

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN POSGRADO
HOSPITAL GENERAL REGIONAL NO.1 CHIHUAHUA, CHIHUAHUA



**“PRUEBA DIAGNÓSTICA: MEDICIÓN DEL NERVIO ÓPTICO POR
ULTRASONOGRAFÍA VERSUS TOMOGRAFÍA PARA DIAGNOSTICAR
HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL”**

POR:

DRA. ALEJANDRA LECHUGA LEÓN

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALIDAD EN URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS**

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MEXICO

OCTUBRE 2024

FIRMAS

Prueba diagnóstica: medición del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal
No. Registro: R-2024-801-002



Dra. Alejandra Lechuga León
Tesisista



Dra. Catalina Rivera Galván
Director de Tesis



COORDINACION AUXILIAR
MEDICA DE INVESTIGACION
EN SALUD
COAD.CHIHUAHUA



Dra. Sylvia Jeanette Vega González
Co-Director de Tesis

FIRMAS DE AUTORIZACIÓN

Prueba diagnóstica: medición del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal
No. Registro: R-2024-801-002



Dra. Perla Estrella Cerda Rivera
Coordinación de Planeación y Enlace Institucional
OOAD Chihuahua, IMSS



Dr. Cs. Jorge López Leal
Coordinador Auxiliar Médico de Investigación en Salud
OOAD Chihuahua, IMSS



Dra. Norma Guadalupe Araujo Henríquez
Coordinador Clínico de Educación e Investigación en Salud
Hospital General Regional No. 1, IMSS



COORDINACIÓN AUXILIAR
MÉDICA DE INVESTIGACIÓN
EN SALUD
OOAD CHIHUAHUA



Dr. Jaime Iván Ruiz Cereceres
Profesor Titular de la Especialidad de Urgencias médico
Quirúrgicas
Hospital General Regional No. 1, IMSS

FIRMAS

Prueba diagnóstica: medición del nervio óptico por ultrasonografía versus
tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal
No. Registro: R-2024-801-002



Dr. Said Alejandro De la Cruz Rey
Secretario de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

RESUMEN

“Prueba Diagnóstica: medición del Nervio Óptico por Ultrasonografía versus Tomografía para diagnosticar Hipertensión Intracraneal”

Introducción. La Presión Intracraneal (PIC) se considera una medida indispensable en el manejo del Traumatismo Craneoencefálico (TCE). La Tomografía Axial Computarizada (TAC) es el estándar de oro no invasivo para diagnosticar Hipertensión Intracraneal (HIC). Una forma no invasiva, y menos costosa es la ultrasonográfica del Diámetro de la Vaina del Nervio Óptico (DVNO). **Objetivo.** Determinar la utilidad (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo) del DVNO por ultrasonido versus hallazgos tomográficos para el diagnóstico de HIC en pacientes con TCE en el servicio de urgencias. **Material y métodos.** Se incluyó 49 pacientes con TCE, de noviembre a diciembre del 2023. Criterios de inclusión: >15 años, cualquier sexo. Exclusión: antecedente de TCE y cirugía ocular, glaucoma, trauma ocular. **Resultados:** Al evaluar el punto de corte 0.5 se observó menor sensibilidad 44.88 %, pero mayor especificidad del 50%, con respecto al punto de corte de 4.9 mm, encontrado en nuestro estudio, una sensibilidad de 98% y una especificidad de 100 %. Lo que nos traduce que al disminuir el punto de corte mejora la sensibilidad, pero se reduce la especificidad, mejora la probabilidad de diagnosticar HIC. **Conclusión.** El engrosamiento > 0.5 no siempre indica la presencia de HIC, al disminuir el punto de corte a 0.49 mejora la sensibilidad, pero se reduce la especificidad, por lo que se mejora la probabilidad de diagnosticar pacientes con HIC, pero aumenta el riesgo de reportar falsos positivos. **Palabras Clave.** Hipertensión Intra craneal, Traumatismo Cráneo encefálico, Diámetro de la vaina del nervio óptico, Ultrasonido, Nervio Óptico.

ABSTRACT

“Diagnostic Test: measurement of the Optic Nerve by Ultrasonography versus Tomography to diagnose Intracranial Hypertension”

Introduction. Intracranial Pressure (ICP) is considered an essential measure in the management of Traumatic Brain Injury (TBI). Computed Axial Tomography (CT) is the non-invasive gold standard for diagnosing Intracranial Hypertension (ICH). A non-invasive and less expensive way is the Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasonography (ONDV). **Aim.** To determine the utility (sensitivity, specificity, positive and negative predictive value) of DVNO by ultrasound versus tomographic findings for the diagnosis of ICH in patients with TBI in the emergency department. **Materials and methods.** 49 patients with TBI are included, from November to December 2023. Inclusion criteria: >15 years, any sex. Exclusion: history of TBI and eye surgery, glaucoma, eye trauma. **Results:** When evaluating the cut-off point of 0.5, a lower sensitivity of 44.88% was used, but a higher specificity of 50%, compared to the cut-off point of 4.9 mm, found in our study, a sensitivity of 98% and a specificity of 100%. This means that lowering the cut-off point improves sensitivity but reduces specificity and improves the probability of diagnosing ICH. **Conclusion.** Thickening > 0.5 does not always indicate the presence of ICH; lowering the cut-off point to 0.49 improves sensitivity, but reduces specificity, thus improving the probability of diagnosing patients with ICH, but increasing the risk of false reporting. **Keywords.** Intracranial hypertension, Trauma to the brain, Diameter of the optic nerve sheath, Ultrasound, Optic Nerve.

DICTAMEN DE APROBACIÓN



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



13 de noviembre de 2024
Chihuahua, Chih.

Dr. Said Alejandro de la Cruz Rey
Secretario de Investigación y Posgrado FMyCB
Presente.

Sírvase el presente para informar que la Dra. Alejandra Lechuga Leon realizó y termino el documento de tesis titulado PRUEBA DIAGNÓSTICA: MEDICIÓN DEL NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA VERSUS TOMOGRAFÍA PARA DIAGNOSTICAR HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL, mismo que cuenta con registro COFEPRIS 18 CI 08 037 044 y registro CONBIOETICA 08 CEI 002 2028072.

Sin más por el momento envío un cordial saludo.

Atentamente


Dra. Sylvia Jeanette Vega   Coordinación Auxiliar de
Educación OOAD Chihuahua
Encargada de la Coordinación Auxiliar Médica de Educación

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

Tesista

Dra. Alejandra Lechuga León
Licenciatura en Medicina General
Correo electrónico: lechugaleonale@gmail.com

Investigador Responsable

Dra. Catalina Rivera Galván
Médico Especialista Urgencióloga Intensivista
Correo electrónico: cati_rivegal@hotmail.com

Investigador Asociado

Dra. Sylvia Jeanette Vega González
Médico Especialista Urgencióloga
Correo electrónico: sylvia.vega1893@gmail.com

SEDE DEL ESTUDIO

Hospital General Regional Numero 1
Instituto Mexicano del Seguro Social
Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada Estatal Chihuahua.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis padres por su comprensión, ayuda en cada momento, que me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mis profesores y mentores por su dedicación y pasión por la enseñanza, así como guiarme en el camino durante estos tres años.

A mis compañeros por las risas, por el estudio. Por las conversaciones estimulantes y los momentos que compartimos juntos.

ÍNDICE

MARCO TEÓRICO	1
JUSTIFICACIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
MATERIAL Y METODOS	16
Diseño de estudio.....	16
Universo de estudio	16
Lugar donde se desarrollará el estudio.....	16
Periodo del estudio	16
Tamaño de la muestra	16
Criterios de Inclusión.....	17
Criterios de Exclusión	17
Criterios de Eliminación	17
VARIABLES	18
Definición de variables.....	18
Operacionalización de variables	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD	23
RESULTADOS	24
CONCLUSIONES	32
ANEXOS	38
Carta de consentimiento informado.....	38
Instrumento de recolección de datos	39
Carta de no inconveniencia del director	40
Carta de aprobación protocolo	41

INDICE DE ABREVIATURAS

Barrera hematoencefálica.....	BHE
Diámetro de la Vaina del Nervio Óptico.....	DVNO
Doppler transcraneal.....	DTC
Escala de coma de Glasgow.....	ECG
Flujo Sanguino Cerebral.....	FSC
Hemorragia Subaracnoidea.....	HSA
Hipertensión Intracraneal.....	HIC
Líquido cefalorraquídeo.....	LCF
Nervio óptico.....	NO
Óxido nítrico.....	ON
Presión cerebral Media.....	PCM
Presión de perfusión cerebral.....	PPC
Presión Intracraneal.....	PIC
Tomografía Axial Computarizada.....	TAC
Traumatismo craneoencefálico.....	TCE
Ultrasonografía.....	USG
Resistencia Cerebro Vascular.....	RVV
Sistema Nervioso Central.....	SNC
Resonancia Magnética Nuclear.....	RMN
Accidentes Cerebro vasculares.....	ACV
Presión Venosa.....	PV

ÍNDICE DE FIGURAS

- **Figura 1.** Fenómenos de autorregulación que permiten al cerebro mantener su flujo sanguíneo, frente a cambios bruscos de presión arterial, PaCO₂, pH, temperatura y volumen sanguíneo cerebral. Imagen de Castillo L. Politraumatismo y Manejo de Hipertensión Intracraneana, recuperado de internet
<http://hgculiacan.com/biblioteca%20medica/medicina%20intensiva/politraumatismo.htm> (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023)..... 3
- **Figura 2.** Métodos invasivos de monitoreo de la presión intracraneal. Imagen de Esqueda-Liquidano, et al. Edema Cerebral I: Fisiopatología, manifestaciones clínicas, diagnóstico y monitoreo neurológico. Med. Int. Mex. 2014; 30(5), p7. 5
- **Figura 3.** Curva de autorregulación cerebral normal. Imagen de González-Johnson, et al. Rev. Med. Chile. 2022; 150, p2. 7
- **Figura 4.** Medición de la vaina del nervio óptico en un plano longitudinal y transversal, con la colocación de gel traductor y Tegaderm. Imagen de recuperada de Sonography of the Optic Nerve Sheath (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023). 11
- **Figura 5.** Técnica de la medición de la vaina del nervio óptico en ultrasonido ocular. Recuperado de internet <http://ww7.60secondem.com/ocular-ultrasound-for.../> (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023). 12
- **Figura 6.** Correlación del diámetro del nervio óptico en milímetros (mm) y la Presión Intracraneal en milímetros de mercurio (mmHg). Tabla modificada de ICARUS Ultrasonido en reanimación del paciente crítico por Zamarrón López, et al., 2021, México: Prado. 12



MARCO TEÓRICO

Antecedentes Históricos

A partir de la década de los 40 se utilizó la ultrasonografía para la detección de masas intracerebrales, esto en Viena por Karl Dussik, posteriormente Daniel Liechtenstein inicia con el protocolo de ultrasonografía diagnóstica (1).

