tipo rotacional, que se presentan con mayor frecuencia en los accidentes de tránsito a altas velocidades (14,15).

Cuadro 2.

Escala de Glasgow

Escala Coma de Glasgow			
Puntos	Apertura ocular	Respuesta verbal	Mejor Respuesta Motora
6	---	---	Obedece órdenes
5	---	Orientado	Localiza el dolor
4	Espontánea	Conversación confusa	Retira al dolor
3	Al estímulo verbal	Palabras inapropiadas	Flexión anormal
2	Al dolor	Sonidos incomprensibles	Extensión anormal
1	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Descripción: Es una escala de aplicación neurológica que permite medir el nivel de conciencia de una persona. Una exploración neurológica de un paciente con traumatismo craneoencefálico debe ser simple, objetiva y rápida. Fuente: Araya Fallas (14).

2.4. Tumores cerebrales

Los tumores cerebrales son un grupo heterogéneo dada las diferentes líneas celulares que los originan. Pueden ser divididos en dos grandes grupos; lesiones primarias, que se originan de células que pertenecen al sistema nervioso central y lesiones secundarias, que se originan en otros sitios del cuerpo y se implantan como metástasis en el cerebro. Los tumores primarios más frecuentes son el meningioma y el glioblastoma, en tanto, las metástasis más frecuentes son de cáncer pulmonar, mama y piel. Los tumores cerebrales primarios se clasifican en cuatro grados según la Organización Mundial de la Salud (OMS), siendo considerados de “bajo grado” tumores con clasificación I y II, y de “alto grado” las clasificadas como III y IV (16).

Los tumores primarios del sistema nervioso representaron aproximadamente el 1,4% de los nuevos diagnósticos de cáncer en 2015 y causan el 2,6% de las muertes por cáncer. Estos tienen una mayor implicación clínica en la población infantil y en adultos jóvenes; y su incidencia disminuye con la edad. Los tumores más frecuentes en los adultos incluyen meningiomas, gliomas y tumores pituitarios (17).

Cuadro 3.

Tumores cerebrales más comunes según rango etario

Edad	HISTOLOGÍA MÁS COMÚN		SEGUNDA HISTOLOGÍA MÁS COMÚN		TERCERA HISTOLOGÍA MÁS COMÚN		CUARTA HISTOLOGÍA MÁS COMÚN	
	Tipo de tumor	Incidencia	Tipo de tumor	Incidencia	Tipo de tumor	Incidencia	Tipo de tumor	Incidencia
0-4	Tumor Embrionario	1.24	Astrocitoma Pilocítico	1.03	Glioma Maligno	0.93	Tumor ependimario	0.48
5-9	Astrocitoma Pilocítico	1.01	Glioma Maligno	0.88	Tumor Embrionario	0.72	Tumor mixto glioneural	0.31
10-14	Astrocitoma Pilocítico	0.85	Glioma Maligno	0.51	Tumor pituitario	0.49	Tumor mixto glioneural	0.47
15-19	Tumor pituitario	1.66	Astrocitoma Pilocítico	0.6	Tumor mixto glioneural	0.48	Schwannoma	0.35
20-34	Tumor pituitario	3.11	Meningioma	1.39	Schwannoma	0.83	Astrocitoma G II	0.49
35-44	Meningioma	4.82	Tumor pituitario	4.36	Schwannoma	1.81	Glioblastoma	1.21
45-54	Meningioma	9.02	Tumor pituitario	4.64	Glioblastoma	3.54	Schwannoma	2.85
55-64	Meningioma	14.77	Glioblastoma	8.08	Tumor pituitario	5.37	Schwannoma	4.01
65-75	Meningioma	25.96	Glioblastoma	13.05	Tumor pituitario	7.30	Schwannoma	4.55
75-84	Meningioma	38.7	Glioblastoma	15.24	Tumor pituitario	7.32	Neoplasia no especificada	4.58
84 y más	Meningioma	51.31	Neoplasia no especificada	10.91	Glioblastoma	9.12	Tumor pituitario	4.69
Total	Meningioma	7.86	Tumor pituitario	3.49	Glioblastoma	3.20	Schwannoma	1.76

Descripción: En este cuadro se muestran los tumores cerebrales más comunes clasificandolos según el rango de edad de los pacientes, mostrando la incidencia de cada uno de ellos. Fuente: Contreras (16)

Cuadro 4.

Prevalencia de tumores cerebrales más comunes en el intensivo de adultos del Hospital General San Juan De Dios, año 2015-2016.

Lesión Tumoral	Prevalencia
Macroadenoma	32%
Meningioma	23%
Lesiones ocupativas	12.3%
Tumo de fosa posterior	11.5%
Craneofaringioma	6.1%
Gliomas	5%
Tumor interventricular	3%
Tumor talámico	3%
Tumor en el ángulo pontocerebeloso	2%
Astrocitoma	0.7%

Fuente: Departamento de Estadística (18)

2.5. Diagnóstico de la HIC

Anteriormente, la presión intracraneal únicamente podía medirse utilizando procedimientos quirúrgicos invasivos, los cuales requerían de neurocirujanos especializados para insertar un catéter en el cráneo del paciente con los consiguientes riesgos de infección, hemorragia, dolor e hipertermia, junto con los riesgos asociados a la anestesia. Debido al costo, la complejidad y los riesgos, la ICP únicamente se media en pacientes en condiciones críticas, pero no en los millones de pacientes con riesgo moderado o leve; debido a la falta de un diagnóstico precoz del incremento patológico de la presión intracraneal se

observaban alrededor de 100.000 casos de minusvalía y casi 400,000 casos de muerte al año (19).

