

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Medicina Humana**  
**Segunda Especialidad de Emergencias y Desastres**



**UTILIDAD DE LA ECOGRAFÍA OCULAR PARA EL DIAGNÓSTICO  
TEMPRANO DE HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL EN PACIENTES CON  
SOSPECHA DE LESIÓN CEREBRAL TRAUMÁTICA DEL SERVICIO DE  
EMERGENCIA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO - AREQUIPA**

Proyecto de Investigación presentado  
por el M. C.

Ramos Calsin, Uriel

Para optar el Título de Segunda  
Especialidad en

Emergencias y Desastres

Asesora:

Dra. Muñoz del Carpio Toia, Águeda

**Arequipa - Perú**  
**2021**

## **DEDICATORIA**

*A Dios todopoderoso, que me acompaña y cuida de mí y mis seres queridos  
A mi madre, por su apoyo y amor incondicional conmigo y mi hermana Cinthia  
A mi amada esposa Milagros y mis hijos Gustavo y Layla, los motivos de mi vida.*



## RESUMEN:

La hipertensión intracraneal es una condición grave con riesgo vital en pacientes que sufren una lesión cerebral aguda asociada a traumatismo craneoencefálico que requiere de un reconocimiento rápido y conducta terapéutica dirigida para un manejo exitoso de dichos pacientes, que si no es tratada a tiempo puede conllevar a daño neurológico irreversible o la muerte.

En la actualidad la colocación de un catéter de monitoreo permite la evaluación cualitativa y cuantitativa continua de la presión intracraneal, la combinación de monitor de presión intracraneal y el tratamiento de la presión de perfusión cerebral favorece el manejo y mejora los resultados del paciente sobre todo en aquellos que sufren una lesión cerebral aguda traumática.

No obstante, al ser un procedimiento invasivo, se asocia a complicaciones, tales como hemorragias, hematomas, disfunción o infección. Al mismo tiempo que requiere manejo en unidad de cuidado crítico, equipamiento adecuado, costo elevado de insumos, y está contraindicado en pacientes coagulopáticos o con trombocitopenia.

La ecografía ocular es un procedimiento que estudia el diámetro de la vaina del nervio óptico, permite el diagnóstico oportuno de hipertensión intracraneal, para así tomar una decisión terapéutica adecuada; se caracteriza por ser no invasiva, de rápida realización, bajo costo, fácil entrenamiento, amplia disponibilidad.

En este sentido, es necesario establecer la utilidad de la ecografía ocular en el diagnóstico temprano de la hipertensión intracraneal para promover su uso rutinario en los servicios de urgencia

**Palabras clave:** Ecografía ocular, hipertensión intracraneal

## ABSTRACT:

Intracranial hypertension is a serious condition, life threatening in patients suffering from acute brain damage associated to cranioencephalic trauma that required fast recognition and directed therapeutic behavior to successful management of such patients, if not treated early can lead to irreversible neurological damage or death.

At present, the placement of a monitoring catheter allows continuous qualitative and quantitative evaluation of intracranial pressure, the combination of intracranial pressure monitor and treatment of cerebral perfusion pressure favors management and improves patient results, especially in those suffering from acute traumatic brain injury.

However, as it is an invasive procedure, it is associated with complications such as bleeding, bruising, dysfunction or infection. At the same time, it requires management in a critical care unit, adequate equipment, high cost of supplies, and is contraindicated in coagulopathic or thrombocytopenic patients.

Ocular ultrasound is a procedure that studies the diameter of the optic nerve sheath, allows the timely diagnosis of intracranial hypertension, in order to make an adequate therapeutic decision; It is characterized by being non-invasive, quick to perform, low cost, easy training, and wide availability.

In this sense, it is necessary to establish the usefulness of ocular ultrasound in the early diagnosis of intracranial hypertension to promote its routine use in emergency services.

**Key words:** Ocular ultrasound, intracranial hypertension

## INDICE GENERAL

### RESUMEN

### ABSTRACT

I. PREAMBULO .....	1
II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	2
1. Problema de investigación .....	2
1.1 Enunciado del problema .....	2
1.2 Descripción del problema .....	2
1.3 Justificación del problema.....	4
2. Marco conceptual.....	4
Hipertensión Intracraneal Traumática .....	4
Ecografía Ocular.....	10
3. Análisis de antecedentes .....	11
4. Objetivos.....	13
4.1 Objetivo general.....	13
4.2 Objetivo específico .....	13
5. Hipótesis.....	13
III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	14
1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación .....	14
2. Campos de verificación .....	14
3. Estrategia de recolección de datos .....	15
4. Estrategia de manejo de resultados.....	16
IV. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	16
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
VI. ANEXO: .....	20

## I. PREAMBULO

En los servicios de emergencias es muy frecuente lidiar con pacientes politraumatizados por distintas causas, de todos ellos, los que sufren una lesión cerebral aguda consecuente a un traumatismo craneoencefálico cobran suma importancia debido al riesgo de secuelas graves o un desenlace mortal.