Para 1994 se inició la utilización de ultrasonografía enfocada en la medición del DVNO, descrito por Hansen y colaboradores donde se realizaron mediciones en cadáveres (2).

Desde la introducción de las armas de fuego como herramienta de guerra las heridas penetrantes en el cráneo se volvieron frecuentes. Desde entonces ha habido un notable desarrollo en el manejo del TCE; Por una parte, en las técnicas quirúrgicas, así como en la elección del momento preciso de la intervención, lo que requiere un tratamiento adecuado (3).

En 1971, se llevó a cabo la primera TAC, la cual reveló la existencia de masas intracraneales sin perforación.(3).

La HIC es causada por TCE. En 1901, se describió la triada de Cushing, la cual indica deterioro neurológico causado por la PIC. Sin embargo en 1922 Jackson descubrió que esta triada estaba relacionada con la compresión del tallo encefálico.(4).

Para 1927, se agregó un manómetro al drenaje del líquido cefalorraquídeo (LCR) mediante ventriculostomía externa que ya había sido descrito por Claude-Nicholas Le Cat en 1744 (4).

Esto permitió obtener mediciones de la PIC y abrió una ventana para la monitorización continua de la presión del LCR.(4).

Guillaume y cols. describen su experiencia en la medición continua de la PIC hacia 1951, mientras que Ryder describe la medición de la PIC en una variedad de condiciones en 1956.(5).

En las últimas décadas, la ultrasonografía ha evolucionado de manera impresionante presentando ventajas en uso y se considera una herramienta no invasiva, permitiendo que se utilice en varias áreas hospitalarias como parte de las



acciones diagnósticas y terapéuticas a la cabecera del paciente. Se ha demostrado que es extremadamente eficaz en términos de costo y/o efectividad en la toma de decisiones clínicas y fácil de implementar para el personal médico adecuado.(6).

La ultrasonografía se ha convertido en una necesidad para los intensivistas y urgenciólogos en la atención médica. En la actualidad, se considera un componente de precisión en el examen médico, el tercer ojo de los médicos o el estetoscopio del siglo XXI, también conocido como el quinto pilar de la exploración física por los doctores Narula y Braunwald.(6).

Es importante destacar que la ultrasonografía no sirve como sustituto de los demás métodos de evaluación, sino que sirve como una herramienta complementaria que mejora la precisión diagnóstica y la seguridad de las intervenciones.(7).

Basado en la teoría de Monroe-Kelly, el uso del ultrasonido en la evaluación de pacientes con enfermedades neurológicas que afecten la dinámica cerebral se basa en la revelación del contenido intracraneal compuesto por tres componentes: el cerebro, sangre y LCR. La cantidad equivalente de cada uno de los tres grupos sigue siendo la misma, lo que significa que el aumento de uno de ellos debe ser compensado por los otros dos. La HI puede ser causada por alteraciones directas en la hemodinamia cerebral.(8).

La presión de perfusión cerebral (PPC) está estrechamente relacionada con el comportamiento de la PIC, muestra como la hemodinamia cerebral responde a los cambios en la fisiología que conducen a la economía sanguínea (9).

El TCE o el evento vascular cerebral pueden causar HI. Esto requiere que los servicios de urgencia y áreas críticas realicen una serie de pruebas para disminuir la PIC del paciente tanto de manera cualitativa como cuantitativa. (10).

La monitorización continua de la PIC se considera una medida esencial en el manejo de los pacientes TCE graves y cualquier tipo de lesión intracraneal. En pacientes con aumento de la PIC, el DVNO aumenta debido a su estrecha asociación con el flujo del LCR. Por motivos terapéuticos, el diagnóstico rápido de la HIC es una necesidad urgente. (11).

El FSC depende de la PPC y la resistencia cerebrovascular (RCV) en condiciones fisiológicas. La fórmula que indica que $PPC = PAM - PIC$ es la diferencia entre la



presión arterial media (PAM) y PIC. Se considera normal si la PIC es inferior a 15 mmHg y el PPC es superior a 50 mmHg.(12).

El cerebro se adapta fácilmente a los cambios en la presión sanguínea y el flujo sanguíneo. La disminución de la PPC provoca vasodilatación cerebral, mientras que la elevación provoca vasoconstricción, lo que significa que el flujo sanguíneo cerebral permanece entre 50 y 150 mmHg. Fuera de estos límites o en patologías en las que se ha perdido la autorregulación, la relación entre la presión arterial media y el flujo sanguíneo cerebral es lineal. Esto significa que cuando la PAM disminuye, el FSC disminuye, mientras que cuando la PAM aumenta, el flujo aumenta y la Barrera Hematoencefálica (BHE) se daña, lo que provoca edema cerebral o hemorragia. Es importante tener en cuenta que en aquellos pacientes que sufren de hipertensión arterial crónica la curva de autorregulación se desplaza hacia la derecha. Figura 1.(12).

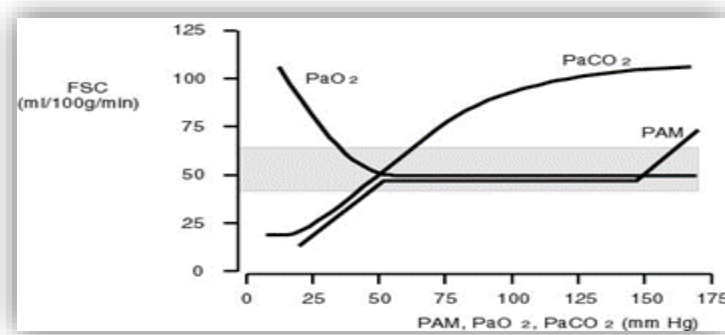


Figura 1. Fenómenos de autorregulación que permiten al cerebro mantener su flujo sanguíneo, frente a cambios bruscos de presión arterial, PaCO₂, pH, temperatura y volumen sanguíneo cerebral. Imagen de Castillo L. Politraumatismo y Manejo de Hipertensión Intracraneana, recuperado de internet <http://hgculiacan.com/biblioteca%20medica/medicina%20intensiva/politraumatismo.htm> (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023).



El estándar de oro para medir la PIC se basa en el uso de dispositivos invasivos, como la colocación de un catéter intracraneal mediante ventriculostomía, sin embargo, esta práctica debe ser realizada por el servicio de neurocirugía porque se trata de un método invasivo. En segundo lugar, se colocan catéteres intraparenquimatosos, subdurales y subaracnoideos, la Brain Trauma Foundation seleccionó el intraparenquimatoso para medir la presión intracraneal mediante una curva de presión continua (12).

Existen métodos no invasivos como la TAC, Doppler transcraneal (DTC) y la medición del DVNO mediante ultrasonografía (13).

El método preferido para evaluar a un paciente con TCE es la TAC. Sin embargo, hay unidades médicas que carecen de esta tecnología o no tienen los recursos financieros necesarios para realizarla. Además, es difícil realizarla en pacientes gravemente enfermos en unidades de cuidados intensivos, es costosa y aumenta el riesgo de exposición a la radiación.(14).

La medición del DVNO mediante ultrasonido es una técnica rápida y no invasiva que se puede realizar en la cabecera del paciente. Esto nos permite identificar indicios tempranos de HI y tomar medidas inmediatas y transitorias para reducir la PIC.(15).

Los estudios clínicos han demostrado que las mediciones ecográficas del DVNO están relacionadas con signos clínicos, radiológicos y síntomas de aumento de PIC. El ultrasonido transorbital es un procedimiento no invasivo, seguro y fácil de realizar para evaluar las características anatómicas del Nervio óptico (NO). Según los estudios realizados, el punto de corte del DVNO que está relacionado con una PIC superior a 20 mmHg es de 5 mm.(16).

La medición ecográfica del NO, un procedimiento de carácter cualitativo, se está posicionando en países desarrollados como un método no invasivo para evaluar la PIC en diferentes situaciones que condicionan HIC, ya sea en el contexto de TCE o de otras entidades no traumáticas que cursen con elevación de la PIC.(17).

Las principales evaluaciones incluyen la evaluación del DVNO y el uso de DTC para medir el índice de pulsatilidad. Sin embargo, también se pueden realizar otras



evaluaciones como el desplazamiento de la línea media cerebral o incluso la visualización de lesiones o hemorragias cerebrales cuando no hay hueso craneal.(18).

El catéter interventricular, sigue siendo el monitoreo clínico estándar para pacientes neurocríticos.(19).

El ultrasonido puede proporcionar información sobre la posibilidad de HIC y su evolución.(20)

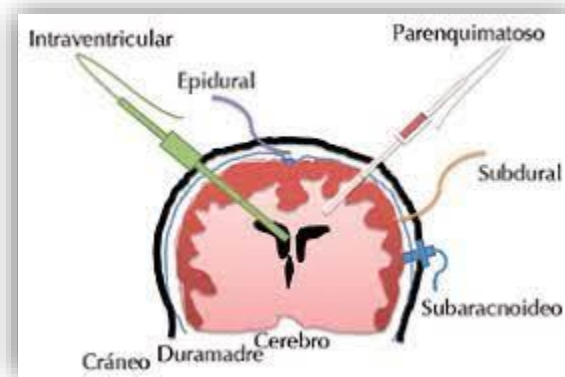


Figura 2. Métodos invasivos de monitoreo de la presión intracraneal. Imagen de Esqueda-Liquidano, et al. *Edema Cerebral I: Fisiopatología, manifestaciones clínicas, diagnóstico y monitoreo neurológico. Med. Int. Mex.* 2014; 30(5), p7.