Las intervenciones para disminución de la PIC se deben comenzar lo antes posible para con esto optimizar la PPC y minimizar la extensión de la lesión a las estructuras intracraneales. Por lo tanto, el diagnóstico temprano de PIC elevada es esencial para prevenir el progreso de la lesión cerebral (20). La monitorización y tratamiento de la PIC ha sido la piedra angular del tratamiento en las lesiones cerebrales; aunque los dispositivos de monitorización no pueden mejorar de forma independiente el resultado, su función es ayudar a disminuir la morbilidad y mortalidad reconociendo trastornos fisiológicos que producirían complicaciones en ausencia de tratamiento efectivo. Existen diferentes modalidades de medición de la PIC que pueden ser invasivas o no invasivas (21,22).

2.5.1. Métodos no invasivos

- **Examen físico:** Los síntomas como dolor de cabeza, náuseas y vómitos pueden ser signos tempranos de HIC. Con frecuencia se evalúa a los pacientes para determinar el deterioro del nivel de conciencia (el puntaje de coma de Glasgow), la reactividad pupilar y el desarrollo de papiledema en examen fundoscópico (23,24).
- **Tomografía axial computarizada:** Conocido como el método más rápido y rentable para evaluar la PIC elevada y la patología asociada. La presencia de lesiones masivas, sangrado intracraneal o hidrocefalia, como causa de hipertensión intracraneal, puede descartarse mediante una cabeza de TC sin contraste. Los hallazgos sugestivos de una PIC elevada incluyen edema cerebral, desplazamiento de la línea media, borramiento de cisternas basales, pérdida de diferenciación gris-blanca y pérdida del patrón normal de circunvoluciones y surcos (24).

- **Ecografía:** La ecografía se ha convertido en una herramienta útil para realizar diagnóstico cuando deja de ser exclusivo su uso por el radiólogo y es utilizado en por los departamentos, en este caso de cuidados intensivos. (25) La medición de la PIC puede realizarse mediante Doppler transcraneal, debido a que cuando la PIC se eleva la velocidad diastólica se reduce y puede estar ausente cuando dicha elevación de la presión intracraneal llega a nivel de la presión arterial sistólica (26).
- **Diámetro de vaina del nervio óptico:** Este método será desarrollado en la sección 2.6.

2.6. Medición de diámetro de vaina del nervio óptico

Este método ha sido de interés para múltiples estudios, ya que ha resultado ser muy útil como predictor de la PIC. Es un método no invasivo, fácil de aprender, reproducible, dinámico, de bajo costo económico, se puede realizar “al lado de la cama del paciente” sin la necesidad de cirujano y presenta baja frecuencia de complicaciones (27).

El nervio óptico (NO) es parte del sistema nervioso central y el espacio entre el nervio óptico y su vaina es una continuación del espacio subaracnoideo, lleno de LCR, cuya presión es igual a la PIC. El Nervio óptico se encuentra envuelto por una vaina (leptomeninges) y se continúa con la duramadre que es a la capa más externa de las meninges. El compartimento subaracnoideo corresponde a la distancia entre el nervio y su vaina y en situación basal mide 0,1 mm. En su interior fluye líquido cefalorraquídeo y una red de trabéculas, septos y pilares interpuestos entre la aracnoides y la duramadre, con mayor densidad hacia posterior. El LCR baña por completo al NO y se encuentra en comunicación directa con el resto de los espacios y cisternas que lo contienen, creando así una presión homogénea (28).

Cuando se genera un aumento de la PIC, el LCR se desplaza al espacio perineural, generando en el NO un aumento y desplazamiento de la vaina y el flujo sanguíneo a través de la vena central de la retina que pasa a través de la vaina se ve obstaculizado (causando papiledema). El valor máximo del DVNO es 4,9 mm. Valores sobre 5 mm a la ecografía se correlacionan con una PIC mayor a 20 mmHg, con una sensibilidad de 86%, especificidad de 98%, valor predictivo positivo de 92% y valor predictivo negativo 96%. (27,29).

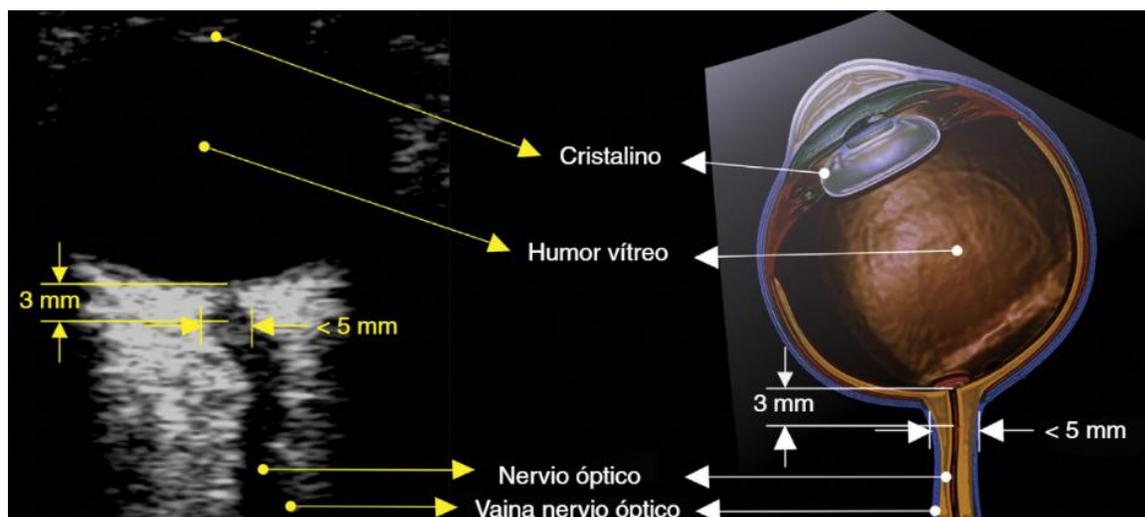
2.6.1. Técnica de medición del DVNO

El examen se realiza con equipo ultrasonográfico marca Mindray, con una sonda de ultrasonido lineal de 7,5 MHz; utilizando la potencia acústica más baja posible que pudiera medir el DVNO. La sonda se orienta perpendicularmente en el plano vertical y alrededor de 30 grados en el plano horizontal en los párpados cerrados de ambos ojos del paciente en posición supina con la cabeza elevada a 30 grados. Se aplica gel de ultrasonido en la superficie de cada párpado y las mediciones se realizan en los planos axial y sagital del diámetro más amplio visible 3 mm detrás de la retina en ambos ojos (30).