La hipertensión intracraneal es considerada una complicación grave en pacientes que sufren una lesión cerebral aguda asociada a traumatismo craneoencefálico.

El manejo exitoso de estos pacientes requiere de un reconocimiento rápido y conducta terapéutica dirigida, ya que si no es tratada a tiempo puede conllevar a consecuencias catastróficas.

Tanto las manifestaciones clínicas como signos tomográficos característicos se apoyan para el diagnóstico de la hipertensión intracraneal.

En la actualidad la colocación de un catéter de monitoreo permite la evaluación cualitativa y cuantitativa continua de la Presión intracraneal, favoreciendo conductas terapéuticas inmediatas frente a alzas anormales de ella. Sin embargo, al ser un procedimiento invasivo, se asocia a complicaciones, tales como hemorragias, hematomas, infección (meningitis).

La ecografía ocular es un procedimiento que permite el diagnóstico clínico de hipertensión intracraneal mediante el estudio del nervio óptico, para su posterior decisión terapéutica el mismo que por sus características se realiza de forma rápida, práctica y menos invasiva.

El presente trabajo académico intenta definir la utilidad de la ecografía ocular como procedimiento diagnóstico de hipertensión intracraneal y de esta manera promover su uso rutinario en el servicio de emergencia del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza.

## II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. Problema de investigación

#### 1.1 Enunciado del problema

¿Es útil la realización de la ecografía ocular en el diagnóstico temprano de hipertensión intracraneal en pacientes con sospecha de lesión cerebral aguda asociada a traumatismo en el Hospital Regional de Arequipa?

#### 1.2 Descripción del problema

##### a) Área del conocimiento

- Área General: Ciencias de la Salud
- Área Específica: Medicina Humana
- Especialidad: Emergencias
- Línea: Diagnóstico con dispositivos médicos

##### b) Análisis de Variables

Variable Independiente	Indicador	Valores o categorías	Tipo de variable
Hipertensión intracraneal estimada por ultrasonografía.	Hallazgo en la ultrasonografía ocular (medición de la vaina del nervio óptico)	Negativo ( $\leq 5.5\text{mm}$ ) Positivo ( $> 5.5\text{mm}$ )	Ordinal
<b>Variable Dependiente</b>			
Signos Clínicos de Hipertensión intracraneal	Signos o síntomas	Cefalea Nauseas Vómitos Trastorno del estado de conciencia.	Nominal

		Parálisis del VI par craneal Edema de Papila Triada de Cushing	
<b>Variable Interviniente</b>			
Edad	Fecha de Nacimiento	Años	De razón
Sexo	Características sexuales secundarias	Masculino Femenino	Nominal
Tiempo de enfermedad	Tiempo desde el inicio de signos o síntomas	Horas	Continua
Escala de Coma de Glasgow	Escala	1 - 15	Discreta

**c) Interrogantes Básicas**

- ¿Es útil la ecografía ocular para el diagnóstico temprano de hipertensión intracraneal?
- ¿Cuál es el punto de corte en cuanto al diámetro del nervio óptico para diagnóstico de hipertensión intracraneal?

**d) Tipo de Investigación**

Se trata de un estudio de Campo

**e) Diseño de investigación**

Observacional, Prospectivo y Longitudinal

**f) Nivel de Investigación**

Es un estudio de nivel Exploratorio

### 1.3 Justificación del problema

Actualmente no existen conocimientos a nivel regional que determinen la utilidad del estudio de ultrasonografía ocular para medir el nervio óptico y con ello definir el diagnóstico de hipertensión intracraneal en aquellos pacientes que hayan sufrido una lesión cerebral traumática. La ecografía ocular por su rapidez y practicidad además de ser un procedimiento no invasivo pasaría a ser una herramienta muy útil en el diagnóstico temprano de la hipertensión intracraneal y de esta manera tomar decisiones de manejo de manera oportuna.

En nuestro país en las unidades de cuidado intensivo (Shock Trauma y UCI) es muy difícil disponer de un monitor de presión intracraneal, que en muchos casos es necesario para el manejo neurocrítico, ya que este es de un costo muy elevado, muy aparte que su utilización implica la colocación de un catéter intracraneal, un procedimiento que requiere entrenamiento especializado, y que en algunos casos puede conllevar a complicaciones propias de todo procedimiento invasivo. Mientras que la ecografía ocular destaca por no ser invasiva, su bajo costo, fácil entrenamiento y rápida realización, así como su amplia disponibilidad.