Fisiología cerebral normal

El sistema nervioso central (SNC) está formado por el cerebro y la medula espinal y está rodeado por tres membranas: la duramadre, la aracnoides y la piamadre. En el espacio subaracnoideo entre la aracnoides y la piamadre, se encuentra LCF, que es un ultrafiltrado del plasma, se secreta a una velocidad constante de 0,3 a 0,4 ml/min, principalmente a través de los plexos coroideos.(21).

El FSC que circula promedio es de 54 mililitros por cada 100 gramos de tejido, lo que equivale al 15 % del gasto cardíaco total, y aumenta significativamente con la edad (22).

Se ha demostrado que el FSC causa daño neuronal irreversible en niveles de 10-15 ml/100 gr/min y 15-20 ml/100 gr/min(23). Según la ley de Hagen-Poiseville, la presión y el daño cerebral son los principales factores que afectan el FSC. (23).



La PPC es uno de los principales estímulos para la autorregulación cerebral porque aumentará la vasoconstricción, lo que reducirá el volumen de sangre en el cerebro.(23).

Mecanismo de autorregulación

La autorregulación cerebral es un proceso homeostático que se encarga de regular y mantener un FSC constante dentro de un rango de presiones sanguíneas. El proceso homeostático implica que la resistencia en las pequeñas arterias cerebrales aumenta a medida que aumenta la PAM o la PPC, lo que aumenta la vasoconstricción.(24).

El mecanismo por el cual los vasos cerebrales pueden detectar cambios en la presión y el flujo aún no ha sido descubierto. Sin embargo, hay teorías que sugieren que esto se debe a la presencia de canales iónicos mecanosensibles en el tejido muscular liso de los vasos cerebrales que pueden responder a la tensión o el estiramiento. Para realizar el mecanismo de autorregulación cerebral, varios componentes actúan al mismo tiempo. El elemento miogénico se refiere a la capacidad intrínseca del músculo liso de la vasculatura cerebral para realizar los procesos de contracción o relajación ante cambios de presión; el elemento neurogénico se refiere a la extensa inervación que se proporciona a los vasos cerebrales; el elemento metabólico se refiere principalmente a la regulación de los pequeños vasos cerebrales y, por último, el endotelio proporciona sustancias como el ON.(24).

La autorregulación cerebral es efectiva si la PPC se mantiene entre 60 y 150 mmHg. Si la PPC supera estos límites, dependerá de la presión arterial media (PAM).(24).

Hipertensión Intracraneal

La HIC es un síndrome clínico causado por un aumento de la PIC >20 mmHg durante más de cinco minutos con signos o síntomas que tiene una variedad de causas. El diagnóstico temprano de HIC puede reducir la mortalidad y las secuelas neurológicas.(25).

Presión Intracraneal Normal

La PIC no tiene un valor fijo y se ve alterado por diferentes circunstancias fisiológicas que cambian los componentes del contenido. Por ejemplo, el pulso

cardíaco, la posición de la persona, las ondas de Traube-Hering-Meyer en la tensión arterial, las maniobras de Valsalva y el dolor(25).

Otros autores utilizan límites superiores para comenzar con el tratamiento de la hipertensión intracraneal, pero los valores normales para el PIC están entre 3-15 mmHg, o 70-150 cm de agua.(25).

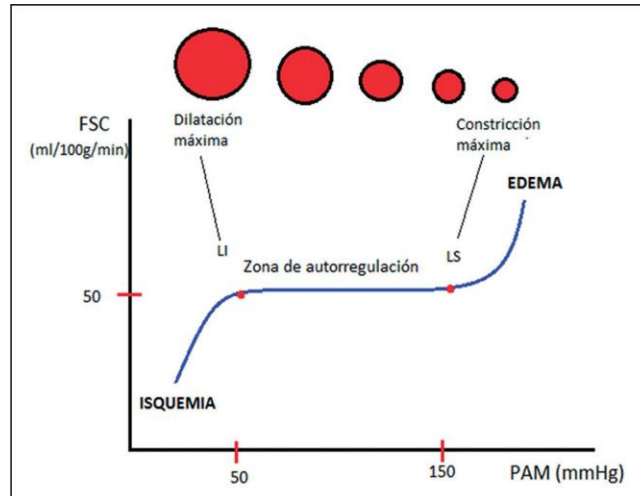


Figura 3. Curva de autorregulación cerebral normal. Imagen de González-Johnson, et al. Rev. Med. Chile. 2022; 150, p2.

En condiciones normales, el FSC permanece estable (45-65 ml/100g/min) a pesar de las variaciones de PAM en un amplio rango de presiones (50-150 mmHg), como se muestra en la Figura 3. Esto se debe a cambios en el calibre de la vasculatura (reactividad cerebrovascular). Después de alcanzar la zona de dilatación máxima, el FSC disminuye la presión, lo que aumenta el riesgo de isquemia cerebral. El FSC aumenta con la presión con riesgo de edema cerebral cuando se supera la mínima constricción arteriolar. Los valores normales son: PIC <15 mmHg; PAM 70-105 mmHg; PPC > 50 mmHg. El edema cerebral es el proceso prototipo capaz de aumentar el componente parenquimatoso del volumen intracraneal.(26).

El edema cerebral puede ser citotóxico o vasogénico; el citotóxico afecta a la sustancia gris y blanca donde se pierde el equilibrio iónico normal y esto conduce a acumulación de niveles citotóxicos de calcio.(26).

El edema vasogénico se asocia más con traumatismos en las estructuras vasculares, lo que aumenta la permeabilidad vascular para compuestos de alto peso molecular como proteínas plasmáticas y agua.(26).



Líquido Cefalorraquídeo

El fluido corporal incoloro y estéril llamado LCR se encuentra en la médula espinal y el espacio subaracnoideo. Su objetivo principal es proteger la médula espinal y la corteza cerebral de daños potenciales y reducir el movimiento en un 97%. (32).

El LCR se produce en un 30% en el epéndimo a razón de 0.35 mL por minuto o 500 mL al día y en el 70% en los plexos coroideos de los cuatro ventrículos cerebrales, principalmente los laterales. En condiciones normales, un adulto tiene un volumen de 150 ml, que se renueva cada tres o cuatro horas por los endotelios de los capilares cerebrales y se reabsorbe a nivel de las granulaciones subaracnoideas hacia la circulación venosa sistémica. (27).

La HIC puede producirse como consecuencia de un aumento de la resistencia a la absorción de LCR. (28).

Volumen Sanguíneo Intracraneal

La PPC, que se define como el gradiente de presión sanguínea a través del SNC y representa la diferencia entre la PAM de ingreso y la Presión Venosa (PV) de salida, es esencial para comprender el FSC y su relación con los fenómenos de PIC. (29).

Como la PIC es casi igual a la presión venosa subaracnoidea, la PPC se puede medir aproximadamente restando la PIC de la PAM. La diferencia entre PPC y PAM es mínima y no es clínicamente significativa cuando la PAM y la PIC son normales. Sin embargo, esto cambia cuando hay daño cerebral. (30).

Monitoreo de la Presión Intracraneal

Actualmente, el registro continuo de la PIC es el único método que permite saber con certeza si un paciente tiene HIC y si el tratamiento iniciado es eficaz para normalizar la PIC. (31).

El monitoreo de PIC está indicado en todos los pacientes con TCE que presenten una ECG de 8 puntos o menos y una TAC de ingreso anormal. (32).

Las mediciones de la PIC se pueden realizar en cualquier espacio intracraneal (epidural, subdural, subaracnoideo, intraventricular o intraparenquimatoso). El estándar de referencia fue la colocación de un catéter ventricular (asta anterior del ventrículo lateral) y un transductor de presión con referencia cero establecido a nivel del agujero de Monro. (33).



Los monitoreos subdurales y subaracnoideos prácticamente no se utilizan por su gran margen de error y la posibilidad de infecciones, el monitoreo epidural permite un monitoreo prolongado con un mínimo riesgo de infecciones, mientras que el monitoreo con sensores intraparenquimatosos presenta dificultades en su recalibración y riesgo de infección, pero tiene una elevada sensibilidad.(34).

El sistema interventricular está reservado para pacientes con acceso al LCR y su drenaje proporciona beneficio terapéutico y diagnóstico. (35).

Al registrar la PIC, es necesario controlar los valores absolutos de PIC y PPC, registrar la presencia de ondas patológicas y estudiar las ondas del pulso intracraneal.(36).

Ecografía Doppler Transcraneal

Desde su introducción por Aaslid en 1982, DTC ha sido ampliamente utilizado en patología neurocrítica y especialmente TCE para evaluar, a pie de cama, la hemodinámica cerebral, lo que da esta implicación final en el proceso evolutivo.(37).

El DTC se está introduciendo en la monitorización neurológica debido a su capacidad de realizarse a la cabecera del paciente con la frecuencia deseada debido a su bajo costo y al hecho de que proporciona información indirecta pero valiosa sobre la terapia hemodinámica cerebral.(38).

Esto nos permite calcular la velocidad de las arterias en el polígono de Willis. Dado que la velocidad del flujo es directamente proporcional al FSC e inversamente proporcional al radio del vaso, si dicho diámetro permanece sin cambios los cambios en la velocidad darán como resultado cambios en el FSC. Por el contrario, si el FSC permanece estable, los cambios en la velocidad representarán ajustes en el radio del vaso, como ocurre en el vasoespasma.(39).

Esta monitorización proporciona un mejor conocimiento de las características hemodinámicas y del estado autorregulador cerebral, permitiendo diseñar un tratamiento más específico de la HIC.(40).

El Nervio Óptico y su correlación con la Hipertensión Intracraneal

El NO es una extensión del SNC, recubierto por las meninges y LCR. El NO tiene partes intraorbitaria, intracanalicular y subaracnoidea. Luego está el quiasma óptico,



en el cual las fibras se originan en la porción nasal para percibir la región temporal del campo visual.(41).