En la ecografía, el globo se visualiza como una estructura redonda, oscura y llena de líquido, la cámara anterior es anecoica, como generalmente es la lente, mientras que el iris parece brillante y ecogénico. La coroides y la retina pueden verse como una delgada capa gris en la cara posterior del globo. El nervio óptico es la "franja negra" que se aleja de la parte posterior del globo y el disco óptico, y debe colocarse idealmente en el centro de la pantalla de ultrasonido. La vaina del nervio, como se ve en el examen de ultrasonido, tiene una alta reflectividad en comparación con la apariencia homogénea del nervio, y debe ser relativamente fácil de distinguir (29).

Figura 1.

Visualización de la vaina del nervio óptico, diámetro normal



Descripción: El nervio óptico se identifica como la estructura hipoeoica de trayecto regular posterior al globo ocular. El estándar de medición requiere trazar una línea vertical que inicia en la unión del nervio óptico con el globo ocular; esta línea es simplemente una referencia y debe medir 3 mm. Una vez localizados estos 3 mm se traza una línea horizontal de borde a borde del nervio óptico; esta segunda línea es la que mide el valor en mm del nervio óptico. Fuente: Ochoa Pérez y otros (31).

Si la vaina del nervio óptico está marcadamente dilatada, puede ser posible diagnosticar esto solo por estimación visual. Sin embargo, en general, los calibradores de software deben usarse para garantizar una medición y grabación precisas. En la presión intracraneal severamente elevada, puede ser posible visualizar un "signo de media luna", un artefacto circular ecolúcido dentro de la vaina que separa la vaina del nervio debido al aumento del líquido subaracnoideo (31,32).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

3.1.1. Correlacionar los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal con la medición del diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresaron al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Identificar características epidemiológicas de los pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos.

3.2.2. Determinar la prevalencia de hipertensión intracraneal utilizando la fórmula de Marek.

3.2.3. Determinar el grado de correlación entre la determinación de la hipertensión intracraneana según el diámetro de vaina del nervio óptico y la fórmula de Marek en los pacientes con lesión cerebral que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos.

IV. HIPOTESIS

La ecografía de la vaina del nervio óptico es una herramienta útil como método no invasivo en la detección de hipertensión intracraneal, comparado con la TAC cerebral.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Tipo y diseño de investigación

Descriptivo transversal realizado en pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresó al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos.

5.2. Población

Paciente críticamente enfermo con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingreso al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos.

5.3. Diseño de muestreo y tamaño de muestra

Todos los pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por Trauma Craneoencefálico Severo (GCS 8) o tumoral que ingresaron al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos, del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala, en el periodo de Julio 2019 a septiembre 2019. Para el cálculo del tamaño de la muestra, tomando en cuenta el tipo y diseño de investigación y el tamaño de la población se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N-1) + Z^2S^2} = \frac{101 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2(101 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2} = 80$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

N = 101 (Población que cumplían los criterios de selección disponibles en el periodo de estudio)

Z = 1.96 (Nivel de confianza del 95%)

$S = 0.5$ (proporción del evento de interés, en este caso desconocido)

$d = 0.05$

El tamaño mínimo de muestra fue de 80 pacientes, pero se evaluó a un total de 83. La selección de los sujetos de estudio se realizó con el Software Epidat 3.1, con el módulo de muestreo y función selección aleatoria simple.

5.4. Criterios de selección

5.4.1. Criterios de Inclusión

- Pacientes de ambos sexos.
- Mayores de 18 años.
- Pacientes con diagnóstico de lesión cerebral por TCE o tumoral.
- Pacientes a quienes se les realizó Tomografía Computarizada y medición de la VNO por ultrasonografía.

5.4.2. Criterios de Exclusión

- Pacientes con historia de patología ocular o lesión del nervio óptico.
- Pacientes con sospecha de trombosis venosa cerebral.
- Pacientes con fractura de la base del cráneo con fuga de LCR.
- Papeletas médicas incompletas.

5.5. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medida	Unidad de medida
Sexo	Distinción biológica que clasifica a las personas en hombres o mujeres.	Se obtendrá del expediente médico del paciente.	Cualitativo	Nominal	Masculino Femenino
Edad	Tiempo que ha vivido una persona a contar desde que nació.	Se obtendrá del expediente médico del paciente.	Cuantitativo	Intervalo	Años
Diagnóstico	Enfermedad que presenta el paciente al ingresar al intensivo	Se obtendrá del expediente médico del paciente.	Cualitativo	Nominal	TCE Severo Lesión Tumoral
Diámetro de vaina nervio óptico	Es una continuación del espacio subaracnoideo, lleno de LCR, cuya presión es igual a la PIC.	Se obtendrá del expediente médico del paciente. De las mediciones del DNVO.	Cuantitativa	Intervalo	Normal <4.9mm HIC >5mm
Hipertensión intracraneal	Se define por aquella medida en el interior de la base craneal que es	Se obtendrá del expediente médico del paciente.	Cuantitativo	Fórmula de Marek (DNVO	No < 20mmHg

	el resultado de la interacción en el contenido del cráneo: el encéfalo y el líquido cefalorraquídeo y sangre.			por USG)	Sí ≥20mmHg
Signos de HIC en TAC	Características sugestivas de HIC, del estudio de imagen que utiliza equipo especial de rayos X para ayudar a evaluar lesiones a nivel cerebral.	Se obtendrá del expediente médico del paciente.	Cualitativa	TAC cerebral	HIC si presenta algunas de las siguientes: 1.Desplazamiento de la línea media (>5mm) 2.Borramiento de cisternas basales 3.Pérdida de diferenciación gris-blanca 4. Pérdida del

					patrón normal de circunvoluciones y surcos.
--	--	--	--	--	---

5.6. Procedimientos de recolección de datos

- Posterior a la aprobación del protocolo por parte del comité de ética del departamento de cuidados intensivos de adultos y el Hospital General San Juan de Dios. Se procedió a revisar el registro de los pacientes que hayan ingresado en el periodo de tiempo junio 2019 a septiembre 2019 al departamento de Cuidados intensivos de adultos.
- El número de boleta y nombre fue tomado y se solicitaron los expedientes médicos al departamento de registro.
- Al obtener los expedientes se seleccionó de forma aleatoria a todos aquellos expedientes de pacientes que cumplían con los criterios de inclusión.
- Los datos a estudio fueron anotados en la boleta de recolección de datos.