Por todo lo anterior es necesario establecer la utilidad de la ecografía ocular en el diagnóstico temprano de la hipertensión intracraneal para promover su uso rutinario en los servicios de urgencia y de este modo asegurar un manejo exitoso de aquellos pacientes que presenten una elevación de la presión intracraneal.

## 2. Marco conceptual

### Hipertensión Intracraneal Traumática

El aumento de la presión intracraneal es causada por una variedad amplia de trastornos neurológicos tales como lesiones cerebrales traumáticas, hemorragias intracraneales infecciones del sistema nervioso central, tumores del sistema

nervioso central, condiciones patológicas que alteren el flujo venoso del sistema nervioso central (Tabla 1); que progresa en muchos casos al síndrome de hipertensión intracraneal la cual pasa a ser una condición grave con riesgo vital, que si no es reconocida y manejada a tiempo puede conllevar a consecuencias catastróficas, daño neurológico irreversible o la muerte (1).

En el mundo se estima que cada año se producen alrededor de 10 millones de casos de lesiones cerebrales traumáticas que terminan en hospitalización o muerte, convirtiéndose en un problema médico y social. En países de ingreso medio y bajo, donde el transporte motorizado va en aumento, también aumenta la incidencia de casos, siendo estos a predominio de pacientes jóvenes. En contraste en países de ingresos altos donde se aplican las leyes de seguridad y prevención de manera exitosa la tasa de incidentes de tránsito disminuye, por lo que las lesiones cerebrales traumáticas son más frecuentes debidas a caídas, sobre todo en población anciana, que suelen resultar en lesión cerebral por contusión (2)(3).

**Tabla 1. Principales mecanismos que causan aumento de la presión intracraneal asociado a afecciones médicas comunes\*.**

Condición	Efecto de masa	Edema	Vasodilatación	Alteración de la circulación del LCR
Lesión cerebral traumática	+	+	+	
Hemorragia subaracnoidea	+	+		++
Trombosis venosa cerebral		+		++
Encefalopatía anóxica isquémica		+		
Tumor cerebral	+	+		
Infarto cerebral por oclusión de la arteria cerebral media		+		
Hematoma intracerebral espontaneo	+	+		
Absceso		+		
Meningitis		+		
Hipertensión intracraneal idiopática				+?
Encefalopatía hepática aguda		+	+	
Síndromes hipoosmolares agudos		+		
Encefalopatía hipertensiva		+		
Síndrome de Reye		+	+	
Craneosinostosis**				

\*Un solo signo más indica que el mecanismo es relevante, dos signos mas indican que el mecanismo es particularmente relevante. El signo de interrogación indica que el mecanismo no se ha identificado claramente. LCR denota líquido cefalorraquídeo.

\*\*La craneosinostosis se asocia a un crecimiento inadecuado del cráneo.  
(3).

El éxito en el manejo de los pacientes con aumento de la presión intracraneal requiere un diagnóstico a tiempo, monitorización adecuada y terapia dirigida tanto para la presión intracraneal elevada, como para la condición que conllevó a la misma (4).

En los adultos la presión intracraneal es menos de 15 mmHg, dado que el cráneo es un compartimento rígido, la suma de los volúmenes intracraneales (tejido cerebral, líquido cefalorraquídeo y sangre), debe ser constante. Los pacientes que muestran valores que se mantienen por encima de 20 mmHg se consideran patológicos por lo que se deben ser monitorizados y tratados de forma agresiva. El aumento de la presión intracraneal posterior a una lesión cerebral traumática obedece tanto a eventos intracraneales como sistémicos; posterior a un evento traumático, la expansión de hematomas es la primera amenaza en las primeras horas, posteriormente eventos como la acumulación de agua, la alteración de la autorregulación, la isquemia y la expansión de la contusión, contribuyen al aumento de la presión intracraneal (3).

El aumento de la presión intracraneal puede deberse a causas mecánicas o vasculares, en el primer caso se desarrolla un efecto de masa, que genera un gradiente de presión causando distorsión del tejido cerebral; consecuentemente se presenta desplazamiento de la línea media, compresión y desplazamiento del tejido cerebral desde áreas de mayor presión hacia áreas de menor resistencia, ello puede originar en ciertos casos una hernia cerebral, la cual se produce por tres mecanismos: Primero se desplaza un hemisferio medialmente contra la hoz generando una hernia falcina; segundo un gradiente de presión unilateral empuja el borde medial del lóbulo temporal (uncus), a través del foramen tentorial resultando una hernia uncal provocando compresión del tercer par craneal y la arteria cerebral posterior con consecuente dilatación pupilar unilateral, falta de reactividad a la luz e infarto, al comprimirse y distorsionarse el tronco cerebral genera deterioro temprano de la conciencia; tercero el aumento homogéneo y bilateral de la presión intracraneal en el espacio supratentorial desplaza el tejido cerebral hacia abajo a través del agujero tentorial, consecuentemente se genera una hernia transtentorial central, entonces el tronco encefálico está desplazado y comprimido hacia abajo (3)(4).