El segmento intraorbitario del NO, es donde se realiza la medición del DVNO, tiene una longitud de 25 mm, con un diámetro de hasta 0.3 mm, es alargado y tiene forma de S. Este segmento, se extiende desde el canal óptico al bulbo ocular y está rodeado de LCR y duramadre. El NO y su vaina están unidos por una compleja estructura que consiste en trabéculas de aracnoides.(42).

Dado que la vaina del NO es expandible, los cambios en la presión del LCR afectan su flujo en la vaina del NO, especialmente en su cámara anterior, provocando estasis sanguínea y aumentando su diámetro, esto demuestra que medir DVNO es una estrategia no invasiva para la evaluación indirecta de PIC.(43).

En casos de aumento de la PIC, el LCR provoca un aumento del diámetro entre las meninges que recubren dicho nervio y se puede observar fácilmente mediante ecografía. (44).

Evaluación ecográfica del Nervio Óptico

La evaluación ecográfica del globo ocular y de la cápsula del NO comenzó en la década de 1970, cuando Hansen y Helmke demostraron que después de la infusión intraocular de solución de Ringer lactato, el DVNO aumentaba significativamente, lo que llevó al desarrollo de estudios clínicos en el cual se evaluó el aumento de DVNO en diversas situaciones clínicas relacionadas con la HIC.(45).

Técnica

La técnica utilizada se basa en el uso de ultrasonido con un transductor de 5 a 10 MHz. La evaluación del globo ocular debe realizarse con el paciente en decúbito dorsal entre 30° y 45°, con la cabeza en la línea media, el ojo cerrado y protegido con una barrera plástica (Tegaderm). El paciente debe tener los ojos cerrados, se aplica el gel sobre el ojo que se va a medir, posteriormente se valorará el NO con el transductor en posición transversa y longitudinal. No se debe realizar excesiva presión sobre el ojo, para lo cual se recomienda apoyar el 5° y 4° dedo sobre el paciente. La medición DVNO se debe realizar cuando la vaina del nervio esté paralela entre sí para evitar errores de medición, se considera un DVNO normal una longitud de 3-4.9 mm.(46).

El ojo normal aparece como una estructura hiperecogénica circular y homogénea, con el cristalino visible en su parte anterior, que separa la cámara anterior de la cámara posterior. El NO es visible en la parte posterior, como una estructura lineal hiperecogénica que se irradia fuera del globo ocular. (47).

Un diámetro mayor de 5 mm tiene una sensibilidad del 88% y una especificidad del 93% para detectar una PIC, mayor de 20 cmH₂O en pacientes con TCE, con un VPP de 93% y un VPN del 100%.(48).



Figura 4. Medición de la vaina del nervio óptico en un plano longitudinal y trasversal, con la colocación de gel traductor y Tegaderm. Imagen de recuperada de *Sonography of the Optic Nerve Sheath* (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023).

Medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonido ocular

Se busca el disco óptico (Parte de la retina por donde sale el nervio óptico) y se pone un punto de referencia, la medición se inicia 3 mm debajo del comienzo del nervio óptico, debido a que este espacio se encuentra con tejido adiposo.(48).

Posteriormente se hará una medición trasversal de lado a lado de la vaina del NO y se determinan los milímetros. Se requiere de un mínimo de tres mediciones en cada ojo y se promedian los valores obtenidos(49).

En varios estudios se han observado diferentes niveles de corte relacionado con una PIC > 20 mmHg en rangos entre 5 a 6 mm la mayoría de ellos(50).

Los valores del DVNO que se correlacionan con hipertensión intracraneal son:

- ✓ En niños > 5.75 mm corresponde a > 20 mmHg de PIC (Sensibilidad de 85 % y especificidad de 71%).

- ✓ En adultos > 5.5 mm de 5 a 6 mm (sensibilidad de 83.3% y especificidad de 93 % y margen de error de 10%.

Se recomienda realizar mediciones seriadas del DVNO para observar el efecto de la terapia empleada en paciente neurocríticos, con el fin de inferir que la disminución del diámetro se asocia con una intervención adecuada y un aumento de este a un incremento de la PIC(51).

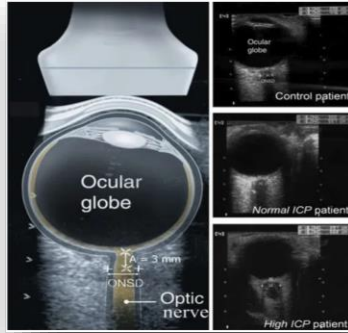


Figura 5. Técnica de la medición de la vaina del nervio óptico en ultrasonido ocular. Recuperado de internet <http://ww7.60secondem.com/ocular-ultrasound-for.../> (Fecha de actualización: 15 de agosto de 2023).

En el 2017 Li-Juan Wang sugirió una medida no solo cualitativa, si no también cuantitativa de la PIC, lo cual se obtiene con la siguiente formula:

$$PIC = (5.69 \times VNO) - 8.23$$

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

Figura 6. Correlación del diámetro del nervio óptico en milímetros (mm) y la Presión Intracraneal en milímetros de mercurio (mmHg). Tabla modificada de ICARUS Ultrasonido en reanimación del paciente crítico por Zamarrón López, et al., 2021, México: Prado.



JUSTIFICACIÓN

La lesión cerebral traumática es un problema médico y social en todo el mundo, con un estimado de 10 millones de casos que conducen a hospitalización o a defunción cada año. En países de medianos y bajos ingresos en los que el uso de transporte motorizado está aumentando, detona una gran incidencia que involucra predominantemente a hombres jóvenes.

La HIC es una complicación frecuente en los enfermos con lesión cerebral aguda que se asocia con una elevada morbimortalidad, por lo que su diagnóstico temprano y la implementación de medidas terapéuticas adecuadas son fundamentales para asegurar una mejor evolución y tratamiento.

Parte integral del manejo de estos enfermos es la implementación del monitoreo neurológico multimodal, el cual se basa en una serie de procedimientos invasivos y no invasivos que evalúan los diferentes componentes que aseguran la integridad y función neurológica, destacando la medición de la PIC.

La medición de la PIC es fundamental ya que su control y el mantener sus valores por debajo de 15 mmHg aseguran una mejor evolución de los enfermos con lesión cerebral aguda. En un estudio realizado por Langlois, demostró que la mortalidad asociada a la lesión cerebral aguda se encuentra en el 2.3-11%. La elevación persistente de la PIC se asocia a mal pronóstico. La mortalidad asociada a una PIC menor de 20 mmHg es del 18.4%, y se incrementa al 55.6% con cifras superiores a 40 mmHg, isquemia cerebral y diversos síndromes de herniación.

Con la realización de este estudio podremos monitorizar de una manera no invasiva y con un de bajo costo la PIC en los pacientes que cursan con lesión cerebral grave de nuestro hospital, ya que dicha evaluación en conjunto con la clínica y el resto de los componentes del monitoreo neurológico multimodal nos ayudará a determinar en el servicio de urgencias la estrategia terapéutica y el seguimiento de aquellos sujetos con datos de HIC.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El TCE es considerado un grave problema de salud pública al ser la tercera causa de muerte por violencia o accidentes en México. (2). La medición DVNO por ultrasonido evalúa de manera indirecta la PIC. De acuerdo con la guía clínica americana Brain Trauma Foundation, la monitorización de la PIC se recomienda en todo paciente que tenga un Glasgow de 9 puntos, que haya sido intervenido para evacuación de lesión ocupante en espacio intracraneal, en TCE moderado con compresión de cisternas mesencefálicas o desviación de la línea media, en pacientes que requieran de sedación para asistencia respiratoria mecánica y que hayan presentado inestabilidad hemodinámica.(2).

La medición de DVNO es un método sencillo que se realiza al pie de la cama del paciente, permitiendo establecer un diagnóstico temprano y oportuno, así como llevar a cabo las medidas de tratamiento necesarias para asegurar mejores resultados. Se considera no invasivo, indoloro, económico y rápido; no requiere ninguna preparación previa para realizarlo.

Puede utilizarse como método diagnóstico alternativo en relación con la HIC, con el objetivo de ahorrar recursos, evitar complicaciones asociadas a procedimientos invasivos y obtener resultados rápidos y confiables para el tratamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, sería útil contar con un procedimiento para evaluar la DVNO mediante ultrasonido, ya que es más económico, inofensivo, de fácil acceso, no implica exposición a radiaciones ionizantes y además puede realizarse al lado de la cama del paciente. como en unidades médicas con infraestructura de diagnóstico limitada o sin capacidad de monitoreo neurológico.

En el servicio de urgencias del Hospital General Regional No. 1 del Estado de Chihuahua, del total de hospitalizaciones anuales, un alto porcentaje de pacientes presenta TCE y consecuente edema cerebral. Es necesario controlar la PIC de forma indirecta porque no existe un control directo de la misma en dicho hospital.

Por lo que, nos surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la utilidad de la prueba diagnóstica; medición del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal?



OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la medición del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal en el servicio de urgencias del Hospital General Regional No. 1 de Chihuahua.

Objetivos Específicos

Evaluar el mejor punto de corte de la medición del DVNO por ultrasonido usando una curva ROC.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación:

La medición del DVNO por ultrasonido es útil como método de tamizaje para descartar HIC en 85% de pacientes con TCE.

Hipótesis nula:

La medición del DVNO por ultrasonido no es útil como método de tamizaje para descartar HIC en 85% de pacientes con TCE.



MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Estudio observacional, analítico, transversal, prueba diagnóstica, prospectivo.

Universo de estudio

Pacientes que acudieron al área de urgencias del H.G.R. No.1 del IMSS Chihuahua, Chihuahua.

Lugar donde se desarrollará el estudio

Área de urgencias del H.G.R. No.1 del IMSS Chihuahua, Chihuahua.

Periodo del estudio

Noviembre-diciembre del 2023.

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó en una población infinita, con un nivel de confianza del 95%, precisión (d) 10%, para una proporción esperada del 85%, tomando en cuenta la sensibilidad atribuida a la medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonido del estudio tomado de Zamora et al de un 70% (49).

La fórmula se coloca a continuación:

$$n_0 = \frac{Z\alpha^2 p(1-p)}{d^2}$$

Considerando 51 sujetos en total.

Tipo de muestreo

No probabilístico, casos consecutivos.



CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de Inclusión

- Derechohabientes con vigencia activa del IMSS.
- Edad mayor de 15 años.
- Cualquier sexo.
- Sujetos diagnosticados con TCE.
- Sujetos con una escala ECG Grave.
- Sujetos que firmaron el consentimiento informado y/o el tutor encargado en caso de los menores de edad.

Criterios de Exclusión

- Antecedente de trauma ocular
- Herida ocular
- Antecedente de Glaucoma
- Cirugía previa ocular
- Atrofia del nervio óptico

Criterios de Eliminación

- Derechohabientes que decidieron abandonar el estudio por cualquier motivo incluso durante la prueba.



VARIABLES

Definición de variables

Operacionalización de variables

VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS				
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Categorías	Escala de medición
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la actualidad.	Número de años por fecha de nacimiento de la cartilla nacional de salud.	Años	Cuantitativa de razón continua.
Peso	Fuerza con la que la tierra atrae a un cuerpo.	Peso tomado del expediente al inicio del tratamiento.	En kilogramos (Kg)	Cuantitativa de razón continua.
Sexo	Conjunto de peculiaridades que caracterizan a los individuos de una especie dividiéndolos en masculino y femeninos.	Masculino o femenino, referido por el paciente.	1. Masculino 2. Femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica
VARIABLES PRINCIPALES DEL ESTUDIO				
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Categorías	Escala de medición
Síndrome de Hipertensión Intracraneana (SHIC)	Caracterizado por cefalea, vómitos, diplopía, papiledema y, en los casos más graves, compromiso neurológico.	Exploración física del paciente y/o expediente.	1. Si 2. No	Cualitativa Nominal Dicotómica
Traumatismo Craneoencefálico por escala de coma de Glasgow	Cualquier lesión física o deterioro funcional del	Clasificación de acuerdo con el puntaje de la escala de coma	1. Leve 13-15 2. Moderado 9-12 3. Severo ≤ 8	Cualitativa Ordinal



	<p>contenido craneal secundario a un intercambio brusco de energía mecánica.</p>	<p>de Glasgow mediante exploración neurológica del paciente.</p>		
<p>Hipertensión Intracraneal por medición de la vaina del nervio óptico mediante Tomografía Axial Computarizada (GOLD ESTÁNDAR)</p>	<p>Técnica de Tomografía Axial Computarizada (TAC) que mide la vaina del nervio óptico y se realiza a 3mm de la fóvea mediante aplicación directa del transductor sobre el parpado cerrado. Punto de corte ≥ 5mm.</p>	<p>Resultado de la TAC.</p>	<p>1. Si 2. No</p>	<p>Cualitativa Nominal Dicotómica</p>
<p>Hipertensión Intracraneal por medición de la vaina del nervio óptico mediante Ultrasonografía (PRUEBA A EVALUAR)</p>	<p>Técnica de ultrasonido que mide la vaina del nervio óptico y se realiza a 3mm de la fóvea mediante aplicación directa del transductor sobre el parpado cerrado.</p>	<p>Exploración física del paciente.</p>	<p>1. Si 2. No</p>	<p>Cualitativa Nominal Dicotómica</p>



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

1. La información para este análisis fue recopilada a través del instrumento de recolección de datos (Anexo 2), así como del expediente físico y/o electrónico con la muestra obtenida en el Hospital General Regional No. 1 del IMSS, Chihuahua.
2. Los datos se recabaron en una base de Excel con todas las variables mencionadas en el cuadro de variables.
3. La muestra se recolectó en el área de urgencias, independientemente del turno (matutino, vespertino y nocturno) por la tesista encargada del protocolo.
4. Los sujetos que cumplieron con los criterios de inclusión para el estudio, se les explicó con lenguaje coloquial en que consiste el protocolo y se les dio a firmar el consentimiento informado (Anexo1).
5. Una vez que firmaron el consentimiento informado, se procedió a realizar el diagnóstico de HIC mediante un equipo de ultrasonido con un transductor de 5-10 MHz.
6. La evaluación del globo ocular se realizó con el sujeto en decúbito supino entre 30° y 45°, con la cabeza en línea media, con el ojo cerrado y protegido con una barrera plástica (Tegaderm).
7. Se colocó el transductor sobre el párpado superior con los ojos cerrados hasta observar una línea hipoeoica con márgenes claramente definidos posteriores al globo ocular, la vaina del NO se midió a partir de los 3mm, detrás de la retina punto a partir del cual se trazó una línea transversal de borde a borde de la vaina del NO.
8. Todos los sujetos de estudio contaron con una TAC de cráneo, en la cual se midió la DVNO.



9. Todas las mediciones que se registraron por ultrasonido, así como por TAC de la vaina del nervio óptico fueron plasmadas en la hoja de recolección de datos.

10. Posterior a lo antes mencionado se describió la edad, sexo y peso de los sujetos estudiados.

11. Se determinó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo del mejor punto de corte mediante curvas ROC a partir de la medición del DVNO por ultrasonido.

12. Estos procedimientos registrados en el cuestionario se pueden utilizar por otros servicios enfocados en la investigación y con ello se garantiza la validez interna y externa del mismo, debido a que estos instrumentos ya han sido utilizados y estandarizados en otros estudios como el descrito en *Optic nerve sheath diameter measurement by ultrasound* donde se validaron.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron con el software IBM® SPSS®.

Se utilizó estadística descriptiva para todas las variables de la muestra y se realizó curva de Receiver Operating Characteristic (ROC) con las medidas obtenidas del diámetro de la vaina del nervio óptico de sujetos con Hipertensión Intracraneal con base al estándar de oro que es la Tomografía Axial Computarizada de cráneo.

Obtuvimos un valor de corte para el diámetro de la vaina del nervio óptico más sensible y específico y se calculó el valor predictivo: positivo y negativo.

ASPECTOS ÉTICOS

Este protocolo no utiliza tratamientos, por lo cual no tenemos tratamiento activo, placebo ni cruzado, se trata de un estudio observacional sin intervención. No se realizó ningún procedimiento experimental por lo que no se diferencia de un tratamiento estándar.

En este protocolo no tenemos riesgos para la salud durante la participación de los pacientes, debido a que la intervención consiste en colocar un transductor lineal en el globo ocular para medir el DVNO debido a que son procedimientos que se realizan de forma rutinaria en nuestros pacientes, donde la única posibilidad pudiera ser introducción de gel en el globo ocular y/o abrasiones el cual se podría intercambiar por aplicación de agua estéril.

Todos los procedimientos están de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud como estudio de tipo II (Tratamiento rutinario y exámenes físicos de diagnóstico), estipulado en Título Segundo, Capítulo I, Artículo 17, Fracción II, como un estudio con riesgo mínimo.

Al tratarse de un protocolo prospectivo, observacional, se hará uso del consiguiente consentimiento informado (Anexo 1), necesario para la participación de cualquier sujeto en el presente estudio.

Las consideraciones éticas de este estudio fueron evaluadas por el Comité Local de Investigación y ética, la cual tiene como objetivo general revisar, analizar, evaluar y dictaminar los protocolos de investigación y divulgar las normativas éticas que



deberán cumplir los mismos de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. El estudio se realizó tomando en cuenta la Declaración de Helsinki, en su apartado que se refiere a la investigación médica en seres humanos competentes. En dicho apartado se estipula que cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones e instituciones del investigador, beneficios, riesgos e incomodidades y todo otro aspecto pertinente de la investigación. De igual manera, se toma en cuenta el apartado competente a salvaguardar la confidencialidad de los participantes.

El estudio fué realizado por profesionales de la salud, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad de los participantes, bajo la responsabilidad de la institución, que cuenta con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen su bienestar. Prevalciendo siempre el criterio de respeto a la dignidad y protección de sus derechos.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Recursos Humanos

Tesista

- Dra. Alejandra Lechuga León Licenciatura en Medicina General Médico Residente de tercer año de Urgencias Médico Quirúrgicas Adscrito al **Investigador Responsable**
- Dra. Catalina Rivera Galván Médico Especialista de Urgencias Médico Quirúrgicas, Especialista del Enfermo Crítico Adscrito al Instituto **Investigador Asociado**
- Dra. Sylvia Jeannette Vega González, Especialista de Urgencias Médico Quirúrgicas.

Recurso Material

- ✓ Ultrasonido del servicio de urgencias del HGR No. 1 IMSS, Chihuahua
- ✓ Computadora Personal



- ✓ Tomógrafo del Servicio de Rayos X del HGR No. 1 IMSS, Chihuahua
- ✓ Transductor lineal
- ✓ Tegaderm
- ✓ Gel transductor
- ✓ Artículos de escritorio

Recursos Financieros

Proporcionados por el investigador principal, tesista y asesor metodológico.

Factibilidad

Se cuenta con los estudios y recursos necesarios y no habrá ninguna intervención de carácter invasivo en los sujetos de investigación.