5.7. Instrumento de recolección de datos

Boleta de recolección de datos, la cual se compone de: Datos generales: No. De Historia clínica. Sexo. Edad. Signos de HIC por TAC. Diámetro de vaina del nervio óptico.

5.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel y analizados en el software de distribución libre PSPP.

La descripción de datos se hizo con frecuencias, porcentajes, medidas de dispersión y de tendencia central y tablas de contingencia. El análisis inferencial consistió en el cálculo de la prueba de ji cuadrado de Pearson y el cálculo de coeficiente de contingencia como estimación de la magnitud de la asociación. También se calculó el punto de corte de DVNO para pronosticar la HIC con una curva COR.

La organización, presentación y análisis de datos se hizo con tablas y gráficas.

5.9. Aspectos éticos

El estudio fue presentado al Comité de Investigación quien lo aprobó posteriormente para su ejecución, tras considerarlo como de riesgo I, es decir aquellos estudios observacionales que constituyen un riesgo nulo para los pacientes no hubo el estado de salud y factores de riesgo de los pacientes tratándose de un estudio retrospectivo.

En todo momento se respetó la confidencialidad de los pacientes, usando esta información solo para fines de investigación. Se buscó la justicia y la beneficencia de los pacientes a través de la determinación de un método diagnóstico no invasivo.

VI. RESULTADOS

A continuación, se presenta la evaluación de la correlación entre los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal con la medición del diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos durante junio a septiembre de 2019.

Tabla 1.

Correlación entre hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal y medición del diámetro de vaina de nervio óptico en pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral en la Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital General San Juan de Dios, junio a septiembre de 2019 (n = 83)

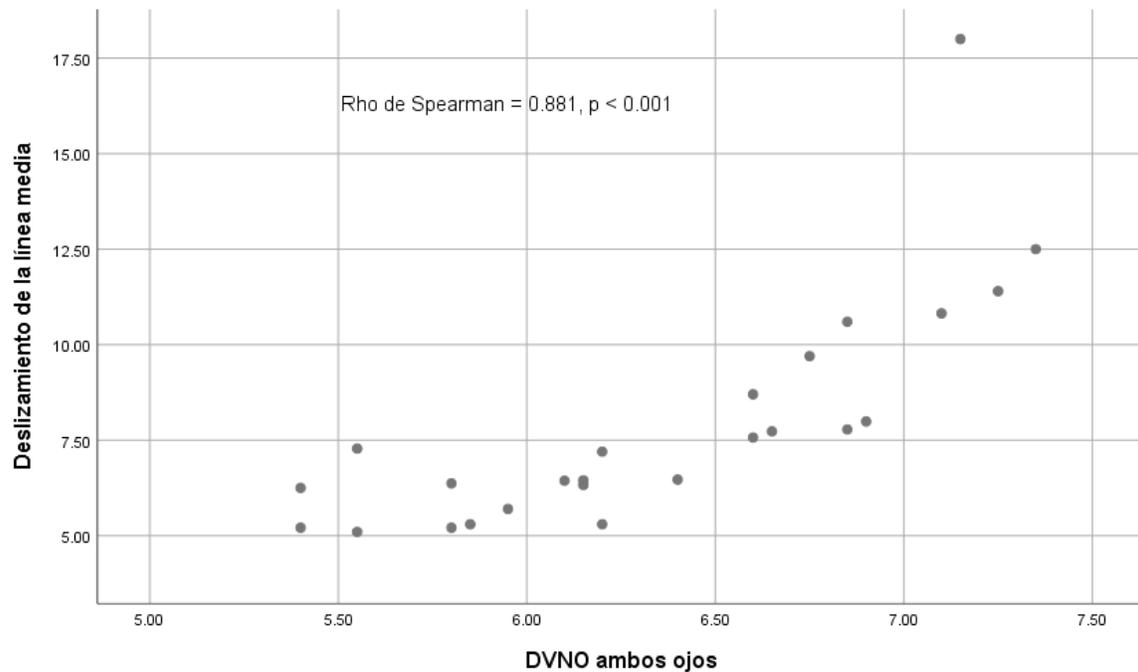
		Hipertensión intracraneana según DVNO				Valor <i>p</i>	Coeficiente de contingencia (C)
		No		Sí			
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%		
Desplazamiento de línea media	No	55	88.7%	3	14.3%	< 0.001	0.576
	Sí	7	11.3%	18	85.7%		
Borramiento de cisternas basales	No	27	43.5%	3	14.3%	0.016	0.256
	Sí	35	56.5%	18	85.7%		
Pérdida de diferenciación gris blanca	No	2	3.2%	0	0.0%	0.405	0.091
	Sí	60	96.8%	21	100.0%		
Pérdida del patrón normal	No	3	4.8%	0	0.0%	0.305	0.112
	Sí	59	95.2%	21	100.0%		

Fuente: Datos del estudio

El diámetro de vaina de nervio óptico se correlacionó significativamente con el desplazamiento de línea media (Valor *p* < 0.001, Coeficiente de contingencia = 0.576) y borramiento de cisternas basales (Valor *p* = 0.016, coeficiente de contingencia = 0.256).

Gráfica 1.

Correlación entre la presión intracraneana medida por el diámetro de vaina del nervio óptico y el desplazamiento de la línea media.