Todo lo anterior puede dar lugar a posibles daños irreversibles y consecuencias fatales por lo que se considera una emergencia médica que requiere tratamiento inmediato. Los efectos vasculares se deben a la alteración de la presión de perfusión cerebral; conforme va disminuyendo la presión de perfusión cerebral el flujo sanguíneo cerebral se torna insuficiente para perfundir y oxigenar el tejido cerebral adecuadamente. La isquemia origina un mayor edema citotóxico exacerbando el aumento de la presión intracraneal (5)(6).

Los síntomas de una presión intracraneal elevada incluyen cefalea, mediada por fibras dolorosas del V par craneal en la duramadre y los vasos sanguíneos; trastorno de conciencia, originado por el efecto de masa de las lesiones o presión sobre la formación reticular del mesencéfalo, y vómitos. Los signos incluyen parálisis del VI par craneal, edema de papila, hematoma periorbitario espontáneo y triada de Cushing (bradicardia, hipertensión y depresión respiratoria), que se cree se relaciona con la compresión del tallo cerebral y que al ser reconocido requiere una intervención urgente (7).

La implementación del monitoreo neurológico multimodal es parte del manejo integral de estos pacientes, evalúan componentes que mantienen seguros tanto la integridad y como la función neurológica; dentro de ellas destaca la medición de la presión intracraneal, el flujo sanguíneo cerebral, la presión de perfusión cerebral, el metabolismo, el consumo de oxígeno, la temperatura, la actividad eléctrica, entre otros. El objetivo del monitoreo neurológico es ayudar en el diagnóstico, toma de decisiones y seguimiento. Se clasifica en invasivo y no invasivo, respecto al primero se requiere la colocación de un dispositivo intracraneal para la medición de la presión intracraneal, la temperatura cerebral y microdiálisis (8).

La monitorización de la presión intracraneal busca mantener una presión de perfusión cerebral adecuada, siendo esta definida como la diferencia entre la presión arterial media y la presión intracraneal, por lo que estos pacientes se tratan en unidades de cuidado intensivo con vía arterial y monitor de presión intracraneal; la combinación de este último y el tratamiento de la presión de perfusión cerebral

puede mejorar los resultados del paciente sobre todo en pacientes con lesión cerebral aguda traumática (9).

El monitoreo del aumento de la presión intracraneal se indica en pacientes con edad mayor de 40 años, una escala de coma de Glasgow menor de 8 puntos, deterioro súbito del estado de conciencia, y que muestren alteraciones en la tomografía computarizada, su control y mantenimiento por debajo de 15 mmHg indican una mejor evolución en pacientes con lesión cerebral aguda (9).

El examen considerado “estándar de oro” para la monitorización de la presión intracraneal es la medición cuantitativa de la presión intracraneal mediante la colocación de un catéter intraventricular que se fija a una bolsa de drenaje y a un transductor de presión, su ventaja se basa en la precisión, simplicidad de la medición y permitir el drenaje de líquido cefalorraquídeo, en el tratamiento de algunas causas de elevación de la presión intracraneal (8). Este es un procedimiento invasivo que consiste en la realización de una craneotomía. Se le asocian complicaciones tales como hemorragias de 1.1% a 5.8%, infección 8.8%, disfunción 6.3% y mala posición en un 3%, así mismo tiene limitaciones: técnica invasiva, solo para manejo en unidad de cuidado crítico, equipamiento adecuado, costo elevado de insumos, contraindicado en pacientes coagulopáticos o con trombocitopenia (10).

A la fecha diversas técnicas no invasivas para la estimación de la presión intracraneal han sido estudiadas, entre las cuales se pueden mencionar: El Doppler transcraneal, el análisis de resonancia tisular, la presión intraocular, el desplazamiento de la membrana timpánica, potenciales visuales evocados, oftalmodinamometría, pupilometría, tomografía de coherencia óptica, tomografía de escaneo laser con foca de nervio óptico. La mayoría de estas pruebas han sido relacionadas a una elevación de la presión intracraneal, pero por diversas limitaciones no han logrado ser validadas ni estandarizadas en la práctica clínica (11).