RESULTADOS

Incluimos 51 sujetos, 49 hombres y 2 mujeres para la medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía para diagnosticar hipertensión intracraneal, con una mediana de edad de 31 años (RIQ 25,42). (**Gráfico 1**)

Se clasificó con la escala de coma de Glasgow moderado un total de 23 sujetos (45.1%) y 28 sujetos con escala de coma de Glasgow severo (54.9 %). (**Gráfico 2**)



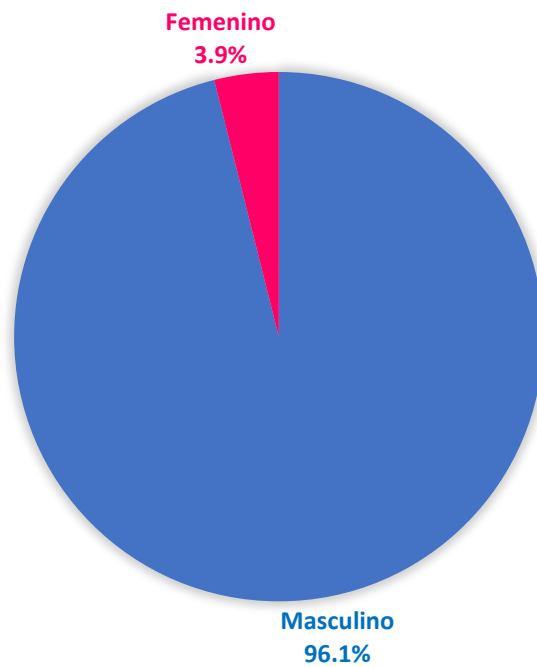
Tabla I. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.

n=51	
Sexo	
Masculino	49 (96.1)
Femenino	2 (3.9)
Traumatismo Craneoencefálico por Escala de Coma de Glasgow	
Leve	0
Moderado	23 (45.1)
Severo	28 (54.9)
Mediana (p25, p75)	
Edad, años	31 (25 - 42)
Media ± DE	
Peso, Kg	76.3 ± 15.8
Talla, m	
Vaina del Nervio óptico del Ojo Derecho por USG, mm	5.6 ± 0.4
Vaina del Nervio óptico del Ojo Izquierdo por USG, mm	5.6 ± 0.4
Vaina del Nervio óptico del Ojo Derecho por TAC, mm	5.7 ± 0.4
Vaina del Nervio óptico del Ojo Izquierdo por TAC, mm	5.7 ± 0.4



En el siguiente Grafico 1 observamos una barra de pastel la cual nos arroja el porcentaje de distribución por sexo femenino y masculino de los pacientes, con un total de 51, de los cuales el 96.1% coloreado de azul corresponde al sexo masculino, mientras el 3.9 % al sexo femenino coloreado en rosa.

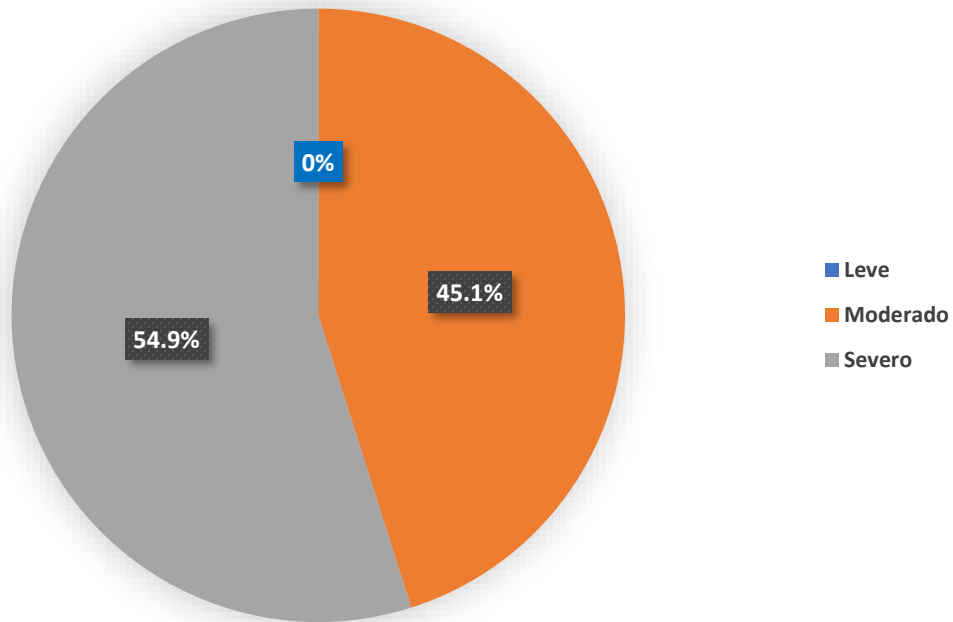
Gráfico 1. *Porcentaje de la distribución por sexo de los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.*



En el grafico 2 observamos una barra de pastel la cual clasifica el Traumatismo Cráneo encefálico por escala de coma de Glasgow como leve 0% en color azul, Moderado en color naranja en un total de 45.1 % y Grave con un total de 54.9 % en color gris.



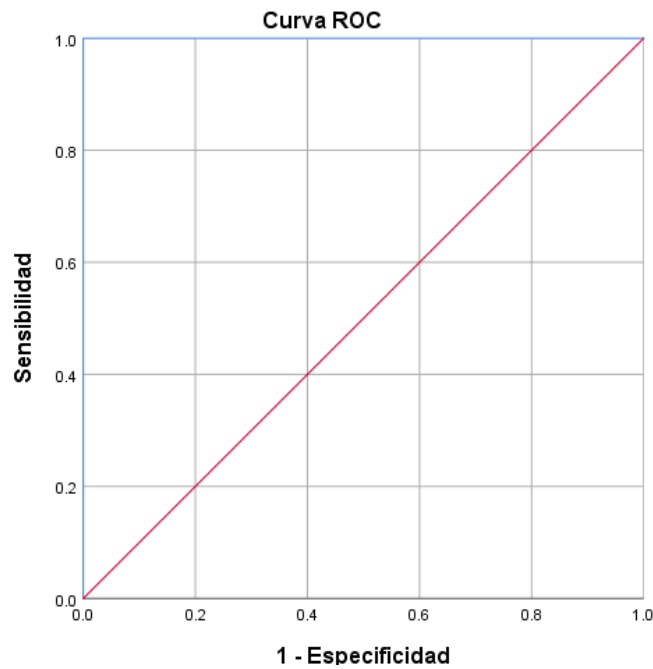
Gráfico 2. Traumatismo Craneoencefálico por Escala de Coma de Glasgow diagnosticado en los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.



En la siguiente grafica se muestra la curva ROC para la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en el ojo derecho y ojo izquierdo mediante ultrasonografía podemos observar la línea de no discriminación con un área bajo la curva de 1, intervalo de confianza del 95 % (1-1).



Figura 7. Curva ROC de la medición del Diámetro de la vaina del nervio óptico del ojo derecho y ojo izquierdo por ultrasonografía en los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.

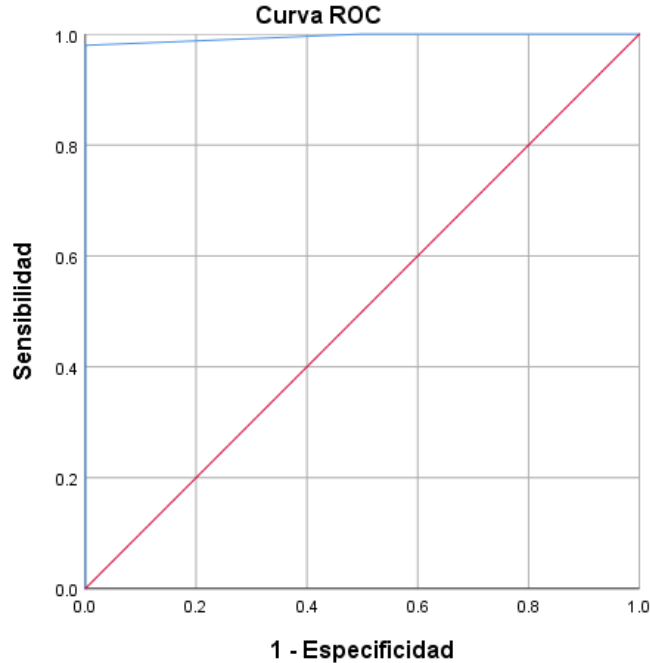


Área bajo la curva (AUC) Ojo Derecho 1 Intervalo de Confianza (IC) 95% (1-1)

En la siguiente grafica se muestra la curva ROC para la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en el ojo derecho y ojo izquierdo mediante Tomografía podemos observar la línea de no discriminación con un área bajo la curva de para el ojo izquierdo de 0.995 con intervalo de confianza de 95%(0.976-1.014).



Figura 8. Curva ROC de la medición de la vaina del nervio óptico del ojo izquierdo por ultrasonografía en los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.



Área bajo la curva (AUC) Ojo Izquierdo 0.995 Intervalo de Confianza (IC) 95% (0.976-1.014)

Tabla 2. Utilidad diagnóstica de la medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico del ojo derecho y ojo izquierdo en los pacientes con Traumatismo Craneoencefálico del servicio de urgencias del H.G.R. No. 1 de Chihuahua.

Prueba de estudio	Punto de corte	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)
Medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía del ojo derecho	4.9 mm	98	50	97.95	50
Medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía del ojo izquierdo	4.95 mm	98	100	100	66.66

S: sensibilidad, E: especificidad, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo



Realizamos un análisis de sensibilidad y especificidad al tratarse de pruebas diagnósticas encontrando la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía en el ojo derecho con un punto de corte de 4.9 mm con una sensibilidad de 98 %, una especificidad de 50% y un valor predictivo positivo de 97.95 % y un valor predictivo negativo de 50 %, mientras que la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía de ojo izquierdo reportó un punto de corte de 4.95 mm, sensibilidad de 98 %, especificidad de 100 %, un valor predicativo positivo de 100 % y valor predictivo negativo de 66.66%, es decir, que ambas tienen una alta sensibilidad y en relación a la especificidad de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico de ojo izquierdo tiene una especificidad de 100 % mientras que la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico del ojo derecho tiene una especificidad de 50%. Ambas con un valor predictivo positivo alto y un valor predictivo negativo considerado como bajo.

Tratando de ver la correlación entre la medición de ojo derecho por ultrasonografía y ojo derecho por tomografía computarizada encontramos un r^2 lineal de 0.81 la cual se correlaciona de forma muy importante, observándose las mayores mediciones en mm de la vaina del nervio óptico en el grupo con Escala de Coma de Glasgow severo.

Tratando de ver la correlación entre la medición de ojo izquierdo por ultrasonografía y ojo izquierdo por tomografía encontramos un r^2 lineal de 0.868, la cual correlaciona de forma muy importante en ambos casos.

DISCUSIÓN

En la presente investigación se encontró que la medición del DVNO por ultrasonografía es útil para evaluar pacientes con TCE al igual que la TC.

Por lo anterior, proponemos que sea empleada como un método de tamizaje para derivar a métodos complementarios a todos aquellos pacientes que presentan TCE y con ello incremento de la PIC. (3).

La HIC es un síndrome clínico causado por un aumento de la PIC >20 mmHg durante más de cinco minutos con signos o síntomas que tiene una variedad de



causas. El diagnóstico temprano de HIC puede reducir la mortalidad y las secuelas neurológicas. (25).