En esta gráfica se observa que la correlación entre la estimación de la presión intracraneana a través del DVNO se correlaciona fuerte y directamente con la medición del desplazamiento de línea media según tomografía.

Tabla 2.

Características epidemiológicas de los pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral

Características epidemiológicas		<i>f</i>	%
Sexo	Femenino	17	20.5%
	Masculino	66	79.5%
		Media	DE
Edad (años)		37.7	18.5
Diagnóstico	TCE severo	65	78.3%
	Lesión tumoral (meningioma)	6	7.2%
	Lesión tumoral (fosa posterior)	5	6.0%
	Lesión tumoral (macroadenoma)	4	4.8%
	Lesión tumoral (otros)	3	3.6%

Fuente: Datos del estudio

La mayoría de los pacientes son de sexo masculino, la edad promedio es de 37.7 (18.5) años y el diagnóstico más frecuente el trauma craneoencefálico (78.3%). De los pacientes con tumor cerebral, el más frecuente fue el Meningioma (7.2%).

Tabla 3.

Prevalencia de hipertensión intracraneal utilizando la fórmula de Marek

Hipertensión intracraneana	<i>f</i>	%
No	75	90.4%
Sí	8	9.6%

Fuente: Datos del estudio

La hipertensión intracraneana según el modelo matemático de Marek estaba presente en 9.6% de los pacientes evaluados.

Tabla 4.

Grado de correlación entre la determinación de la hipertensión intracraneana según el diámetro de vaina del nervio óptico y la fórmula de Marek

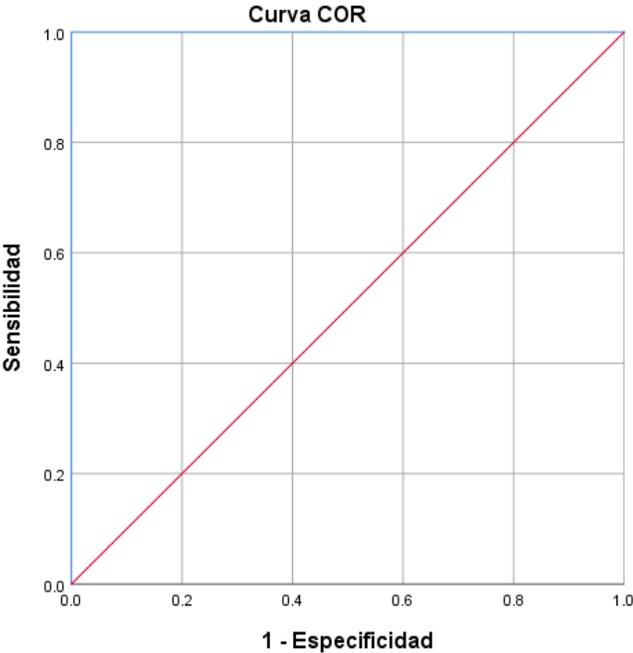
Hipertensión intracraneana según DVNO	Hipertensión intracraneana según modelo de Marek				Valor p	Coeficiente de contingencia
	No		Sí			
	f	%	f	%		
No	62	82.7%	0	0.0%		
Sí	13	17.3%	8	100.0%	< 0.001	0.489

Fuente: Datos del estudio

La determinación de la hipertensión intracraneana a través del DVNO tiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 82.7% con relación al modelo matemático de Marek; el grado de correlación es del 49% según el coeficiente de contingencia. A través de un análisis de curva de ROC se llegó a la conclusión que puede diagnosticarse la hipertensión intracraneana cuando el valor de DVNO es de 6.8 o mayor.

Gráfica 2.

Curva COR para la estimación del punto de corte de DVNO para la detección de HIC



Fuente: Datos del estudio

VII. DISCUSIÓN Y ANALISIS

Este estudio tuvo como objetivo correlacionar los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal con la medición del diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes críticamente enfermos con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumoral que ingresaron al Departamento de Terapia Intensiva de Adultos. Para tal fin, se evaluó a 83 pacientes que ingresaron al departamento durante junio a septiembre de 2019.

El diámetro de vaina de nervio óptico (DVNO) se correlacionó significativamente solo con dos de cuatro hallazgos tomográficos evaluados: El desplazamiento de línea media (valor $p < 0.001$, Coeficiente de contingencia = 0.576) y borramiento de cisternas basales (valor $p = 0.016$, coeficiente de contingencia = 0.256). En diversos estudios se han encontrado asociación entre hallazgos tomográficos y DVNO, por ejemplo, el estudio de Ponce y colaboradores reveló correlación alta entre edema detectado por tomografía computarizada (TC) y DVNO a través de ultrasonido ocular (33); y el estudio de Karakitsos que es más específico en indicar que se encontró correlación alta entre borramiento de cisternas basales y desplazamiento de la línea media (34). La correlación entre la TC y el DVNO fue menor en este estudio.

Aunque durante la revisión no se han encontrado estudios donde se comparen las sensibilidades y especificidades de TC y DVNO frente al estándar de oro, varios autores destacan ventajas de la medición del DVNO; Karakitsos destaca el bajo costo, amplia disponibilidad y resultados rápidos en el instante (34) y Toscano agrega que este estudio puede realizarse fácilmente con un mínimo de entrenamiento, aun cuando no se trate de un ultrasonografista (35).

La mayoría de los pacientes son de sexo masculino, la edad promedio es de 37.7 (18.5) años y el diagnóstico más frecuente el trauma craneoencefálico (78.3%). En el estudio de Gámez se determinó que los pacientes con trauma craneoencefálico, atendidos en los servicios de emergencia de los Hospitales General San Juan de Dios de Guatemala, Roosevelt y General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (12), de la totalidad de pacientes con trauma craneoencefálico el 79% eran de sexo masculino. La OMS señala que los hombres tienen más probabilidades que las mujeres de verse involucrados en accidentes de tránsito (36).