A diferencia de las anteriores la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ecografía ocular es una técnica prometedora y muy estudiada, cuya ventaja se

basa en no ser invasiva, de rápida realización, bajo costo, fácil entrenamiento, amplia disponibilidad, siendo de utilidad en los servicios de urgencia (12).

El aumento de la presión intracraneal requiere un reconocimiento y tratamiento tempranos, ya que una mayor duración y gravedad del mismo conllevan a un resultado desfavorable. En el manejo médico se destaca la sedación y la analgesia con lo cual se maneja el dolor y la agitación, así mismo previenen la hipertensión arterial y la disincronía en ventilación mecánica, adicionalmente se minimiza el riesgo de convulsiones. Con el uso de agentes hiperosmolares se disminuye el volumen cerebral y por ende la presión intracraneal, dentro de ello se utiliza el manitol y la solución salina hipertónica, ambos utilizados en el tratamiento del aumento de la presión intracraneal, ambos sin evidenciar superioridad de uno sobre el otro. La hipocapnia inducida por hiperventilación tiene efecto en la reducción de la presión intracraneal resultado de la vasoconstricción que disminuye el flujo sanguíneo cerebral. Al haber riesgo de isquemia cerebral mientras se realiza se recomienda una monitorización adicional tal como saturación de oxígeno en el bulbo yugular y oxigenación del tejido cerebral. El uso de barbitúricos para la disminución de la presión intracraneal por el riesgo de efectos secundarios graves como hipotensión arterial, depresión cardíaca se reserva para casos de hipertensión intracraneal refractaria a otros tratamientos. La hipotermia leve entre 32 a 34°C ha mostrado eficiencia en la disminución de la presión intracraneal, aunque al no tener un claro beneficio clínico la evidencia actual no apoya su uso rutinario (13).

La piedra angular en el manejo de una lesión cerebral traumática es la detección rápida y evacuación oportuna de un hematoma intracraneal, el cual se realiza tanto para la disminución del efecto de masa como la mitigación de un efecto tóxico. El drenaje de líquido cefalorraquídeo es un procedimiento eficaz para reducir la presión intracraneal elevada, debe realizarse contra un gradiente de presión de 10 cm de agua aproximadamente. La craniectomía descompresiva proporciona una reserva mayor para compensar el volumen intracraneal aumentado, el cual depende del diámetro de la misma (13).

## Ecografía Ocular

El nervio óptico, al ser una prolongación del sistema nervioso central, esta recubierto por meninges y líquido cefalorraquídeo, por lo mismo el aumento de la presión intracraneal origina papiledema y explica los cambios en el diámetro de la vaina del nervio óptico (14).

La ecografía ocular es una técnica de diagnóstico médico que emplea sonidos de alta frecuencia para obtener imágenes de las estructuras oculares, una excelente herramienta para estimar la presencia las fluctuaciones de la presión intracraneal mediante la medición de la vaina del nervio óptico, cuya ventaja para determinar un aumento de la presión intracraneal sobre otras técnicas se basa en ser no invasivo, accesible, fácil de usar, económico, se puede repetir las veces necesarias sin exponer al paciente a radiación ionizante. De uso en medicina intensiva y servicios de urgencia su implementación en el monitoreo paciente neurológico grave es parte integral de su abordaje (14)(15).

La técnica ecográfica para la visualización de la vaina del nervio óptico requiere un transductor lineal con una frecuencia igual o mayor a 7,5 mHz programado como “superficial” o “partes pequeñas”. Paciente en decúbito supino con el ojo cerrado con mirada central preferentemente, utilizar gel ecográfico no alcohólico, transductor en orientación perpendicular, posicionado en la porción temporal del párpado superior, luego de reconocer estructuras oculares y orbitarias identificar el disco óptico y visualizar la vaina del nervio óptico proyectada posterior al mismo, una estructura hiperecogénica rodeada de una delgada banda hiperecogénica correspondiente a su cobertura meníngea. En la zona posterior a la retina, perpendicular al eje mayor de la vaina del nervio óptico realizar la primera medición de 3 mm, perpendicular a la primera realiza una segunda medición entre los límites hiperecogénicos de la vaina del nervio óptico correspondiente al diámetro del mismo, debe repetirse 3 mediciones cuyo promedio se considerará como valor final; repetir procedimiento en cada ojo (12)(16)(17).

Al ser una técnica no invasiva existe mínimo riesgo, la presión excesiva del transductor sobre el globo ocular, así como el contacto del gel ecográfico con la

conjuntiva son causas eventuales de alguna lesión traumática o irritación química respectivamente (14).

### 3. Análisis de antecedentes

García J. en 2019 en un estudio realizado en pacientes adultos del Hospital Puerto Montt entre los años 2015 y 2017 respecto a la utilidad diagnóstica de la ecografía del nervio óptico como método no invasivo para la detección de hipertensión intracraneal intenta definirla como herramienta útil comparado con el método de referencia actual. Incluyó 59 pacientes con un total de 95 mediciones. Obtuvo una sensibilidad de 88% y especificidad del 92% con un valor predictivo positivo de 85% y negativo de 94%. La curva ROC muestra un área bajo la curva de 0,95. Los resultados avalan ampliamente la utilidad de esta técnica no invasiva (18).

En 2017 Raffiz M. y cols. con el objetivo de encontrar una correlación entre mediciones ecográficas de la vaina del nervio óptico y la presión intracraneal medido a través del catéter PIC invasivo estándar, ya así encontrar el valor de corte de la medición de la vaina del nervio óptico para predecir la presión intracraneal elevada; realizó un estudio observacional prospectivo en 41 pacientes neuroquirúrgicos adultos tratados en la unidad de cuidados intensivos neuroquirúrgicos con monitorización invasiva de la presión intracraneal colocada in situ como parte de su atención clínica; se hicieron 75 mediciones, la prueba de correlación no paramétrica de Spearman reveló una correlación significativa al nivel de 0.01 entre el valor de ICP y ONSD, con coeficiente de correlación de 0.820. la curva ROC generó un área bajo la curva de 0.964 y un error estándar de 0.22. El valor de 5.205 mm de diámetro de la vaina del nervio óptico tiene una sensibilidad de 95,8% y una especificidad de 80,4% en la detección de hipertensión intracraneal (19).

Li-Min Chen. y cols. en 2018 realizan un estudio con el fin de identificar si las mediciones ecográficas del diámetro de la vaina del nervio óptico podrían evaluar de manera dinámica y sensible la presión intracraneal en tiempo real, las mediciones se realizaron 5 minutos antes y después de una punción lumbar, se incluyeron un total de 84 pacientes, los coeficientes de correlación Spearman entre

los dos observadores fueron 0,779 y 0,703 en la sección transversal y 0,751 y 0,788 en la sección vertical para los ojos izquierdo y derecho respectivamente. Con una reducción en la presión del líquido cefalorraquídeo 80 sujetos mostraron una caída inmediata del diámetro de la vaina del nervio óptico. Concluyen en que la medición por ultrasonido del diámetro de la vaina del nervio óptico puede reflejar cambios relativos en tiempo real de la presión intracraneal (20).

En 2019 Munawar K. y cols. evalúan la correlación del diámetro de la vaina del nervio óptico con la presión intracraneal elevada medida a través de la ecografía en una unidad de cuidados intensivos, para ello realizan un estudio observacional prospectivo en un centro de pacientes con accidente cerebrovascular. El estudio incluyó un centenar de pacientes, el diámetro de la vaina del nervio óptico medio relacionado con presión intracraneal elevada detectable por tomografía computarizada fue de 0,61cm. Para el valor de corte de  $\geq 5,8$  mm la sensibilidad fue de 94% y la especificidad de 96,08%, el valor predictivo positivo fue del 92,08% y el valor predictivo negativo fue del 94,23%. Concluyen que la mayor precisión en el diámetro de la vaina del nervio óptico se encontró con un punto de corte de  $> 0,58$ cm en pacientes con hallazgos cerebrales positivos por tomografía computarizada, por lo que la ecografía se puede utilizar como prueba de detección inicial cuando se sospecha de una elevación de la presión intracraneal (21).

Koziarz A. y cols. el 2019 en una revisión sistemática y metaanálisis donde se incluyen 61 estudios relacionados a la utilización de la medición de la vaina del nervio óptico para el diagnóstico de la elevación de la presión intracraneal. La sensibilidad combinada fue de 97%, la especificidad 86%, el índice de probabilidad positivo de 6,93, el índice de probabilidad negativo de 0,04. Concluyen en que la ecografía del nervio óptico puede ayudar a diagnosticar el aumento de la presión intracraneal. Una medición normal del diámetro de la vaina del nervio óptico tiene una alta sensibilidad y un índice de probabilidad negativo bajo que puede descartar un aumento de la presión intracraneal, mientras que una medición elevada, es caracterizada por una alta especificidad y un índice de probabilidad positivo, puede indicar un aumento de la presión intracraneal y la necesidad de pruebas confirmatorias (22).

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

Establecer la utilidad de la ecografía ocular en el diagnóstico de la hipertensión intracraneal en aquellos pacientes con sospecha de lesión cerebral aguda traumática del servicio de emergencia del Hospital Regional Honorio Delgado de la ciudad de Arequipa

### 4.2 Objetivo específico

Determinar la correlación del aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico con las características clínicas de hipertensión intracraneal en pacientes con sospecha de lesión cerebral aguda traumática.

Identificar la frecuencia de presentación de aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico en aquellos pacientes que sufran un traumatismo craneoencefálico.

Conocer factores asociados al aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico medido por ultrasonido.

## 5. Hipótesis

Dado que el aumento de la presión intracraneal consecuente a una lesión cerebral aguda traumática se relaciona al aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico, es probable que la ecografía ocular mediante la medición de la vaina del nervio óptico tenga la suficiente sensibilidad y especificidad para ser útil en la detección temprana de hipertensión intracraneal.

### III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

#### 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

**Técnica:**

La ecografía ocular será realizada por el investigador con un transductor plano, utilizando la técnica descrita por Moretti, R.

Los datos del examen clínico se registrarán en la ficha de recolección de datos adjunta en el anexo 1

**Instrumentos:**

El presente estudio realizará con el ecógrafo del servicio de shock trauma en emergencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza.

Fichas de recolección de datos.

#### 2. Campos de verificación

**Ubicación espacial:**

Servicio de emergencia del Hospital Regional Honorio Delgado, sito en la Av. Daniel Alcides Carrión S/N, Cercado, Arequipa.

**Ubicación temporal:**

El estudio se realizará los meses de diciembre 2020 a mayo 2021

**Unidades de estudio:**

Pacientes

**Población:**

Constituida por pacientes que sufran traumatismo craneoencefálico atendidos en emergencia del Hospital Regional Honorio Delgado de diciembre 2020 a mayo 2021

**Muestra:**

Toda la población

### **Criterios de selección:**

#### **Criterios de inclusión:**

- Mayor de 18 años
- Trastorno de conciencia que se sospeche una lesión cerebral aguda
- Realización de ecografía ocular previa a estudio tomográfico

#### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes con historia de trauma no claro.
- Pacientes con sospecha de lesión ocular traumática.
- Puntuación en la escala de coma de Glasgow igual a 3
- Pacientes a quienes ya se les realizó estudio tomográfico antes de ecografía ocular.
- Pacientes que recibieron tratamiento osmótico previo a estudio ecográfico.
- Pacientes con secuelas motoras o sospecha de proceso expansivo, clínico o confirmado por estudio tomográfico previo al estudio.
- Pacientes que se sospeche y confirme trastorno de conciencia relacionada a etiología metabólica o por toxinas.

### **3. Estrategia de recolección de datos**

#### **Organización:**

#### **Recursos:**

##### **Humanos:**

El investigador: Dr. Uriel Ramos Calsin

##### **Materiales**

- Un ecógrafo Mindray Z6
- Una laptop Asus core i5
- Un millar de hojas de papel bond
- Una impresora Epson L375
- Medio ciento de lapiceros

- Engrapador
- Perforador

#### Financieros

La investigación será autofinanciada por el autor

#### 4. Estrategia de manejo de resultados

El análisis de datos se realizará con el programa estadístico STATA.

Las variables cuantitativas se presentarán en medidas de tendencia central y medidas de dispersión previa evaluación de normalidad.

Se definirá como aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico a un valor igual o mayor a 5.0 mm.

#### IV. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Tiempo / Actividades	Año											
	2020			2021								
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
Redacción de proyecto de investigación	X											
Aprobación de proyecto de investigación		X										
Ejecución, recolección de datos			X	X	X	X	X	X				
Análisis e interpretación de datos									X	X		
Estructuración de resultados											X	
Informe final												X

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ropper, A.H., Samuels, M.A. (2009) *Adams y Victor Principios de neurología*, 9a edn., : McGraw Hill.
2. Maas, A.I., Stocchetti N., Bullock, R. (2008) 'Moderate and severe traumatic brain injury in adults', *Lancet Neurology*, (7), pp. 728-741.
3. Stocchetti, N., Maas, A. (2014) 'Traumatic intracranial hypertension', *The New England Journal of Medicine*, (370), pp. 2121-2130.
4. Smith E.R., Amin-Hanjani S. (2019) *Evaluation and Management of Elevated Intracranial Pressure y Adults*. UpToDate.
5. Nordström, C.H., Reinstrup, P., Xu, W., Gärdenfors, A., Ungerstedt, U. (2003) 'Assessment of the lower limit for cerebral perfusion pressure in severe head injuries by bedside monitoring of regional energy metabolism', *Anesthesiology*, (98), pp. 809-814.
6. Aldrich, E.F., Eisenberg, H.M., Saydjari, C., et al. (1992) 'Diffuse brain swelling in severely head-injured children. A report from the NIH Traumatic Coma Data Bank', *Journal of Neurosurgery*, (76), pp. 450-454.
7. Smith, E.R., Amin-Hanjani, S. (Apr 26, 2019) *Evaluation and management of elevated intracranial pressure in adults*, Available at: [UpToDate](#) (Accessed: Sep 2020).
8. Raboel, P., Bartek, Jr. J., Andresen, M., Bellander, B., Rommer, B. (2012) 'Intracranial Pressure Monitoring: Invasive versus Non Invasive Methods', *Critical Care Res. Pract.*, (12), pp. 950-6.
9. Bratton, S.L., Chestnut, M.R., Ghajar, J., McConnell-Hammond, F.F., Harris, O.A., Hartl, R., et al. (2007) 'Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VII. indications for intracranial pressure monitoring', *J of Neurotrauma*, (24), pp. 37-44.
10. Carney, N., Totten, A.M., O'Reilly, C., et al. (2016) 'Guidelines for the management of severe traumatic brain injury 4th edition. Intracranial pressure monitoring', *Brain Trauma Foundation*, (12), pp. 135-144.
11. Kristiansson, H., Nissborg, E., Bartek, J. Jr., et al. (2013) 'Measuring elevated intracranial pressure through noninvasive methods: a review of the literature', *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, (25), pp. 372.

12. Tayal, V.S., Neulander, M., Norton, H.J., Foster, T., Saunders, T., Blaivas, M. (2007) 'Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients', *Annals of Emergency Medicine*, (49), pp. 508-514.
13. Carney, N., Totten, A.M., O'Reilly, C., et al. (2016) 'Guidelines for the management of severe traumatic brain injury 4th edition. Treatments', *Brain Trauma Foundation*, (12), pp. 25-75.
14. Soldatos, T., Karakitsos, D., Chatzimichail, K., et al. (2008) 'Optic nerve sonography in the diagnostic evaluation of adult brain injury', *Critical Care*, (12), pp. R67.
15. Geeraerts, T., Launey, Y., Martin, L., et al. (2007) 'Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury', *Intensive Care Medicine*, (33), pp. 1704.
16. Bäuerle, J., Nedelman, N. (2012) 'B-mode sonography of the optic nerve in neurological disorders with altered intracranial pressure', *Perspectives in Medicine*, (1), pp. 404-407.
17. Moretti, R., Pizzi, B. (2011) 'Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients', *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, (6), pp. 644-52.
18. Garcia, J. (2019) 'Utilidad diagnóstica de la ecografía de vaina de nervio óptico (EVNO), como método no invasivo para la detección de hipertensión intracraneal. Estudio prospectivo de 95 mediciones comparado con monitoreo invasivo en Chile', *Revista Chilena de Neurocirugía*, (45), pp. 38-44.
19. Raffiz, M., Abdullah, J. (2017) 'Optic nerve sheath diameter measurement: a means of detecting raised ICP in adult traumatic and non-traumatic neurosurgical patients', *The American Journal of Emergency Medicine*, (35), pp. 150-153.
20. Chen, L., Wang, L., et al. (2019) 'Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure', *The British Journal of Ophthalmology*, (103), pp. 437-441.

21. Munawar, K., et al. (2019) 'Optic Nerve Sheath Diameter Correlation with Elevated Intracranial Pressure Determined via Ultrasound', *Cureus*, (11), pp. 4145.
22. Koziarz, A., et al. (2019) 'Bedside Optic Nerve Ultrasonography for Diagnosing Increased Intracranial Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis', *Annals of Internal Medicine*, (171), pp. 896-905.



**VI. ANEXO:**

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Código:**

**Edad:**                      **Sexo:**

**Fecha y hora de ingreso:**

**Tiempo de enfermedad:**

**Escala de coma de Glasgow al ingreso:**

<b>Hallazgos Clínicos:</b>	<b>Si / No</b>
Cefalea	
Nausea y/o vómito	
Convulsiones	
Trastorno de conciencia	
Parálisis del VI par craneal	
Edema de papila	
Triada de Cushing	

<b>Mecanismo de Trauma</b>	<b>(Marcar)</b>
Accidente de tránsito (ocupante)	
Accidente de tránsito (peatón)	
Accidente en motocicleta	
Caída	
Violencia	
Deporte	

<b>Lesión según tomografía</b>	<b>Si / No</b>
Fractura de cráneo	
Hematoma intracraneal	
Contusión cerebral	
Edema cerebral	

<b>Diámetro de la vaina del nervio óptico</b>	<b>Medida en mm.</b>
Ojo derecho	
Ojo izquierdo	