La mortalidad asociada a una PIC menor de 20 mmHg es de 18.4 % y se incrementa a 55.6 % con cifras superiores de 40 mmHg, isquemia cerebral y diversos síndromes de herniación. Por lo tanto, la monitorización de la PIC está indicada en pacientes con TCE moderado y severo, en conjunto con la evaluación clínica y el resto de monitoreo hemodinámico multimodal determina la estrategia terapéutica. (40).

El TCE severo se define por la presencia de 8 o menos puntos en la ECG, es la principal causa de muerte en los pacientes menores de 40 años, los accidentes de tránsito constituyen la causa más frecuente de trauma y tienen una alta tasa de mortalidad. (42).

La población estudiada en este trabajo muestra características demográficas similares en cuanto a la edad y sexo como lo muestran los artículos; tal es el caso de los datos en un estudio donde se incluyeron pacientes con TCE, encontraron una adecuada correlación entre el DVNO y la PIC, demostrando que el DVNO por encima de 5.4 mm, se correlaciona con una elevación de la PIC, de más de 20 mmHg, con una sensibilidad del 74.1% y una especificidad de 100%.

Dobour demostró que existe correlación entre el DVNO y la HIC, utilizando como comparador y estándar de oro la medición de la PIC con un catéter intraventricular. En este estudio se demostró que con un punto de corte de 5.5 mm, se presenta una correlación con una PIC por encima de 20 mmHg, con una sensibilidad del 90 % y una especificidad del 85%. (38).

El monitoreo de la PIC se puede realizar con técnicas invasivas y no invasivas, los dispositivos invasivos como el catéter intraventricular se considera el estándar de oro, sin embargo, se asocia a complicaciones graves tales como hemorragia, disfunción de catéter e infección después del quinto día de su colocación. (29).

Los resultados mencionados anteriormente son concordantes con los resultados de este estudio. Fue evidente una alta sensibilidad y alto valor predictivo negativo para el punto de corte de 4.9 mm, la sensibilidad fue alta al igual que el valor predictivo positivo.



El presente estudio evidencia que la medición del DVNO es muy específico en comparación con otras pruebas, por lo que un paciente en el cual el DVNO este con un diámetro de 4.9 mmHg tiene una probabilidad cercana de 97.95 % que curse con datos de HIC.

CONCLUSIONES

La medición del DVNO por ultrasonografía puede ser un método de tamizaje útil, rápido, no invasivo al pie de la cabecera del paciente y económico para determinar datos de HIC en pacientes con TCE. Aquellos que muestren anormalidad podrían iniciar ajuste de tratamiento directamente ya que siempre serán medidas benéficas para el diagnóstico y abordaje. Solo en aquellos pacientes donde se requiera un detalle fino y más exacto de la lesión cerebral se podría derivar a estudios más detallados, invasivos o costosos a los pacientes.

Es decir, si un paciente no tiene engrosamiento > 0.5 se concluye que no tiene hipertensión intracraneal.

La presencia de engrosamiento > 0.5 no siempre indica la presencia de hipertensión intracraneal y se debe poner énfasis en el conjunto de manifestaciones clínicas.

Al disminuir el punto de corte a 0.49 mejora la sensibilidad, pero se reduce la especificidad, por lo que se mejora la probabilidad de diagnosticar pacientes con hipertensión intracraneal, pero aumenta el riesgo de reportar falsos positivos.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Rose FC. The history of head injuries: an overview. *J Hist Neurosci.* 1997;6(2):154–80.
2. Suárez Suárez A, Carmona Domínguez A, Reyes Pérez MM, Montelongo F de J, Coria Ladrón de Guevara VL, Islas Ávila RE. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía simple de cráneo en pacientes con trauma craneoencefálico. *Medicina Crítica.* 2020;34(4):221–30.
3. Buzzi AE. Historia Egas Moniz. *Rev Argentina de Radiol.* 2010;74(1):33–42.
4. Chau CYC, Craven CL, Rubiano AM, Adams H, Tülü S, Czosnyka M, et al. The evolution of the role of external ventricular drainage in traumatic brain injury. Vol. 8, *Journal of Clinical Medicine.* MDPI; 2019.
5. Ryder H, Espey F, Kimbell F, Penka E, Rosenauer A, Podolsky B, et al. The mechanism of the change in cerebrospinal fluid pressure following an induced change in the volume of the fluid space. *J Lab Clin Med.* marzo de 1953;41(3):428–35.
6. Zamarrón-López EI, Guerrero-Gutiérrez MA, Pérez Nieto OR, Flores-Ramírez R, López-Fermín J, Soriano-Orozco R, et al. Ultrasonido Point-Of-Care (POCUS) durante la reanimación cardiopulmonar para el diagnóstico de causas reversibles de arresto cardíaco. *Med Crit.* 2022;36(5):312–7.
7. Zamarrón López EI, Perez Nieto OR, Guerrero Gutierrez MA, Figueroa Uribe AF, Flores Ramirez R, Morgado Villaseñor LA. ICARUS Ultrasonido en reanimación del paciente crítico. 2da. México: Prado; 2021. 1–314 p.
8. González-johnson L, Zomosa G, Valenzuela B, Maldonado F, Baabor M, Romero C, et al. Actualización en el tratamiento del síndrome de hipertensión intracraneana.
9. Bouzat P, Sala N, Payen JF, Oddo M. Beyond intracranial pressure: Optimization of cerebral blood flow, oxygen, and substrate delivery after traumatic brain injury. Vol. 3, *Annals of Intensive Care.* Springer Verlag; 2013. p. 1–9.
10. Cam Páucar JL. Manejo inicial del paciente con trauma craneoencefálico e hipertensión endocraneana aguda. *Acta Med Per.* 2011;28(1):39–45.



11. Murillo-Cabezas F, Godoy DA. Monitorización de la presión intracraneal en el traumatismo craneoencefálico grave: Otra visión del Best Trip trial. *Med Intensive*. 2014;38(4):237–9.
12. Robba C, Pozzebon S, Moro B, Vincent JL, Creteur J, Taccone FS. Multimodal non-invasive assessment of intracranial hypertension: An observational study. *Crit Care*. el 26 de junio de 2020;24(1).
13. Trillo S, Llull L. Manual de Neurología Crítica para Neurólogos. Sociedad Española de Neurología; 2023. 1–364 p.
14. Cruz Pino Y, Camejo González N, Cruz Cruz Y, Zúñiga Torre E, Díaz Pérez A, Cutié Anido Y. Tomografía axial computarizada en los traumatismos craneoencefálicos. . *CCM*. 2020;24(2).
15. Carrillo E, Rojo M, Cruz S. Diámetro de la vaina del nervio óptico. Una herramienta para el monitoreo dinámico de la hipertensión intracraneana. *Med Crit*. 2016;30(4):249–52.
16. Abu-Zidan F, Hefny A, Corr P. Clinical ultrasound physics. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(4):501.
17. Waissbluth J, Cabrera Schulmeyer MC. Ecografía ocular para la estimación de la presión intracraneal: estudio de la factibilidad de la técnica. *Revista Chilena de Anestesia*. el 15 de marzo de 2019;48(1):57–61.
18. Pérez-Calatayud ÁA, Carrillo-Esper R, Gasca-Aldama JC, Linarte-Basilio ME, Anica-Malagón ED, Briones-Garduño JC. Neuromonitoreo ultrasonográfico en el perioperatorio: diámetro de la vaina del nervio óptico y Doppler transcraneal. *Cir Cir*. el 5 de agosto de 2019;87(5).
19. Hawryluk GWJ, Rubiano AM, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Bratton SL, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. *Neurosurgery*. septiembre de 2020;87(3):427–34.
20. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, García-Pastor A, Quintana F, et al. Guía de actuación clínica en la hemorragia subaracnoidea. Sistemática diagnóstica y tratamiento. *Neurología*. julio de 2014;29(6):353–70.



21. Synnot A, Bragge P, Lunny C, Menon D, Clavisi O, Pattuwage L, et al. The currency, completeness and quality of systematic reviews of acute management of moderate to severe traumatic brain injury: A comprehensive evidence map. *PLoS One*. el 21 de junio de 2018;13(6):e0198676.
22. Armstead WM. Cerebral Blood Flow Autoregulation and Dysautoregulation. *Anesthesiol Clin*. septiembre de 2016;34(3):465–77.
23. Ortiz-Prado E, Banderas León A, Unigarro L, Santillan P. Oxigenación y Flujo Sanguíneo Cerebral, Revisión Comprensiva de la Literatura. *Brain Oxygenation And Cerebral Blood Flow, A Comprehensive Literature Review*. *Rev Ecuat Neurol*. 2018;27(1).
24. Fábregas N, Valero R. *Fisiología Cerebral y Monitorización Neurológica y de la Profundidad Anestésica*. Barcelona; 2001.
25. González-Johnson L, Zomosa G, Valenzuela B, Maldonado F, Baabor M, Romero C. Actualización en el tratamiento del síndrome de hipertensión intracraneana. *Rev Med Chil*. enero de 2022;150(1):78–87.
26. Rincón Flórez DF, Tejada Perdomo JH, Rodríguez JJ, Chaves Pineda JD. Flujo sanguíneo cerebral y actividad metabólica cerebral. Una mirada desde la anestesiología. *Revista Chilena de Anestesia*. 2021;50(6):912–7.
27. Horcajadas A, Román A, Olivares G, Saura E, Jorques A, Cordero N, et al. Utilidad de la monitorización de la PIC en pacientes con sospecha de disfunción valvular. *Neurocirugía*. 2011;22(4):310–23.
28. Lantz B, Foerster J, Link D, Holcroft J. Regional distribution of cardiac output: normal values in man determined by video dilution technique. *American Journal of Roentgenology*. el 1 de noviembre de 1981;137(5):903–7.
29. Esqueda-Liquidano MA, Gutiérrez-Cabrera J de J, Cuéllar-Martínez S, Vargas-Tentori N, Ariñez-Barahona E, Flores-Álvarez E, et al. Edema cerebral II: tratamiento médico y quirúrgico. *Med Int Méx*. 2014;30:687–95.
30. Rabinstein AA. Treatment of Cerebral Edema. *Neurologist*. marzo de 2006;12(2):59–73.