De los pacientes con tumor cerebral, el más frecuente fue el Meningioma (7.2%); esto último coincide con la revisión de Contreras, quien indica que en personas en edades entre 35 a 44 años el tumor que se presenta con mayor incidencia es el Meningioma (16).

La hipertensión intracraneana según el modelo matemático de Marek estaba presente en 9.6% de los pacientes evaluados. Este valor se considera bajo si se trata de pacientes con trauma craneoencefálico severo, sin embargo, hay que considerar que dentro de las intervenciones tempranas estos pacientes recibieron medicamentos para reducir el edema cerebral, lo cual disminuyó directamente la presión intracraneana de estos. Se ha observado que algunos pacientes antes de ser trasladados a terapia intensiva, por un poco disponibilidad de camas, permanecen entre 3 a 5 días en otros servicios donde se inician dichas medidas anti-edema.

Hasta este punto es importante indicar que el estándar de oro para la medición de la presión intracraneal se basa en la colocación de un catéter o transductor intraventricular o intracerebral, colocado a través de una craneotomía (3). Dado que en este estudio se compararon los resultados de DVNO con los hallazgos tomográficos, solo podría calcularse una correlación pues no se considera que uno de los métodos sea superior a otro. En estudios donde se ha usado un estándar

de oro la sensibilidad y especificidad del DVNO ha sido alta, como lo es el caso de la investigación realizada por Weidner y otros quienes a través de una curva COR, encontraron una sensibilidad de 92% y una especificidad del 89% respecto a un método invasivo (37). El estudio de Robba mostró resultados similares, sensibilidad de 87% y especificidad de 83%, pero indica que la capacidad predictiva de DVNO aumenta si además se evalúa a través de un Doppler (30).

La determinación de la hipertensión intracraneana a través del DVNO tiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 82.7% con relación al modelo matemático de Marek; el grado de correlación es del 49% según el coeficiente de contingencia. A través de un análisis de curva de ROC se llegó a la conclusión que puede diagnosticarse la hipertensión intracraneana cuando el valor de DVNO es de 6.8 o mayor. En dos estudios realizados por Geeraerts y colaboradores, los puntos de corte del DVNO para la predicción de la HIC variaban entre 5.82 y 5.9, sin embargo estos métodos usaron como referencia para la medición de la PIC un método invasivo (38,39), mientras que en este estudio se usó el modelo matemático de Marek.

Dentro de las limitaciones de este estudio está que este se centró únicamente en pacientes con trauma craneoencefálico severo, pues el incluir a diferentes grados de trauma craneoencefálico aumentaría la aplicabilidad del estudio en diferentes escenarios clínicos.

6.1. CONCLUSIONES

- 6.1.1.** Los hallazgos tomográficos de hipertensión intracraneal en pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumor que se correlacionaron con la medición del diámetro de vaina de nervio óptico por ultrasonido fueron, ordenados de mayor a menor grado de correlación, el desplazamiento de la línea media ($C = 0.576$) y el borramiento de cisternas basales ($C = 0.256$).
- 6.1.2.** El diagnóstico del 78.3% de los pacientes era el trauma craneoencefálico severo y la lesión tumoral más frecuente el meningioma. La mayoría de los pacientes eran de sexo masculino (79.5%) y la edad promedio de los pacientes era de 37.7 (18.5) años.
- 6.1.3.** La prevalencia de hipertensión intracraneal en pacientes con lesión cerebral por trauma craneoencefálico o tumor según el modelo matemático de Marek era de 9.6%
- 6.1.4.** La determinación de la hipertensión intracraneana medida a través del diámetro de vaina de ojo tiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 82.7% con relación al modelo matemático de Marek cuando su valor es mayor a 5.85; sensibilidad y especificidad del 100% cuando su valor es mayor que 6.80.

6.2. RECOMENDACIONES

- 6.2.1.** Al postgrado de Intensivo: Instruir a los subespecialistas en el uso del diámetro de vaina del nervio óptico a través de ultrasonido como herramienta para la estimación de la hipertensión intracraneana en pacientes que han sufrido lesiones cerebrales debido a traumas o tumores, ya que este es un método efectivo y libre de complicaciones para el paciente pues se trata de un método no invasivo.
- 6.2.2.** Al Intensivista: Hacer uso de todas las herramientas disponibles para monitorear al paciente con lesión cerebral con el fin de prevenir daño neurológico irreversible y la muerte.
- 6.2.3.** Realizar nuevos estudios que incluyan diferentes grados de trauma craneoencefálico para aumentar la aplicabilidad del estudio en diferentes escenarios clínicos, además de realizar estudios que puedan correlacionar HIC a través de la medición del diámetro de vaina del nervio óptico con una catéter intraventricular o intracerebral (Gold estándar) para obtener una mejor sensibilidad y especificidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. García Molina J. Utilidad diagnóstica de la ecografía de vaina de nervio óptico (EVNO), como método no invasivo para la detección de hipertension intracraneal. Rev Chil Neurocir [en línea]. 2019 [citado 10 de diciembre de 2019];45(1):38–44. Disponible en: http://www.neurocirugiachile.org/pdfrevista/v45_n1_2019/garcia_p38_v45n1_2019.pdf
2. Carrillo R, Rojo del Moral O, Cruz J, Romero J. Diámetro de la vaina del nervio óptico. Una herramienta para el monitoreo dinámico de la hipertensión intracraneana. Rev Asoc Med Crit Ter Int [en línea]. 2016 [citado 10 de diciembre de 2019];30(4):249–52. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2016/ti164h.pdf>
3. Gutiérrez BP. Medición del grosor de la vaina del nervio óptico por ecografía transorbital y su asociación con hallazgos tomográficos indicativos de elevación de la presión intracraneal [Tesis de postgrado] [en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2018 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unan.edu.ni/9124/>
4. Varela Mar [citado 10 de diciembre de 2020]tínez E. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico mediante ultrasonografía como indicador de Hipertensión intracraneal y su correlación con tornillo intraparenquimatoso [Tesis de postgrado] [en línea]. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2019 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1661/434988.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. García Montalvo GR, Mar [citado 10 de diciembre de 2020]tínez Burbano BA, Ramos Tituaña ET. Validación de la evaluación por ultrasonido de la vaina del nervio óptico para la cuantificación de la presión intracraneana en grandes altitudes. Cambios Rev Méd [en línea]. 2019 [citado 10 de

diciembre de 2019];18(1):58–62. Disponible en:
<https://revistahcam.iess.gob.ec/index.php/cambios/article/view/387>

6. 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. *Neurología* [en línea]. 2015 Ene [citado 10 de diciembre de 2020];30(1):16–22. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213485312002691>
7. Chimbo Chacha HF. Hipertensión intracraneal [Tesis de pregrado] [en línea]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo; 2018 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/4509/1/E-UTB-FCS-ENF-000088.pdf>
8. Gilo Arrojo F, Herrera Muñoz A, Anciones B. Hipertensión intracraneal aguda. *Neurología* [en línea]. 2010 Oct [citado 10 de diciembre de 2020];25(1):3–10. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S021348531070044X>
9. Dubost C, Motuel J, Geeraerts T. Mesure de la pression intracrânienne sans capteur : comment et pour qui ? *Ann Fr Anesth Reanim* [en línea]. 2012 Jun [citado 10 de diciembre de 2020];31(6):e125–32. Disponible en:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0750765812001645>
10. López Aguirre WJ. Características clínicas y tomográficas del traumatismo craneo encefálico grave. Unidad de cuidados intensivos. Hospital Luis Vernaza [Tesis de postgrado] [en línea]. Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo; 2019 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en:
<https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/oai:localhost:123456789-2950/Description>
11. García-Lira JR, Zapata-Vázquez RE, Alonzo-Vázquez F, Rodríguez-Ruz SG, Medina-Moreno MR, Torres-Escalante JL. Monitorización de la presión

- intracraneal en traumatismo craneoencefálico severo. Rev Chil Pediatría [en línea]. 2016 Sep [citado 10 de diciembre de 2019];87(5):387–94. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0370410616300158>
12. Gámez N, Cano L, Reyes C, Tebelán Y, Ruiz J, Roque P. Caracterización epidemiológica del paciente con Trauma Craneoencefálico [Tesis de postgrado] [en línea]. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala; 2013 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9197.pdf
 13. Colindres Meda GB, Cifuentes Villatoro HE, Palacios Galindo JP. Caracterización epidemiológica del paciente con Trauma Craneoencefálico [Tesis de postgrado] [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2018 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_11032.pdf
 14. Araya Fallas L. Abordaje inicial del trauma craneoencefálico en el paciente adulto en el servicio de emergencias [Tesis de postgrado] [en línea]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2017 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/6142>
 15. Merlano-Almanza MJ, Rubiano AM, Alcalá-Cerra G, Alvis-Miranda HR, Moscote-Salazar LR. Trauma craneoencefálico severo: atención prehospitalaria, manejo quirúrgico y monitoreo multimodal. Rev Chil Neurocir [en línea]. 2015 [citado 10 de diciembre de 2019];41:149–61. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-869740?lang=es>
 16. Contreras LE. Epidemiología de tumores cerebrales. Rev Médica Clínica Las Condes [en línea]. 2017 May [citado 10 de diciembre de 2019];28(3):332–8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0716864017300585>

17. Gómez Vega JC, Ocampo Navia MI, Feo Lee O. Epidemiología y caracterización general de los tumores cerebrales primarios en el adulto. Univ Médicas [en línea]. 2019 [citado 10 de diciembre de 2019];60(1):1–17. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/unmed/v60n1/0041-9095-unmed-60-01-00047.pdf>

18. Departamento de Estadística. Prevalencia de Tumores Cerebrales 2015-2016. Guatemala; 2017.

19. Deotti S, Mollá Domenech F, Nácher Fernández B, Atienza Vicente C, Mañas Ballester B, García Belenguer A, et al. Nuevo dispositivo para la medida no invasiva de la presión intracraneal absoluta. Rev biomecánica [en línea]. 2011 [citado 10 de diciembre de 2019];1(57):63–5. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38463/Deotti%3BMolla%3BNacher - Nuevo dispositivo para la medida no invasiva de la presión intracraneal abs....pdf?sequence=1>

20. Luviano García JA. Importancia del tiempo puerta PIC y puerta TAC en el paciente con trauma craneoencefálico severo. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int [en línea]. 2010 [citado 10 de diciembre de 2019];24(1):25–9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=23922>

21. Sánchez Torres C, Urías Romo de Vivar EG, Mar [citado 10 de diciembre de 2020]tínez Félix JI. Diámetro de la vaina del nervio óptico y tomografía axial computada en traumatismo craneoencefálico como predictor de hipertensión intracraneal. Rev Med UAS [en línea]. 2017 [citado 10 de diciembre de 2019];7(4):198–212. Disponible en: <http://hospital.uas.edu.mx/revmeduas/pdf/v7/n4/diametro.pdf>

22. Hightower S, Chin EJ, Heiner JD. Detection of increased intracranial pressure by ultrasound. J Spec Oper Med [en línea]. 2012 [citado 10 de diciembre de 2019];12(3):19–22. Disponible en:

<https://europepmc.org/abstract/med/23032316>

23. Salinas A. Medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonido como herramienta para el monitoreo de la presión intracraneana en la unidad de cuidados intensivos: a propósito de un caso. *Rev Medica Clin Condes* [en línea]. 2017 [citado 10 de diciembre de 2019];2(1):125–32. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-12732017000200027&script=sci_abstract
24. Abraham M, Singhal V. Intracranial pressure monitoring. *J Neuroanaesth Crit Care* [en línea]. 2015 Dic [citado 10 de diciembre de 2020] 2;02(03):193–203. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.4103/2348-0548.165039>
25. Pérez-Coronado JD, Franco-Gruntorad GA. Utilidad de la ecografía en reanimación. *Rev Colomb Anestesiol* [en línea]. 2015 Oct [citado 10 de diciembre de 2020];43(4):321–30. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S012033471500043X>
26. Denault AY, Casas C, Puentes W, Eljaiek R, Iglesias I. Ultrasonido de la cabeza a los pies: opinión actual sobre su utilidad en inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, oligoanuria y en el paciente con estado neurológico alterado. *Rev Colomb Anestesiol* [en línea]. 2017 Oct [citado 10 de diciembre de 2020];45(4):317–26. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120334717300692>
27. Waissbluth J, Cabrera Schultmeyer MC. Ecografía ocular para la estimación de la presión intracraneal: estudio de la factibilidad de la técnica. *Rev Chil Anest* [en línea]. 2019 Mar [citado 10 de diciembre de 2020];48(1):57–61. Disponible en: <http://revistachilenadeanestesia.cl/ecografia-ocular-para-la-estimacion-de-la-presion-intracraneal-estudio-de-la-factibilidad-de-la-tecnica/>
28. Papalini EP. Optic nerve: Measure the diameter of its sheath to detect intracranial hypertension. *Rev Bras Oftalmol* [en línea]. 2018 Mar [citado 10

de diciembre de 2020];77(2):68–71. Disponible en: <http://revistachilenadeanestesia.cl/ecografia-ocular-para-la-estimacion-de-la-presion-intracraneal-estudio-de-la-factibilidad-de-la-tecnica/>

29. Gupta S, Pachisia A. Ultrasound-measured optic nerve sheath diameter correlates well with cerebrospinal fluid pressure. *Neurol India* [en línea]. 2019 [citado 10 de diciembre de 2019];63(3):772–6. Disponible en: <http://www.neurologyindia.com/article.asp?issn=0028-3886;year=2019;volume=67;issue=3;spage=772;epage=776;aulast=Gupta>
30. Robba C, Cardim D, Tajsic T, Pietersen J, Bulman M, Donnelly J, et al. Ultrasound non-invasive measurement of intracranial pressure in neurointensive care: A prospective observational study. Schreiber M, editor. *PLOS Med* [en línea]. 2017 Jul [citado 10 de diciembre de 2020];14(7):e1002356. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pmed.1002356>
31. Ochoa-Pérez L, Cardozo-Ocampo A. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. *Rev Colomb Anestesiol* [en línea]. 2015 Oct [citado 10 de diciembre de 2020];43(4):314–20. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120334715000404>
32. Shevlin C. Optic Nerve Sheath Ultrasound for the Bedside Diagnosis of Intracranial Hypertension: Pitfalls and Potential. *Crit Care Horizons* [en línea]. 2015 [citado 10 de diciembre de 2019];1(1):22–30. Disponible en: <http://www.criticalcarehorizons.com/2015-1-22-30/>
33. Ponce y Ponce de León G, Mayagoitia Witrón J de J, Mayagoitia Ponce A. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido ocular y su correlación con hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico / Measurement of the diameter of the optic nerve sheath with ocular ultr. *RICS Rev Iberoam las Ciencias la Salud*

- [en línea]. 2019 Ene [citado 10 de diciembre de 2020];8(15):1–18. Disponible en: <http://www.rics.org.mx/index.php/RICS/article/view/74>
34. Karakitsos D, Soldatos T, Gouliamos A, Armaganidis A, Poularas J, Kalogeromitros A, et al. Transorbital Sonographic Monitoring of Optic Nerve Diameter in Patients With Severe Brain Injury. *Transplant Proc* [en línea]. 2006 Dic [citado 10 de diciembre de 2020];38(10):3700–6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041134506014333>
 35. Toscano M, Spadetta G, Pulitano P, Rocco M, Di Piero V, Mecarelli O, et al. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound Evaluation in Intensive Care Unit: Possible Role and Clinical Aspects in Neurological Critical Patients' Daily Monitoring. *Biomed Res Int* [en línea]. 2017 [citado 10 de diciembre de 2019];2017:1–7. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/1621428/>
 36. Organización Mundial de la Salud. Accidentes de tránsito [en línea]. Notas descriptivas. 2018 [citado 10 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
 37. Weidner N, Bomberg H, Antes S, Meiser A, Volk T, Groesdonk H. Real-time evaluation of optic nerve sheath diameter (ONSD) in awake neurosurgical patients. *Intensive Care Med Exp* [en línea]. 2015 Dic [citado 10 de diciembre de 2020] 1;3(S1):A608. Disponible en: <https://icm-experimental.springeropen.com/articles/10.1186/2197-425X-3-S1-A608>
 38. Geeraerts T, Merceron S, Benhamou D, Vigué B, Duranteau J. Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients. *Intensive Care Med* [en línea]. 2008 Nov [citado 10 de diciembre de 2019];34(11):2062–7. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-008-1149-x>
 39. Geeraerts T, Launey Y, Mar [citado 10 de diciembre de 2020]tin L, Pottecher J, Vigué B, Duranteau J, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath

may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive Care Med* [en línea]. 2007 Sep [citado 10 de diciembre de 2019];33(10):1704–11. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-007-0797-6>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Cuidados intensivos de adultos

HIPERTENSIÓN INTRA CRANEAL DIAGNOSTICADA POR MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIO ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL

Investigadora: Dra. Ana Sofía Hernández

Asesor: Dr. Joel Falla

Fecha: _____ Iniciales del paciente: _____

Historia clínica No. _____ Edad: _____ años sexo: M_____ F_____

Diagnóstico: TCE Lesión Tumoral tipo de lesión _____

DVNO OJO DERECHO: _____

DVNO OJO IZQUIERDO: _____

PIC (5 X DVNO – 13.92mmHg): _____

Signos de HIC en TAC Cerebral	X
Desplazamiento de la línea media	
Borramiento de cisternas basales	
Pérdida de diferenciación gris-blanca	
Pérdida del patrón normal de circunvoluciones y surcos.	

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **“HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL DIAGNÓSTICADA POR MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE VAINA DE NERVIO ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA CEREBRAL”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.