31. Kahle KT, Walcott BP, Simard JM. Continuous hyperosmolar therapy for traumatic brain injury-associated cerebral edema: As good as it gets, or an iatrogenic secondary insult? *Journal of Clinical Neuroscience*. enero de 2013;20(1):30–1.
32. Requena D, Gil A. Citoquímico del Líquido Cefalorraquídeo: Recomendaciones para su análisis, interpretación y reporte de resultados. *Comunidad y Salud*. 2020;18(2):49–61.
33. de Lima Oliveira M, Salinet AM, Nogueira R de C, Belon AR, Paiva WS, Jeng BCP, et al. The Effects of Induction and Treatment of Intracranial Hypertension on Cerebral Autoregulation: An Experimental Study. *Neurol Res Int*. el 25 de junio de 2018;2018:1–8.
34. 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*. enero de 2015;30(1):16–22.
35. Czosnyka M. Monitoring and interpretation of intracranial pressure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. el 1 de junio de 2004;75(6):813–21.
36. Gilo Arrojo F, Herrera Muñoz A, Anciones B. Hipertensión intracraneal aguda. *Neurología*. 2010;25(Supl1):3–10.
37. Acosta Egea S, Arriola Acuña LE, Pérez Marín D. Abordaje inicial de la hipertensión intracraneal en adultos. *Revista Medica Sinergia*. el 1 de septiembre de 2020;5(9):e569.
38. Carvajal Carpio L, Vargas Mena R, Hidalgo Azofeifa S. Fisiopatología del síndrome de hipertensión intracraneal. *Revista Medica Sinergia*. el 1 de octubre de 2021;6(10):e719.
39. Lassen N. Control of Cerebral Circulation in Health and Disease. *Circ Res*. junio de 1974;34(6):749–60.
40. Delaplain PT, Grigorian A, Lekawa M, Mallicote M, Joe V, Schubl SD, et al. Intracranial pressure monitoring associated with increased mortality in pediatric brain injuries. *Pediatr Surg Int*. el 1 de marzo de 2020;36(3):391–8.
41. Kostin A. Doppler transcraneal en Cuidados Intensivos Neurológicos. *Rev Mex de Anestesiología*. 2015;38(Supl.3):S427–9.



42. Homar J, Abadal Jm, Llompert-Pou J, Pérez-Bárcena J, Ibáñez J. Hemodinámica cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico evaluada por doppler trascaraneal y duplex trascaraneal con codificación en color. Estudio comparativo. *Neurocirugía*. 2007;18:221–6.
43. Fernández Domínguez J, Martínez Sánchez P, García Rodríguez R, Mateos Marcos V, Valdeza JM. El eco-doppler color transcaraneal en el estudio vascular cerebral. *Neurología Argentina*. el 1 de julio de 2012;4(3):132–43.
44. Raffiz M, Abdullah JM. Optic nerve sheath diameter measurement: a means of detecting raised ICP in adult traumatic and non-traumatic neurosurgical patients. *Am J Emerg Med*. enero de 2017;35(1):150–3.
45. 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. *PLoS Med*. el 25 de julio de 2017;14(7):e1002356.
46. Papalini EP. Optic nerve: measure the diameter of its sheath to detect intracranial hypertension. *Rev Bras Oftalmol*. 2018;77(2).
47. Forsyth RJ, Raper J, Todhunter E. Routine intracranial pressure monitoring in acute coma. Vol. 2015, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2015.
48. Du J, Deng Y, Li H, Qiao S, Yu M, Xu Q, et al. Ratio of Optic Nerve Sheath Diameter to Eyeball Transverse Diameter by Ultrasound Can Predict Intracranial Hypertension in Traumatic Brain Injury Patients: A Prospective Study. *Neurocrit Care*. el 19 de abril de 2020;32(2):478–85.
49. Zamora-Cueva R, Vásquez-Tirado G. Validez del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía para el diagnóstico de hipertensión intracraneana en traumatismo craneoencefálico severo. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*. el 18 de agosto de 2021;14(2):139–44.



ANEXOS

Carta de consentimiento informado

 <p>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (ADULTOS) CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN</p>	
Nombre del estudio:	Prueba Diagnóstica: Medición del Nervio Óptico por Ultrasonografía versus Tomografía para diagnosticar Hipertensión Intracraneal
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	Chihuahua, Chihuahua
Número de registro:	
Justificación y objetivo del estudio:	El incremento de la presión en el interior del cerebro es una complicación común en pacientes con una contusión cerebral y se asocia con una alta mortalidad. Por lo tanto, el diagnóstico temprano es importante. El objetivo general de este estudio es determinar la utilidad de las mediciones por medio de ultrasonografía ocular utilizando el diámetro de la vaina del ojo en el diagnóstico del incremento en la presión en el interior de la cavidad craneal en pacientes con contusión craneal.
Procedimientos:	La muestra se tomará en el área de urgencias por la doctora encargada del proyecto. Se coloca al paciente en una camilla y se inclina su cabecera a 20°, se coloca el transductor del ultrasonido ocular sobre el párpado superior con los ojos cerrados en el ojo derecho y posteriormente en el ojo izquierdo. Encima del párpado se aplicará gel y/o agua en cantidad abundante para evitar la interposición de burbujas de aire entre el transductor y la superficie de la piel y posteriormente se realizarán las medidas correspondientes.
Posibles riesgos y molestias:	Los riesgos o molestias que se puedan presentar tales como abrasiones o irritabilidad al gel conductor se pueden suplir al colocar agua estéril en el parpado, ya que se trata de una medición habitual en pacientes que presentan trauma craneal.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	No aplica. No existen beneficios directos por participar en este estudio, sin embargo, en enfermos con contusión cerebral tienen la oportunidad de que se les detecte de manera oportuna el incremento de la presión en el interior del cerebro y evitar complicaciones incluyendo la muerte.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Con los resultados obtenidos se podrá implementar manejo oportuno en el servicio de urgencias para evitar mayores complicaciones.
Participación o retiro:	Usted tiene libertad de decidir participar o no y en caso de que acepte, cuenta con total libertad de decidir no continuar con la investigación sin que eso repercuta en la atención que recibe habitualmente en el IMSS.
Privacidad y confidencialidad:	Toda la información obtenida en este estudio será conservada en la más estricta privacidad y manejada de forma totalmente confidencial.
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):	No aplica por parte de esta investigación.
Beneficios al término del estudio:	Al participar existe la posibilidad de que sea identificado de manera oportuna si presenta datos de Elevación de la presión cerebral.
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dra. Catalina Rivera Galván cati_rivegal@hotmail.com , Dra. Alejandra Lechuga León lechugaleonale@gmail.com
Investigadores Colaboradores:	Dra. Sylvia Jeanette Vega González sylvia.vega1893@gmail.com
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: comiteeticainvimss@gmail.com	
Participante	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
_____	<u>Dra. Alejandra Lechuga León</u>
Nombre y firma del sujeto	
Testigo 1	Testigo 2
_____	_____
Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma



Instrumento de recolección de datos
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
HOSPITAL GENERAL REGIONAL NO.1



Prueba Diagnóstica: medición del Nervio Óptico por Ultrasonografía versus
Tomografía para diagnosticar Hipertensión Intracraneal

FECHA			
Nombre del paciente			
NSS			
Edad			
Peso			
TCE Escala de coma de Glasgow			
1) Leve	<input type="checkbox"/>	2) Moderado	<input type="checkbox"/>
3) Severo	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía:			
Ojo Derecho mm	<input type="text"/>	Ojo Izquierdo mm	<input type="text"/>
Hipertensión Intracraneal por vaina del Nervio Óptico			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Medición de la vaina del nervio óptico por TAC de cráneo			
Ojo Derecho mm	<input type="text"/>	Ojo Izquierdo mm	<input type="text"/>



Carta de no inconveniencia del director



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



ORGANO DE OPERACIÓN ADMINISTRATIVA
DESCONCENTRADA ESTATAL CHIHUAHUA
Jefatura de Servicios de Prestaciones Médicas
Coordinación de Planeación y Enlace Institucional
Coordinación Clínica de Educación e Investigación
en Salud

Chihuahua, Chih., a 10 de noviembre de 2023

Comité Local de Investigación en Salud No. 801
Comité de Ética en Investigación No. 8028
Presente:

Asunto: Carta de No Inconveniencia

Por medio de la presente me permito informar en mi carácter de Director del Hospital General Regional No. 1 de Chihuahua, que en relación al proyecto de investigación con fines de tesis titulado:

PRUEBA DIAGNÓSTICA: MEDICIÓN DEL NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA VERSUS TOMOGRAFÍA PARA DIAGNOSTICAR HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL

A cargo de los investigadores:
Investigador Responsable: Dra. Catalina Rivera Galván
Tesisista: Alejandra Lechuga León

Por parte de esta Unidad "No existe inconveniente" para la realización del proyecto de investigación en las instalaciones de esta Unidad por el grupo de investigadores, toda vez que dicho proyecto haya sido evaluado y aceptado por ambos Comités de Evaluación y emitan el Dictamen con número de Registro de Autorización correspondiente, para lo cual agradeceré se me notifique dicha resolución para otorgar las facilidades para el desarrollo de esta investigación.
Se expide la presente para los fines correspondientes.

ATENTAMENTE
"Seguridad y Solidaridad Social"

Dr. Víctor G. González G.
Dirección HGR1
Ced. Prof. 6601908
Mob. 11700006

Dr. Víctor Gadler González García
Director Hospital General Regional No. 1 Chihuahua





Carta de aprobación protocolo



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 801.
H GRAL ZONA NUM 6

Registro COFEPRIS 18 CI 08 037 044

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 08 CEI 002 2018072

FECHA Martes, 30 de enero de 2024

Doctor (a) CATALINA RIVERA GALVAN

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **PRUEBA DIAGNÓSTICA: MEDICIÓN DEL NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONOGRAFÍA VERSUS TOMOGRAFÍA PARA DIAGNOSTICAR HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2024-801-002

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Doctor (a) Jesús Martín Urrutia Maldonado
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 801

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL