



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE HIDALGO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA



SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO DE HIDALGO

**HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA**

**TRABAJO TERMINAL**

**“MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO POR ULTRASONIDO  
COMO MAL PRONÓSTICO NEUROLÓGICO EN PACIENTES CON TRAUMATISMO  
CRANEOENCEFÁLICO SEVERO”**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN**

**MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

**QUE PRESENTA EL MÉDICO ESPECIALISTA**

**JAFET ABRAHÁN PALMERO SÁNCHEZ**

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MAX SAID LARA PÉREZ  
ESP. EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO  
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL**

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA  
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL**

**DRA. EN PSIC. REBECA MARÍA ELENA GUZMÁN SALDAÑA  
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, ABRIL DE 2023

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACIÓN DE POSGRADO DEL AREA ACADEMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

**"MEDICIÓN DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONIDO COMO MAL PRONÓSTICO NEUROLÓGICO EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO SEVERO"**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO QUE SUSTENTA EL MEDICO ESPECIALISTA:

**JAFET ABRAHÁN PALMERO SÁNCHEZ**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, ABRIL DE 2023

**POR LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**DRA. EN PSIC. REBECA MARÍA ELENA GUZMÁN SALDAÑA**  
DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD Y  
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

**M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA**  
JEFE DEL ÁREA ACADEMICA DE MEDICINA

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA**  
COORDINADORA DE POSGRADO Y  
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

**POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA DE LA SECRETARÍA DE SALUD DE HIDALGO**

**M.C. ESP. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE**  
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA



**M.C. ESP. SERGIO LÓPEZ DE NAVA Y VILLASANA**  
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA, CAPACITACION E  
INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. SERGIO MORENO GARCÍA**  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO  
TITULAR DE MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MAX SAID LARA PÉREZ**

ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO  
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

SECRETARÍA DE SALUD  
DE HIDALGO  
Hospital General Pachuca  
Subdirección de Enseñanza,  
Capacitación e Investigación



## Hospital General de Pachuca

Prevenamos las picaduras de mosquito ¡No a la malaria!

Dependencia:	Secretaría de Salud
U. Administrativa:	Hospital General Pachuca
Área generadora:	Departamento de Investigación
No. de Oficio:	072/2023

### Asunto: Autorización de Impresión de Trabajo Terminal

Pachuca, Hgo., a 21 de abril del 2023.

#### M. Esp. Jafet Abrahán Palomero Sánchez

Sub Especialidad en Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Me es grato comunicarle que se ha analizado el informe final del estudio:

Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonido como mal pronóstico neurológico en pacientes con traumatismo craneoencefálico severo

El cual cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Investigación y por el Comité de Ética en Investigación, por lo que se autoriza la **Impresión de Trabajo Terminal**.

Al mismo tiempo, le informo que deberá dejar dos copias del documento impreso y un CD en la Dirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación, la cual será enviada a la Biblioteca.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.



Dr. Sergio López de Nava y Villasana  
Subdirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación

DEPARTAMENTO DE  
INVESTIGACIÓN

Dr. Sergio Moreno García.-Profesor Titular de la Especial de Medicina del Enfermo en Estado Crítico.

Dr. Max Said Lara Pérez - Subespecialista en Medicina del Enfermo en estado Crítico y Director de Trabajo Terminal.

## INDICE GENERAL

I. Resumen.....	1
I.1 Abstract.....	2
II. Antecedentes.....	3
III. Marco teórico.....	9
IV. Justificación.....	14
V. Planteamiento del problema.....	14
V.1 Pregunta de investigación.....	15
V.2 Objetivos.....	15
V.3 Hipótesis.....	16
VI. Metodología.....	16
V.1 Diseño de investigación.....	16
V2. Análisis de la información.....	16
V3. Ubicación espacio temporal.....	17
V4 Selección de la población de estudio.....	17
V4.1 Criterios de inclusión.....	17
V4.2 Criterios de exclusión.....	18
V4.3 Criterios de eliminación.....	18
V.5 Determinación del tamaño de la muestra y muestreo.....	18
V5.1 Muestreo.....	18
VII. 2 Definición Operacional de Variables.....	19
VII. Aspectos éticos.....	20
VIII. Recursos humanos, físicos y financieros.....	21
IX. Resultados.....	22
X. Discusión.....	36
XI. Conclusiones.....	37
XII. Recomendaciones.....	38
XIII. Anexos.....	39
XIV. Bibliografía.....	42

## **I. Resumen:**

**Objetivo:** Determinar si el diagnóstico temprano del aumento de la presión intracraneal mediante la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico se relaciona con la escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo que ingresan al área de terapia intensiva del Hospital General Pachuca.

**Material y Métodos:** Se realizó un estudio transversal, analítico y retrolectivo. Se realizó análisis univariado con cálculo de medidas de tendencia central media, moda y mediana de las variables estudiadas. En el análisis bivariado se realiza Ji-cuadrada de Pearson y uso de Odds Ratio (OR) para diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) encima de 0.54 cm con pronóstico neurológico al egreso dicotomizando la escala de Rankin, realización de traqueostomía y gastrostomía, neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVM).

**Resultados:** Se realiza prueba de Ji-cuadrada de Pearson para DVNO >0.54 cm y pronóstico al egreso con escala de Rankin obteniéndose un valor de 10.34 con un coeficiente de contingencia de 0.296. Se calcula OR para NAVM y DVNO mayor o igual de 0.54 cm de 2.23 (IC95% 1.11-5.39). Se calcula OR para DVNO y mal pronóstico al egreso según escala de Rankin dicotomizada con un valor de 3.94 (IC95% 1.67 – 9.31). Relación para traqueostomía OR de 1.80 (IC95% 0.703 – 4.77) y gastrostomía 1.80 (IC95% 0.702 – 4.76) con DVNO encima de 0,54 cm siendo el resultado no significativo.

**Conclusiones:** Se encuentra una relación significativa entre el DVNO encima de 0.54 cm y un mal pronóstico al egreso. Hay relación significativa de aumento del DVNO encima de 0,54 cm y la presencia de NAVM. No se encuentra relación entre el aumento del DVNO y la realización de traqueostomía y gastrostomía.

**Palabras clave:** Traumatismo craneoencefálico, diámetro de la vaina del nervio óptico, secuelas, escala de Rankin.

## **I.1 Abstract**

**Objective:** To determine if the early diagnosis of increased intracranial pressure by measuring the diameter of the optic nerve sheath is related to the Rankin scale upon discharge of patients with severe TBI who are admitted to the intensive care area of the Pachuca General Hospital.

**Material and Methods:** A cross-sectional, analytical and retrolective study was carried out. A univariate analysis was applied with calculation of measures of mean central tendency, mode and median of the variables studied. In the bivariate analysis, Pearson's Chi-square and the use of Odds Ratio (OR) for optic nerve sheath diameter (DVNO) above 0.54 cm with neurological prognosis at discharge, dichotomizing the Rankin scale, performance of tracheostomy and gastrostomy and ventilator-associated pneumonia (VAP).

**Results:** Pearson's Chi-square test was performed for DVNO >0.54 cm and prognosis at discharge with a Rankin scale, obtaining a value of 10.34 with a contingency coefficient of 0.296. The OR was calculated for VAP and DVNO greater than or equal to 0.54 cm of 2.23 (95%CI 1.11-5.39). The OR is calculated for DVNO and poor prognosis at discharge according to the dichotomized Rankin scale with a value of 3.94 (95%CI 1.67 - 9.31). In relation to tracheostomy OR of 1.80 (95% CI 0.703 - 4.77) and gastrostomy 1.80 (95% CI 0.702 - 4.76) with DVNO above 0.54 cm, the result being non-significant.

**Conclusions:** A significant relationship is found between DVNO above 0.54 cm and a poor prognosis at discharge. There is a significant relationship between an increase in DVNO above 0.54 cm and the presence of VAP. No relationship was found between the increase in DVNO and the performance of tracheostomy and gastrostomy.

**Key words:** Head injury, optic nerve sheath diameter, sequelae, Rankin scale.

## II. Antecedentes

En los últimos años se ha presentado un incremento de TCE severo en la población adulta mayor debido a que se encuentran bajo tratamiento con anticoagulantes, donde las causas más frecuentes son las caídas. Se calcula que la mortalidad en los centros especializados de trauma alcanza hasta un 30% de los casos<sup>1</sup>. En México, los TCE son la cuarta causa principal de muerte por causas de origen violento y accidentes, con una incidencia de 39 casos por cada 100,000 habitantes, siendo más frecuente en personas del sexo masculino y con edades entre 15 y 45 años<sup>2</sup>. La causa principal de muerte para estos pacientes es el aumento de la presión intracraneal (PIC). Una elevación de la PIC causa distensión de la vaina del nervio óptico, principalmente en la porción retrobulbar, dado que ésta posee una red trabecular menos densa. La vaina del nervio óptico (VNO) se encuentra en continuidad con la duramadre del cerebro. La vaina del nervio óptico envuelve el segmento intraorbitario del nervio óptico y se encuentra separado de él por una capa de líquido cerebroespinal (LCE) y trabécula aracnoidea. Este espacio subaracnoideo está conectado con la capa interna de la aracnoides, y los estudios en cadáver han demostrado una relación lineal entre la PIC y la presión perióptica del LCE. A medida que la PIC se eleva, el LCE se distribuye por la duramadre hacia la VNO, la cual ocasiona aumento en su diámetro<sup>3</sup>.

Existen ya diversos estudios donde se ha intentado correlacionar la DVNO con la PIC, Gao y cols., estudiaron a 33 pacientes, donde se observó una marcada diferencia en las mediciones del DVNO entre los ojos [lado de craniectomía (DVNOips) y lado opuesto (DVNOcon)]. El coeficiente de correlación intraclase entre DVNOips y DVNOcon fue de 0,745 ( $p < 0,001$ ). La medición del DVNO no tuvo una correlación significativa con la presión intracraneal (PIC) en el análisis de correlación de Spearman (DVNOips  $r = 0.205$ ,  $p = 0.252$ ; DVNOcon  $r = 0.164$ ,  $p = 0,362$ ). El análisis de la curva característica operativa del receptor (ROC) reveló que la escala de Glasgow (GCS) al ingreso, la puntuación obtenida por tomografía con la escala de Helsinki al ingreso, la reacción de la pupila y el DVNO con medidas elevadas después de la craniectomía descompresiva se asociaron significativamente con un

mal resultado. Una medición del DVNO con  $> 5,5$  mm predijo un mal resultado, con un área bajo la curva ROC de 0,717 (intervalo de confianza del 95 %, 0,534–0,860,  $p = 0,02$ ), sensibilidad del 70 % y una especificidad del 69,2 %. En este estudio se concluyó que después de la craniectomía descompresiva el DVNO determinado por ultrasonido no fue confiable para evaluar la PIC, pero mostró un valor pronóstico potencial para un mal resultado neurológico<sup>4</sup>.

Por otro lado, Altayar y cols., incluyeron un total de 48 pacientes con TCE severo. Veintiocho pacientes tuvieron criterios por tomografía positivos para una PIC alta, mientras que 20 pacientes fueron negativos. El valor medio del DVNO fue de  $0,63 \pm 0,06$  cm en el grupo positivo en comparación con  $0,55 \pm 0,07$  cm en el negativo con diferencia significativa ( $p < 0,001$ ). Un total de 22 pacientes tenían dispositivo intraventricular para medición de la PIC. Trece pacientes tenían PIC alta, mientras que 9 pacientes tenían PIC normal. El valor medio del DVNO fue de  $0,66 \pm 0,05$  cm en el grupo de PIC alta en comparación con  $0,58 \pm 0,08$  cm en el normal con diferencia significativa ( $p = 0,004$ ). EL DVNO con un valor de corte  $> 0,61$  cm predijo una PIC alta con una sensibilidad del 84,62 % y una especificidad del 66,67 % con un AUC significativo de 0,85 ( $p = 0,006$ ). Como resultado del estudio se determinó que la medición del DVNO por ultrasonido es una buena herramienta de detección de PIC alta en pacientes con lesiones cerebrales traumáticas<sup>5</sup>.

Montorfano, L, y cols., realizaron un metaanálisis con un total de 779 pacientes con PIC elevada de 22 estudios, de publicaciones entre 2003 y 2020. Dieciocho fueron comparativos (81,8 %) y cuatro fueron estudios de un solo brazo (18,2 %). Veinte fueron estudios prospectivos (90,9%). Hubo una heterogeneidad de moderada a alta basada en el área de elipse de predicción y el logaritmo de varianza de sensibilidad y especificidad. El valor medio de la DVNO entre los pacientes diagnosticados con aumento de la PIC fue de 5,82 mm (IC 95% 5,58-6,06 mm). Se observaron variaciones determinadas por la etiología de la hipertensión intracraneal, los entornos clínicos donde se midió el DVNO y los estándares para diagnosticar la hipertensión intracraneal. La medición del DVNO entre pacientes con PIC elevada fue significativamente mayor que el control normal. Aunque no se logró

determinar de manera clara un valor de corte, estos valores medios se pueden usar para evaluar la sensibilidad y la especificidad de la medición del DVNO en el diagnóstico de la PIC<sup>6</sup>.

En otro estudio Qiao, Z., y cols., exploraron la medición ultrasonográfica del DVNO en pacientes ancianos con TCE. Según los resultados los pacientes se dividieron en un grupo de PIC normal ( $n = 44$ ) y un grupo de PIC elevada (PIC  $\geq 20$  mmHg significaba PIC elevada,  $n = 42$ ). Se compararon sexo, edad, presión arterial sistólica, glucemia, estancia hospitalaria, saturación de oxihemoglobina, puntuación del índice de severidad de lesiones (ISS), valor del DVNO, tipo de hematoma, lesión primaria, lesión asociada y complicaciones de los pacientes. El análisis multivariado mostró que las lesiones asociadas, la presión arterial sistólica y el valor de DVNO tuvieron una influencia significativa en el aumento de la presión intracraneal (todos  $p < 0,05$ ). El DVNO se correlacionó positivamente con las cifras de PIC ( $r = 0,855$ ,  $P = 0,000$ ). Las áreas de presión arterial sistólica y valor DVNO bajo la curva en el diagnóstico de aumento de la presión intracraneal en pacientes ancianos con TCE severo fueron 0,717 y 0,780, respectivamente. Cuando el valor de DVNO fue de 4,90 mm, el área bajo la curva fue de 0,780, la sensibilidad y la especificidad fueron del 89,00 % y del 91,00 %, respectivamente. Cuando el valor del DVNO predijo que el valor crítico de buen/mal pronóstico de los pacientes era de 4,70 mm, el área bajo la curva era de 0,796, la sensibilidad del 91,00 % y la especificidad del 90,00 %. La medición por ecografía del DVNO pudo diagnosticar el aumento de la presión intracraneal en pacientes ancianos con lesión craneoencefálica <sup>7</sup>.

Aunque los dispositivos intracraneales invasivos son el estándar de oro para la medición de la PIC, la ecografía para medición del DVNO se ha sugerido como un potencial estimador no invasivo de PIC. Es por ello que Robba, C, y cols., realizaron un metaanálisis para evaluar la precisión diagnóstica de la medición ecográfica de DVNO para la evaluación de la PIC en pacientes adultos. Se evaluaron siete estudios prospectivos (320 pacientes) para la detección de elevación de las cifras de la PIC (suponiendo una PIC  $> 20$  mmHg o  $> 25$  cmH<sub>2</sub>O). La precisión de los estudios incluidos varió de 0,811 (IC del 95 %: 0,678 a 0,847) a 0,954 (IC del 95 %:

0,853 a 0,983). Tres estudios tuvieron un riesgo de sesgo (RB) alto. No se encontró heterogeneidad significativa para la razón de probabilidades diagnósticas (DOR), la razón de verosimilitud positiva (PLR) y la razón de verosimilitud negativa (NLR), con  $I^2 < 50\%$  para cada parámetro. Los valores combinados de DOR, PLR y NLR fueron 67,5 (IC del 95 %: 29 a 135), 5,35 (IC del 95 %: 3,76 a 7,53) y 0,088 (IC del 95 %: 0,046 a 0,152), respectivamente. El área bajo la curva ROC resumida jerárquica fue de 0,938. En el subconjunto de cinco estudios (275 pacientes) con elevación de las cifras de presión intracraneal definida para una PIC > 20 mmHg, la DOR, PLR y NLR combinados fueron 68,10 (IC del 95 %: 26,8 a 144), 5,18 (IC del 95 %: 3,59 a 7,37) y 0,087 (95 % IC 0,041–0,158), respectivamente, mientras que el área bajo la curva ROC resumida jerárquica fue 0,932. Aunque el amplio IC del 95 % en nuestro DOR agrupado sugiere precaución, la medición del DVNO ultrasonográfica puede ser un enfoque potencialmente útil para evaluar la PIC cuando no se cuenta con dispositivos invasivos de medición de la PIC no están indicados o disponibles <sup>8</sup>.

El uso del ultrasonido a pie de cama de la medición del DVNO se puede utilizar como prueba de detección inicial cuando los médicos sospechan que un paciente tiene una PIC elevada. Lo anterior fue corroborado en un estudio de Munawar y cols., donde se incluyó a cien pacientes de los cuales cuarenta y nueve pacientes tenían edema cerebral difuso detectado en la tomografía computarizada, que se correlacionó con un aumento notable del DVNO a través de ecografía a pie de cama. La medición del DVNO media relacionada con la PIC elevada detectable por TC fue de 0,61 cm. La sensibilidad para el valor de corte de DVNO de  $\geq 5,8$  mm fue del 94 % (intervalo de confianza [IC] del 95 %, 84,05 % a 98,79 %) y la especificidad fue del 96,08 % (IC del 95 %, 86,7 % a 99,52 %). El valor predictivo positivo fue 92,08 % (IC 95 %, 86,28 % a 98,96 %) y el valor predictivo negativo fue 94,23 % (IC 95 %, 84,47 % a 98,00 %). La mayor precisión en la medición del DVNO se encontró con un punto de corte de  $>0,58$  cm en pacientes con resultados positivos para elevación de la PIC en la TC cerebral<sup>9</sup>. Otro estudio que también pudo corroborar que la medición de la DVNO mediante ultrasonido ocular a pie de cama es un método útil y no invasivo para el diagnóstico precoz de la PIC elevada en pacientes adultos con TCE en el Servicio de Urgencias fue Mahmoud y cols., quienes

revisaron las características clínicas de PIC elevada y se determinó que estos tuvieron baja especificidad (38 %), valor predictivo positivo (VPP) (61,7 %) y precisión (69 %) para el diagnóstico de PIC elevada con una diferencia estadística significativa alta (62 % frente a 100 %) hacia el grupo 2. Los valores del DVNO fueron mucho más altos ( $P < 0,01$ ) en el grupo 2 ( $6,493 \pm 0,586$  mm) que en el grupo 1 ( $3,93 \pm 0,976$  mm). El valor de corte de la medición del DVNO media binocular para el diagnóstico de PIC elevada fue  $> 5$  mm con una sensibilidad del 100 %, una especificidad del 96 % y una precisión del 99 %. El valor de corte adecuado para predecir la tasa de mortalidad fue una medición  $> 6,8$  mm con sensibilidad y precisión moderadas. Mientras que el valor óptimo para predecir la escala de resultados de Glasgow (GOS) desfavorable fue  $> 6,05$  mm con alta sensibilidad y precisión<sup>10</sup>. Dichos hallazgos se corroboraron en el estudio de Zhou, J., y cols.,<sup>42</sup> reportaron que las velocidades de flujo medidas por ultrasonido Doppler del seno recto, las velocidades de flujo de la arteria cerebral media y el DVNO se correlacionaron con la presión intracraneal ( $p < 0,0001$  para todos). La presión arterial ( $p = 0,127$ ) y el índice de pulsatilidad de la arteria cerebral media ( $p = 0,06$ ) no se correlacionaron con la presión intracraneal. Un total de 47 pacientes fallecieron durante el período de estudio. La PIC ( $p = 0,015$ ) y el DVNO ( $p = 0,035$ ) resultaron ser predictores independientes de mortalidad<sup>11</sup>.

Por otro lado, se ha encontrado que la medición del DVNO por ultrasonido y por tomografía computada a mostrado una concordancia muy alta; Kim, D. y cols. En un estudio con 199 pacientes tomaron las medianas de diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía (USG-DVNO) y el diámetro de la vaina del nervio óptico por tomografía computarizada (CT-DVNO), las cuales fueron significativamente más altas en pacientes con aumento de la PIC que en pacientes con PIC normal. El coeficiente de correlación interclase entre USG-DVNO y CT-DVNO fue de 0,785 (IC del 95 %: 0,715–0,837). Un diagrama de Bland-Altman mostró una concordancia significativa entre las mediciones obtenidas por ultrasonido y por tomografía computada. El punto de corte óptimo para detectar presión intracraneal elevada fue  $> 5,3$  mm (sensibilidad del 75,4 % y especificidad

del 90,8 %) para mediciones obtenidas por ultrasonido y > 5,0 mm (sensibilidad del 68,4 % y especificidad del 85,2 %) para las obtenidas por tomografía<sup>12</sup>.

La medición ultrasonográfica del DVNO puede reflejar los cambios relativos en tiempo real de la PIC, así lo observaron Chen, L. M., y cols, quienes identificaron que las mediciones ultrasonográficas del DVNO podrían evaluar de manera dinámica y sensible la PIC en tiempo real. Las mediciones de DVNO se realizaron aproximadamente 5 minutos antes y después de la toma de una punción lumbar (PL). Se incluyeron en el estudio un total de 84 pacientes (edad media  $\pm$  DE, 43,5  $\pm$  14,7 años; 41 (49 %) hombres; 18 pacientes con PIC elevada). Los coeficientes de correlación de 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. El cambio mediano (IQR) en el DVNO ( $\Delta$ DVNO) y el cambio en la PIC ( $\Delta$ PIC) fueron 0,11 (0,05–0,21) mm y 30 (20–40) mmH<sub>2</sub>O, respectivamente, para todos los participantes. Con una reducción en la presión del líquido cefalorraquídeo, 80 sujetos (95 %) mostraron una caída inmediata en la DVNO; la mediana (RIC) disminuyó de 4,13 (4,02-4,38) mm a 4,02 (3,90-4,23) mm ( $p < 0,001$ ). Se encontraron correlaciones significativas entre DVNO y de la PIC antes de la PL ( $r = 0,482$ ,  $p < 0,01$ ) y entre  $\Delta$ DVNO y  $\Delta$ PIC ( $r = 0,451$ ,  $p < 0,01$ )<sup>13</sup>.

A su vez la medición del DVNO por ultrasonografía para el diagnóstico de hipertensión intracraneal en pacientes con TCE severo fue validado por Zamora – Cueva y cols., quienes, en un estudio con 43 pacientes, obtuvieron un punto de corte del DVNO de 6,05 mm equivalente a hipertensión intracraneal, con un área bajo la curva (AUC) de 0.776 ( $P = 0.004$ ); sensibilidad, especificidad, valor de predicción positiva y negativa de 82,76%, 57,14%, 80% y 61,54% respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos en cuanto a sexo, edad, anisocoria e hipotensión arterial diastólica. El DVNO medido por ultrasonografía tiene validez para el diagnóstico de hipertensión intracraneal secundario a un TCE severo<sup>14</sup>.

Martínez Flores, estudio una cohorte prospectiva, observacional y analítica fue realizado en urgencias del Hospital General de Zona No. 50 del Instituto Mexicano

del Seguro Social en San Luis Potosí, y encontró que aquellos con un diámetro mayor a 7mm, tienen entre 97 y 100% de riesgo de morir durante los primeros 30 días de internamiento. Como resultado del estudio se demostró que es necesario validar un instrumento para categorizar la mortalidad del paciente con TCE severo y que este mismo pueda realizarse en la cabecera del paciente, que se accesible, reproducible, rápido, con alta sensibilidad y especificidad<sup>1</sup>.

En cuanto a si se ha aplicado esta técnica en México por su parte Varela Martinez realizo 77 mediciones totales en 10 pacientes con TCE severo, donde observo una correlación directamente proporcional significativa ( $p = 0.001$ ), así mismo pudo establecer el corte medición de 5.3 mm para diagnóstico de hipertensión intracraneal con sensibilidad de 100% y especificidad de 90.4%. Varela comprobó que existe una correlación directamente proporcional entre el aumento del DVNO e hipertensión intracraneal<sup>15</sup>. En otro estudio realizado por Moreno García en el Hospital General Pachuca en el año 2019 se estudio de modelo prospectivo y retrospectivo, descriptivo, analítico transversal, donde se buscó observar los cambios en la morbilidad y mortalidad relacionados con el diagnóstico rápido de la hipertensión intracraneal. Se incluyó a 77 pacientes en el grupo control y solo 36 del grupo prospectivo. Se observó una relación significativa en la mejora de las complicaciones ( $p > 0.050$  IC 95%) a excepción de casos donde hubo deterioro neurológico y estado vegetativo<sup>16</sup>.

### **III. Marco teórico**

El TCE se considera una patología médico-quirúrgica que se caracteriza por una afectación cerebral que es secundaria a una lesión de tipo traumática en la cabeza y que presenta al menos uno de los siguientes criterios: alteración de la conciencia y/o amnesia derivado del trauma, cambios de tipo neurológico o neurofisiológico, fractura de cráneo o lesiones intracraneales, algún producto de liberación de fuerza en forma de energía de tipo mecánica, química, térmica, eléctrica, radiante o alguna combinación de ellas y que resulta en un daño estructural incluyendo al tejido cerebral y a los vasos sanguíneos que irrigan a este<sup>17</sup>.

La clasificación del TCE se hace dependiendo de la escala de coma de Glasgow, la cual considera tres variables: respuesta ocular, respuesta verbal y respuesta motora. De acuerdo con la puntuación, se establecen tres categorías: TCE leve (14-15 puntos), TCE moderado (9-13 puntos) y TCE severo (menor 9 puntos). Al ser una escala de medición clínica, es operador dependiente y se valora con base en los hallazgos a la exploración clínica<sup>18</sup>.

*Tabla 1. Cuadro tomado de Guía de Práctica Clínica. Manejo inicial del traumatismo craneoencefálico en el adulto en el primer nivel de atención. GPC-SSA-016-08.<sup>2</sup>*

Gravedad del traumatismo craneoencefálico.	Escala de coma de Glasgow.
Leve	14 – 15 puntos
Moderado	9 - 13 puntos
Severo	Menos de 9 puntos

En la fisiopatología del TCE ocurren diversos fenómenos que destacan en lesión o daño primario y lesión o daño secundario. El daño primario es la lesión que ocurre como consecuencia directa del trauma o impacto y determinará las repercusiones funcionales o estructurales y que pueden ser de carácter reversible o irreversible; el daño primario causa, como consecuencia diversos daños tisulares que van a manifestarse tras el accidente, lo que se determina como lesiones secundarias; las lesiones secundarias incluyen la pérdida de la autorregulación cerebrovascular, alteraciones en la barrera hematoencefálica, edema (pudiendo ser intra- o extracelular) e isquemia. Las lesiones secundarias pueden desencadenar respuestas sistémicas como distrés respiratorio, diabetes insípida, síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética, cerebro perdedor de sal o pirexia central. Dentro de las alteraciones básicas que acompañan al TCE grave, y que deben ser estrechamente vigiladas durante la estancia en la UCI, son las que conciernen al flujo sanguíneo cerebral, a la presión intracraneal y al metabolismo cerebral<sup>19</sup>. Los pacientes con TCE grave, clasificado por la escala de Glasgow ( $\leq 9$  puntos) deben permanecer en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), al igual que los pacientes que presenten un deterioro de más de 2 puntos de la escala de Glasgow en las primeras horas desde su ingreso. En el presente estudio se realizaron mediciones de los parámetros fisiológicos y radiológicos constantemente para evaluar el progreso y determinar el tratamiento adecuado<sup>20</sup>.

En el TCE grave existen muchas variables que pueden determinar el pronóstico para el paciente, por ejemplo: la causa de la lesión traumática, la edad del paciente, el estado de sus pupilas, el tipo de lesión identificada por tomografía, incluso la puntuación en la escala de coma de Glasgow<sup>21</sup>. Además, la edad del paciente interviene mucho, ya que, en general, los pacientes mayores de 40 años tienen un menor pronóstico de recuperación que aquellos menores de 40 años<sup>22</sup>.

La lesión cerebral traumática representa un gran número de visitas al servicio de urgencias<sup>23</sup>. Los casos de TCE grave constituyen alrededor del 10% de todos los casos y la predicción del pronóstico es esencial<sup>24</sup>. Para los pacientes con TCE, la PIC elevada puede causar una lesión cerebral secundaria y provocar complicaciones potencialmente fatales<sup>25</sup>. La PIC elevada causa lesión isquémica secundaria debido al suministro limitado de oxígeno cerebral derivado de la disminución del flujo sanguíneo por compresión de los vasos sanguíneos<sup>26</sup>. Sin embargo, la medición de la PIC elevada requiere la inserción de un monitor de PIC intracraneal. Algunos hallazgos de la tomografía como la inflamación del parénquima cerebral, el desplazamiento de la línea media y las cisternas basales comprimidas, se utilizan como medición indirecta de una PIC elevada<sup>27</sup>.

La PIC elevada y la presión de perfusión disminuida al cerebro es una causa importante de morbilidad y mortalidad. Para tratar esta complicación, debe diagnosticarse de forma rápida y precisa<sup>28</sup>. La monitorización directa de la PIC mediante la inserción de un monitor intracraneal se considera el estándar de oro en el diagnóstico de la hipertensión intracraneal. Debido a la naturaleza invasiva de estos procedimientos y los riesgos asociados, la monitorización intracraneal generalmente no se emplea hasta que ya se sospecha una PIC elevada según el cuadro clínico y las pruebas no invasivas como la tomografía<sup>29</sup>. Además, es posible que la monitorización invasiva no siempre sea posible debido a la coagulopatía, la trombocitopenia o la falta de experiencia y del material necesario (30). La presión intracraneal elevada se define como una PIC superior a 20 mmHg de manera sostenida y siempre se asocia con resultados clínicos adversos en pacientes con lesión cerebral traumática<sup>31</sup>.

El nervio óptico es considerado una prolongación del sistema nervioso central, está recubierto de meninges y líquido cefalorraquídeo; cuando se presenta un aumento de la PIC se puede presentar papiledema y cambios en el diámetro de su vaina como resultado de dichas variaciones en la presión. Por tal motivo, se podría considerar que la medición de la vaina del nervio óptico es un indicador indirecto de la presión intracraneal<sup>32</sup>. El método de medición del DVNO inicialmente propuesto fue por medio de ultrasonido; se recomienda usar un transductor lineal (5-10 MHz de onda), se coloca sobre una cantidad generosa de gel conductor sobre el párpado del paciente sin hacer presión directa sobre el globo ocular. Una vez que se localiza el nervio óptico, se hace la primera medición en la unión de la retina y el nervio óptico, contándose 0.3 cm de forma transversal, posteriormente se traza una línea perpendicular y se procede a realizar la medición de la vaina<sup>33</sup>. La vaina del nervio óptico es contigua a la duramadre que rodea el cerebro y contiene líquido cefalorraquídeo lo que permite la transmisión de la presión desde el cráneo<sup>34</sup>. Los aumentos agudos en la PIC se han correlacionado fuertemente con aumentos en el DVNO. Se toma como valor de corte valores encima de 0.5 cm, el valor más aceptado es 0.54 cm<sup>35</sup>.

La escala de Rankin se ha relacionado con el grado de discapacidad de un paciente posterior a cualquier tipo de lesión cerebral<sup>36</sup>. Fue descrita de manera original en 1957 por Jhon Rankin. Dicha escala en su forma inicial cuenta con 5 grados de clasificación<sup>37</sup>:

- Grado I. Discapacidad no significativa. Puede realizar sus actividades normales.
- Grado II. Leve discapacidad. Puede realizar sus actividades normales con leve asistencia
- Grado III. Discapacidad moderada. Requiere ayuda para caminar
- Grado IV. Discapacidad moderadamente severa. Incapaz de caminar sin asistencia y atender sus necesidades fisiológicas sin asistencia.
- Grado V. Discapacidad severa. Paciente encamado con atención constante por personal de enfermería.

La escala fue modificada por Farrell en 1991 para el estudio UK-TIA, siendo la escala que se usa de manera actual para valorar discapacidad neurológica. La escala conserva el nombre de su creador y se nombra escala de Rankin<sup>38</sup>.

*Tabla 2. Escala de Rankin modificada de Farrell B, Godwin J, Richards S, Warlow C. The United Kingdom transient ischaemic attack (UK-TIA) aspirin trial: final results. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1991 Dec;54(12):1044-54.*

Nivel	Categoría	Descripción
0	Asintomático	
1	Muy leve	Pueden realizar tareas y actividades habituales sin limitaciones
2	Leve	Incapacidad para realizar algunas actividades previas, pero pueden valerse por si mismos, sin necesidad de ayuda
3	Moderada	Requieren algo de ayuda, pero pueden caminar solos
4	Moderadamente grave	Dependientes para las actividades básicas de la vida diaria, pero sin necesidad de supervisión continua (necesidades personales sin ayuda)
5	Grave	Totalmente dependientes. Requieren asistencia continua
6	Muerte	

Aunque fue descrita de manera original para el ictus cerebral, su uso se ha extendido a pacientes con trauma craneoencefálico y pacientes con patología neoplásica intracraneal como escala de discapacidad neurológica y valoración de las secuelas de patologías neurológicas<sup>39</sup>.

## **IV. Justificación**

Se ha corroborado que la medición del DVNO es funcional para determinar la presencia del aumento temprano de la PIC. Algunos de los estudios antes mencionados relacionaron la presencia del aumento del DVNO con la presencia de los peores resultados para el egreso hospitalario. Por lo que el monitoreo no invasivo del DVNO pudiera ser necesario para determinar elevaciones agudas de la PIC y con ello realizar intervenciones tempranas para la corrección de esta. Sin embargo, se cuenta en este momento con estudios limitados que analizan otras variables en pacientes con TCE severo. Dentro de estas variables se encuentran, no solo la mortalidad y las secuelas neurológicas al egreso, sino también aquellas variables secundarias asociadas a procedimientos médicos realizados con fines diagnósticos y terapéuticos. En el área de terapia intensiva de Hospital General Pachuca ingresan pacientes con TCE severo de manera frecuente, hasta un 20% de los ingresos totales. A pesar de que se ha realizado un estudio previo de la medición de DVNO hecho por Moreno en el año 2019, este fue incompleto, ya que la muestra de pacientes fue menor a la requerida para la población. Las áreas de análisis fueron variables diferentes y sin una escala validada de secuelas, como lo es la escala de Rankin<sup>40</sup>. Por tal motivo, se requiere realizar este estudio para encontrar si la relación del diagnóstico temprano del aumento de la PIC mediante el uso de la medición del DVNO y las secuelas neurológicas al egreso de la terapia intensiva con la escala de Rankin como medida de discapacidad neurológica es válido para la población propuesta. El estudio se realizó en el periodo de enero de 2021 a diciembre de 2022 puesto que es el periodo en el cual el investigador principal inicia las mediciones directas del DVNO en los pacientes con TCE severo.

## **V. Planteamiento del problema**

En ambientes con recursos limitados es difícil contar con dispositivos invasivos para la medición de aumento agudos de la PIC, con el consecuente retraso en las intervenciones médicas necesarias para corrección de esta. Las manifestaciones clínicas de aumento en la PIC se dan de manera tardía, lo que empeora el

pronóstico de los pacientes con TCE severo. En últimos años se realizaron estudios que relacionan de manera directa la medición del DVNO superior a 5. con incremento en la PIC a valores encima de 20 mmHg. En el Hospital General de Pachuca se inicia la medición del DVNO a partir del año 2019. Sin embargo, no se cuenta con estudios que relacionen la detección rápida de aumentos de la PIC con las secuelas neurológicas al egreso medidas por una escala validada de discapacidad como lo es la escala de Rankin.

### **V.1 Pregunta de investigación**

¿Existe relación entre el diagnóstico temprano del aumento de la PIC y la TCE mediante la medición del DVNO y la escala de Rankin al egreso de los pacientes que ingresan al área de terapia intensiva del Hospital General Pachuca?

### **V.2 Objetivos**

#### **General**

Determinar si la relación entre el diagnóstico temprano del aumento de la PIC y la TCE mediante la medición de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes.

#### **Específicos**

1. Identificar expedientes de pacientes con TCE severo que cuentan con medición del DVNO medidas por ultrasonido encima de 0.54 cm durante su estancia en la terapia intensiva.
2. Relacionar la medición del DVNO medida por ultrasonido encima de 0.54 cm y los días de ventilación mecánica invasiva y días de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva.
3. Relacionar la medición del DVNO por ultrasonido encima de 0.54 mm con la escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo en terapia intensiva.

### **V.3 Hipótesis**

#### ***Hipótesis nula***

No existe una relación entre el diagnóstico temprano del aumento de la PIC mediante la medición de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo.

#### ***Hipótesis alterna***

Existe una relación entre el diagnóstico temprano del aumento de la PIC mediante la medición de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo.

## **VI. Metodología**

### **V.1 Diseño de investigación**

- Transversal
- Retrolectivo
- Analítico

### **V2. Análisis de la información**

Se realizó análisis univariado de los datos con cálculo de medidas de tendencia central media, moda y mediana de las variables estudiadas, así como uso de las medidas de dispersión varianza, rango y desviación estándar. En el análisis bivariado de la información se realizó dicotomización de la variable escala de Rankin<sup>41</sup> y se realizó odds ratio para valores iguales o superiores encima de 0,54 cm y menores o iguales de 0.53 con IC al 95%, así como para las variables traqueostomía, gastrostomía y NAVM. Se usó Ji-cuadrada de Pearson para las variables de DVNO enciman de 0.54 cm y escala de Rankin al egreso de la terapia intensiva con un intervalo de confianza al 95%.

### **V3. Ubicación espacio temporal**

#### **V3.1 Lugar**

Se realizó el estudio con expedientes de pacientes que han ingresado al servicio de Terapia Intensiva del Hospital General Pachuca.

#### **V3.2 Tiempo**

Se consideró para la recolección de datos el mes de febrero de 2023. Los expedientes fueron del periodo enero de 2021 a diciembre de 2022.

#### **V3.3 Persona**

Se realizó el estudio con expedientes de pacientes que han ingresado al servicio de Terapia Intensiva del Hospital general Pachuca con diagnóstico de TCE severo.

### **V4 Selección de la población de estudio**

#### **V4.1 Criterios de inclusión**

1. Expedientes de pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo ingresados a la unidad de terapia intensiva del Hospital General Pachuca de desde enero de 2021 hasta diciembre de 2022
2. Que contaron con medición del DVNO registrada en notas médicas desde su ingreso y con mediciones cada 12 horas hasta completar 72 horas de su ingreso.
3. Que contaron con evaluación neurológica mediante escala de coma de Glasgow al ingreso.
4. Que tuvieron registro específico de inicio y término de ventilación mecánica.
5. Que se hubo especificado evaluación neurológica al egreso con escala de Rankin.
6. Que contaron con registro de procedimientos médicos invasivos realizados como manejo de las secuelas del TCE.

#### **V4.2 Criterios de exclusión**

1. Expedientes de pacientes que se haya manifestado en la historia clínica enfermedad neurológica previa conocida ya con secuelas de la enfermedad de base.

#### **V4.3 Criterios de eliminación**

1. Expedientes de pacientes que fueron trasladados a otra unidad hospitalaria antes de que se retire la ventilación mecánica.

#### **V.5 Determinación del tamaño de la muestra y muestreo**

Se realizó cálculo de muestra para una población finita. Sin embargo, se calculó una muestra superior a los 400 pacientes, por lo que se decidió realizar un censo de todos los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos en el periodo antes descrito. Se contó con una población de 108 expedientes.

##### **V5.1 Muestreo**

No se realizó muestreo puesto que se ingresaron al estudio todos los expedientes de pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo que ingresaron en el periodo antes descrito y que cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión, así como que no cumplieron con los criterios de eliminación.

## VII. 2 Definición Operacional de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
Diámetro de la vaina del nervio óptico	El nervio óptico es una prolongación del sistema nervioso central y, por lo tanto, está recubierto por meninges y líquido cefalorraquídeo, concepto anatómico que explica el papiledema que se presenta con el incremento en la PIC y fundamento de los cambios en la medición del diámetro del nervio óptico como reflejo de las fluctuaciones de la PIC .	El estándar de medición requiere trazar una línea vertical que se inicia en la unión del nervio óptico con el globo ocular; esta línea es simplemente una referencia y debe medir 3 mm. Una vez localizados estos 3 mm se traza una línea horizontal de borde a borde del nervio óptico; esta segunda línea es la que mide el valor en milímetros del nervio óptico.	Cuantitativa continua  Normal 3 a 4.9 mm Hipertensión $\geq 5$ (PIC>20mhg)	Expediente del paciente
Días de Estancia	Tiempo la paciente permaneció en el área de cuidados intensivos para su estabilización	Cantidad de días que permaneció la paciente en el ACI	Cuantitativa continua Número de días	Expediente del paciente
Días de ventilación mecánica	Tiempo la paciente requirió tratamiento de soporte vital a la vía aérea que se utiliza para protección de la misma.	Necesidad de apoyo ventilatorio, ayuda a respirar a las personas cuando no son capaces de respirar lo suficiente por sí mismas.	Cuantitativa continua Número de días	Expediente del paciente
Neumonía asociada a ventilación mecánica	Infección nosocomial que se desarrolla después de 48 horas de estar intubado y sometido a ventilación mecánica	Presencia de secreciones purulentas y en la aparición de infiltrados en la radiología de tórax.	Cualitativa dicotómica Ausencia o presencia	Expediente del paciente
Escala de Glasgow	Es una escala para valoración del estado del estado de despierto del paciente	El valor que obtiene a la valoración inicial para determinar un grado de estado de despierto	Discreta continua	Expediente del paciente

Motivo de egreso	Motivo por el cual se dio de alta al paciente del área de cuidados intensivos <sup>42</sup>	Dependiendo de su condición clínica y bioquímica que conlleve al paciente a la mejoría o a la muerte de este.	Cualitativa categórica 1. Mejoría 2. Defunción por causa directa del TCE 3. Defunción por otra causa que no sea TCE	Expediente del paciente
Género	Diferencia en entre el rol genético entre hombre y mujer	Clasificación de género más expuesto a esta patología.	Cualitativa dicotómica	Expediente del paciente
Causa del TCE	Razón por la que se produjo el TCE en el paciente	Tipo de accidente en el cual se vio involucrado el paciente	Cualitativa discreta 1. Accidente en vehículo motor 2. Agresión por terceras personas 3. Caídas menores a su plano de sustentación 4. Caídas mayores a su plano de sustentación	Expediente del paciente
Escala de Rankin	Escala utilizada para medir el grado de incapacidad o dependencia en las actividades diarias de personas que han sufrido ECV	Medición de la gravedad del accidente cerebro vascular	Cualitativa discreta 0. Asintomático 1. Muy leve 2. Leve 3. Moderada 4. Moderadamente grave 5. Grave 6. Muerte	Expediente del paciente

## VII. Aspectos éticos

Con base al “Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud” en el apartado de “Los aspectos éticos de la Investigación en seres Humanos”, en el Artículo 17 considera como riesgo de investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata ó tardía del estudio. Por lo que esta investigación se considera *II. Investigación con riesgo mínimo*: lo que se refiere a estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas,

obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 del reglamento en comento, entre otros. En esta investigación no se manejará ningún método invasivo solo la toma de ultrasonidos de la vaina del nervio óptico mismos que no ponen en riesgo la integridad del mismo y se realiza con la finalidad de Identificar la hipertensión intracraneana en pacientes con diagnóstico de Preeclampsia con datos de severidad que ingresen a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca

## **VIII. Recursos humanos, físicos y financieros**

- Recursos humanos
  - o Residente de segundo año, investigador principal
- Recursos físicos
  - o Expedientes de pacientes con traumatismo craneoencefálico severo
- Recursos financieros
  - o Paquete de hojas blancas **\$90.00 pesos M.N**
  - o Equipo de cómputo **\$12,000.00 pesos M.N**
  - o Caja de bolígrafos **\$30.00 pesos M N**
  - o Tintas para impresora **\$1200.00 pesos M.N**
  - o Gasto aproximado **\$13,200.00 pesos M.N**

No se generaron gastos para los pacientes pues el diseño del estudio fue retrospectivo y la información fue obtenida de los expedientes clínicos.

## IX. Resultados.

### Pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI según sexo

Se revisaron 108 expedientes del periodo comprendido entre el mes de enero de 2021 y el mes de diciembre de 2022. De estos expedientes se identificó que hubo 98 pacientes del sexo masculino y 10 del sexo femenino, lo que corresponde a 91% de sexo masculino y 9% del sexo femenino. (Gráfica 1)



Gráfico 1. Distribución por sexo de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

### Pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI según edad

La mayor parte de los pacientes se encuentran en el grupo de 15 a 29 años, con un total de 60 pacientes que representan el 55.5% del total de la muestra. La menor cantidad se encontró en el grupo mayor de 90 años, con sólo 1 paciente. (Gráfica 2) El promedio de edad fue de 34.7 años, con una moda de 18 y una mediana de 29 años.

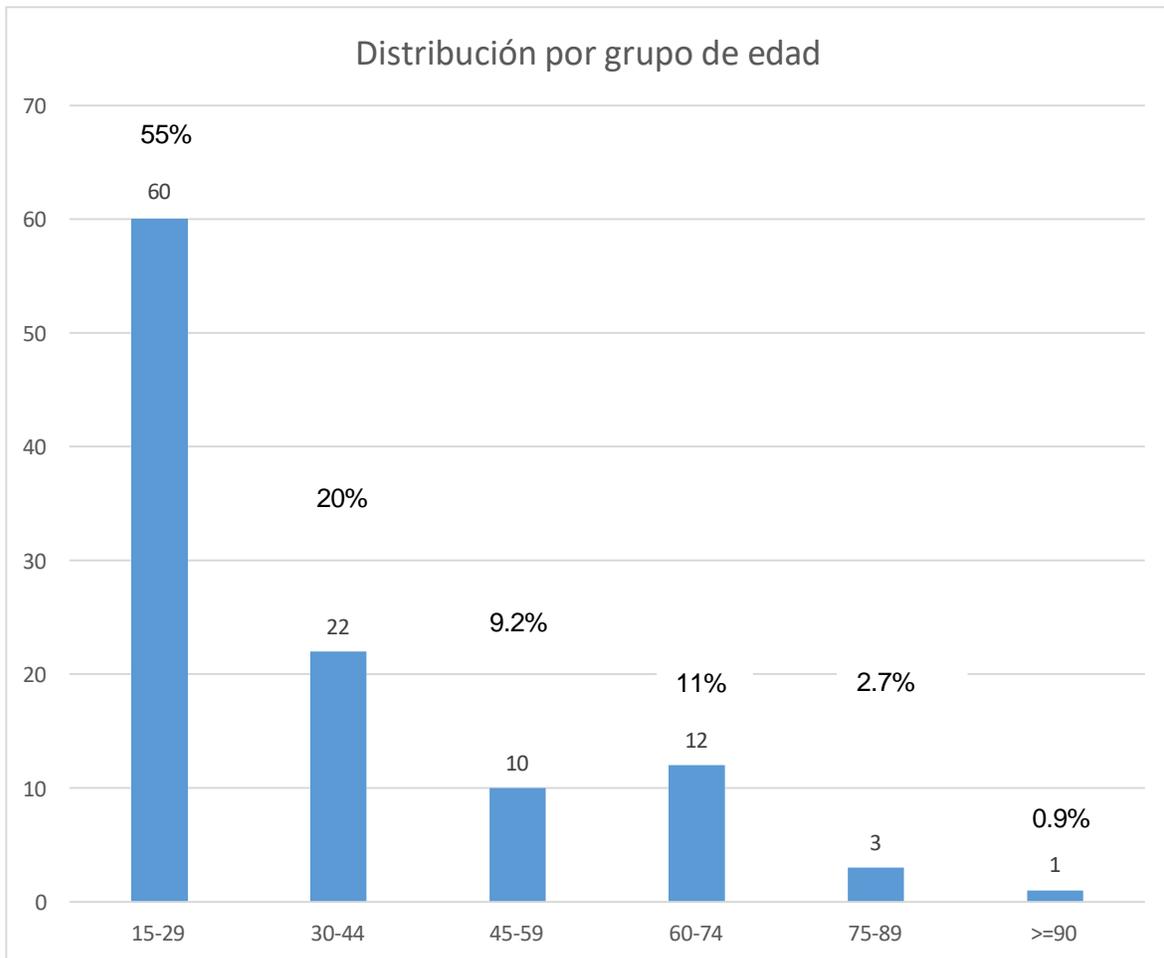


Gráfico 2. Distribución por grupo de edad de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

### Pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI según edad y sexo

Los pacientes que ingresaron a la UTI fueron clasificados por edad y de sexo. Se observa mayor número de pacientes masculinos en todos los grupos de edad, hasta un 50% en el grupo de 15 a 29 años. En el grupo de mujeres se observa mayor cantidad en el grupo de edad de 15 a 29 años con un 4.6%. (Gráfica 3)

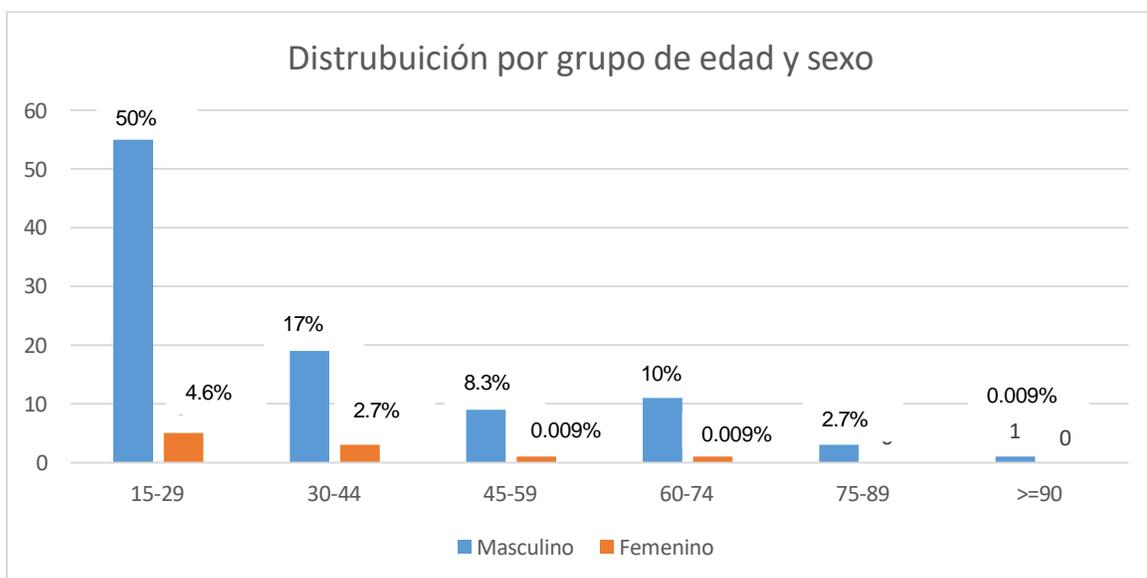


Gráfico 3. Distribución por grupo de edad y sexo de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

Se realizó la prueba de Ji-cuadrada de Pearson con la variable sexo y grupo de edad, realizándose la tabla de frecuencias y frecuencias esperadas. (Tabla 2)

Tabla 3. Tabla cruzada de frecuencias y frecuencias esperadas sexo y grupo de edad de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

		Edad						Total	
		>90	15 - 29	30 - 44	45 - 59	60 - 74	75 - 89		
Sexo	Fem	Recuento	0	5	3	1	1	0	10
	Fem	Recuento esperado	0.1	5.6	2.0	0.9	1.1	0.3	10.0
	Masc	Recuento	1	55	19	9	11	3	98
	Masc	Recuento esperado	0.9	54.4	20.0	9.1	10.9	2.7	98.0
Total	Total	Recuento	1	60	22	10	12	3	108
	Total	Recuento esperado	1.0	60.0	22.0	10.0	12.0	3.0	108.0

Se realizó una prueba de contraste de hipótesis de Ji-cuadrada de Pearson. Con una  $\alpha = 0.05$  con 5 grados de libertad según la tabla de valores de Ji-cuadrada de Pearson se tiene un valor límite de 11.07 y, según el análisis realizado, se obtuvo un valor de 0.99 con una  $p = 0.964$  con una Phi reportada de 0.964. Se encontró que no hay una relación estadísticamente significativa con un coeficiente de contingencia de 0.095. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 11.07, el resultado se encuentra dentro de la zona de aceptación de la hipótesis nula y, por tanto, se concluye que el grupo de edad no se relaciona de manera directa con el sexo del paciente y que son variables independientes.

### Causa del TCE en pacientes que ingresaron a la UTI

En cuanto a las causas de TCE severo se observó que el accidente automovilístico se presentó en un 64%, seguido de las caídas mayores a su propia altura con 18%, agresión por terceras personas en un 11% y caída de su propia altura con un 7%. (Gráfico 4)

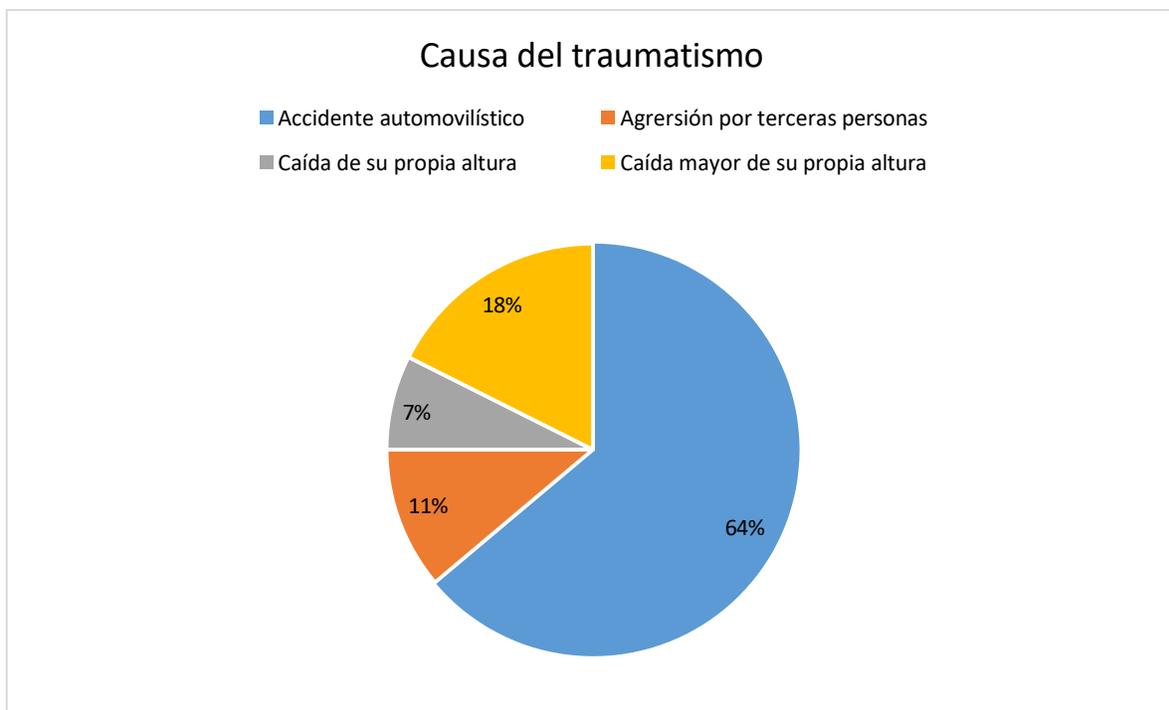


Gráfico 4. Causa del TCE de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

### Escala de coma de Glasgow al ingreso a urgencias de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI.

Como parte de la estadificación del TCE, se midió la escala de coma de Glasgow al ingreso de los pacientes a la sala de urgencias. Se observó un puntaje de escala de coma de Glasgow superiores a 8 puntos, lo cual representa un deterioro de más de 2 puntos del puntaje de la escala de Glasgow a su ingreso (Gráfico 5).

El promedio de escala de coma de Glasgow al ingreso fue de 7.6 puntos, con una moda de 8 puntos y mediana de 8 puntos.

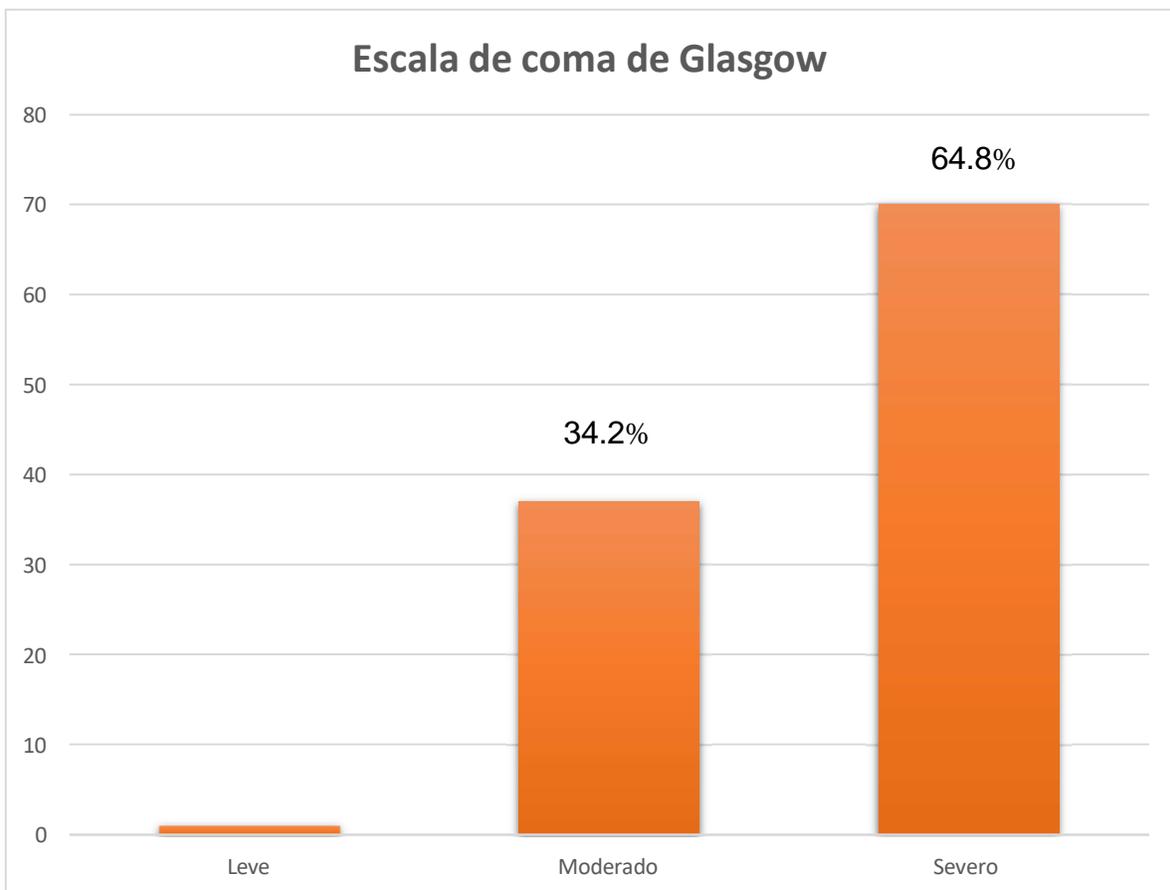


Gráfico 5. Escala de coma de Glasgow al ingreso a urgencias de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

**Días promedio de estancia en la UTI y días de ventilación mecánica en pacientes con TCE severo.**

Se calculó el promedio de días de estancia en la UTI el cual fue de 8.7 días con una desviación estándar de 4.9. Mientras que el promedio de días de ventilación mecánica invasiva fue de 7.1 con una desviación estándar de 4.5 (Tabla 4). El promedio de días de estancia en la UTI fue de 7.7 días y el promedio de días de ventilación mecánica fue de 5.9 cuando el DVNO fue menor o igual de 0.53 cm, mientras que cuando el DVNO fue mayor o igual de 0.54 cm el promedio de días de estancia en la UTI fue de 9.5 días y de necesidad de ventilación mecánica fue de 8.2 días (Tabla 5 y 6).

*Tabla 4. Promedio y desviación estándar de días de estancia hospitalaria y días de ventilación mecánica de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta*

	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Valor Máximo</b>	<b>Valor Mínimo</b>
<b>Días de Estancia en UTI</b>	8.7	4.9	26	1
<b>Días de VM</b>	7.1	4.5	25	1

*Tabla 5. Promedio y desviación estándar de días de estancia hospitalaria y días de ventilación mecánica de los pacientes con medición del DVNO menor o igual de 0.53 cm con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta*

	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Valor Máximo</b>	<b>Valor Mínimo</b>
<b>Días de Estancia en UTI</b>	7.7	4.1	18	2
<b>Días de VM</b>	5.9	3.6	16	1

Tabla 6. Promedio y desviación estándar de días de estancia hospitalaria y días de ventilación mecánica de los pacientes con medición del DVNO mayor o igual de 0.54 cm con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

	Media	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Días de Estancia en UTI	9.5	5.3	26	1
Días de VM	8.2	4.9	25	1

### Desarrollo de NAVM en pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI

En el análisis general de los pacientes se observa que 47 pacientes desarrollaron NAVM, lo cual representa el 44%; mientras que 61 pacientes no la desarrollaron, lo cual representa un 56.6%. (Gráfico 6)

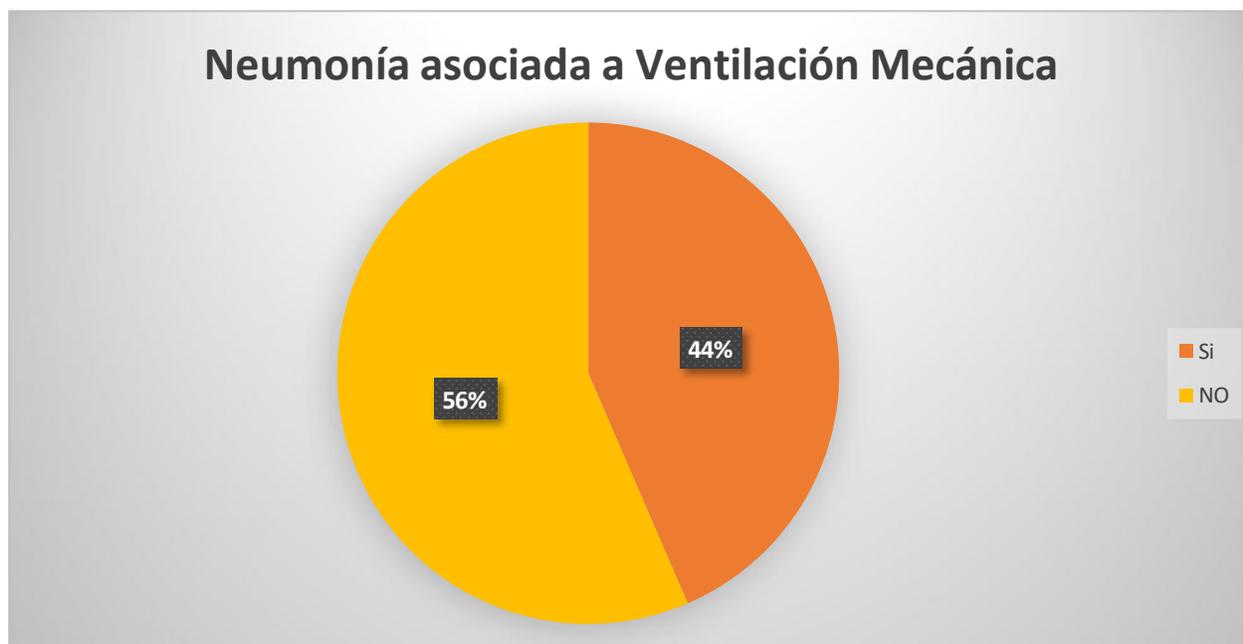


Gráfico 6. Desarrollo de NAVM de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022 Fuente: Encuesta

### Realización de gastrostomía y traqueostomía en pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI

Se reporta que se realizaron un total de 23 traqueostomías y de 22 gastrostomías por secuelas neurológicas lo cual representa un 21% y 20% respectivamente. Un

total de 85 pacientes no requirieron traqueostomía y 85 pacientes no requirieron gastrostomías. (Gráfico 7)

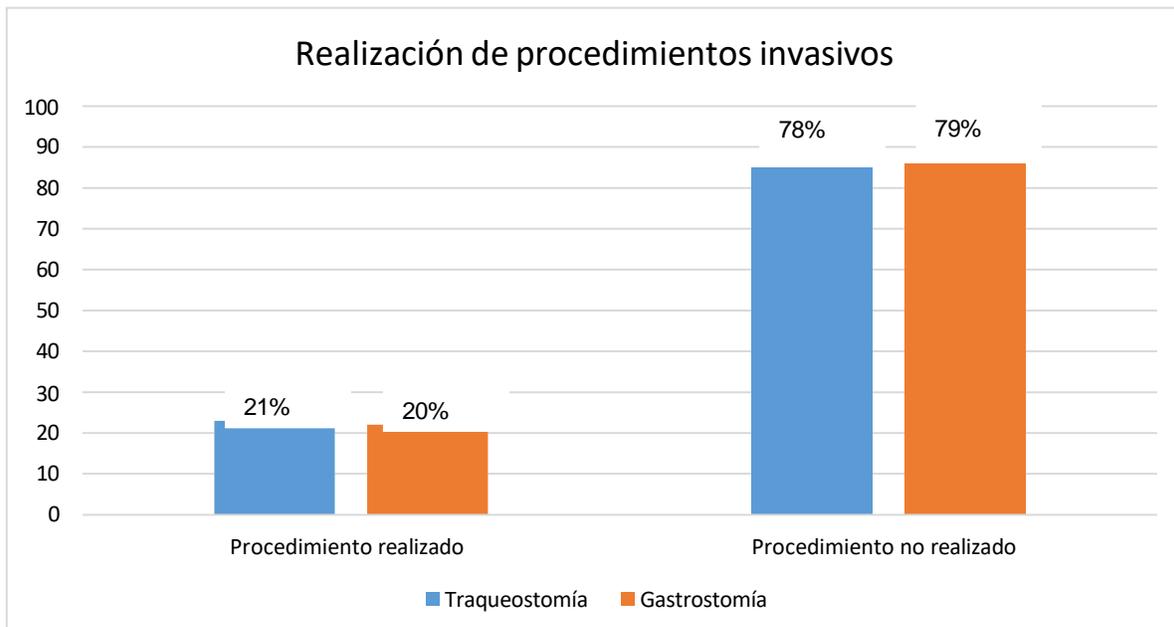


Gráfico 7. Realización de procedimientos invasivos de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022 Fuente: Encuesta

Se realiza prueba de Ji-cuadrada de Pearson con la variable DVNO mayor o igual de 0.54 cm y menor o igual de 0.53 cm y la necesidad de traqueostomía, realizándose la tabla de frecuencias y frecuencias esperadas. (Tabla 7)

Tabla 7. Tabla cruzada de frecuencias y frecuencias esperadas del DVNO en relación con la necesidad de traqueostomía de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

DVNO		Traqueostomía		Total	
		Con traqueostomía	Sin traqueostomía		
DVNO	>= 0.54	Recuento	15	43	58
		Recuento esperado	12.4	45.6	58.0
	<= 0.53	Recuento	8	42	50
		Recuento esperado	10.6	39.4	50.0
Total		Recuento	23	85	108
		Recuento esperado	23.0	85.0	108.0

Se realizó una prueba de contraste de hipótesis de Ji-cuadrada de Pearson, con una  $\alpha = 0.05$  con 2 grados de libertad según la tabla de valores de Ji-cuadrada de Pearson se tiene un valor límite de 5.9915 y, según el análisis realizado, se obtuvo un valor de 1.558 con una  $p = 0.212$  con una Phi reportada de 0.120. Se encontró que no hay una relación estadísticamente significativa con un coeficiente de contingencia de 0.119. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 5.9915, el resultado se encuentra dentro de la zona de aceptación de la hipótesis nula y, por tanto, se concluye que el aumento del DVNO igual o mayor de 0.54 cm no se encuentra relacionada con la necesidad de realización de traqueostomía. De igual modo, se realizó prueba de Ji-cuadrada de Pearson con la variable DVNO mayor o igual de 0.54 cm y menor o igual de 0.53 cm y la necesidad de realización de gastrostomía, realizándose la tabla de frecuencias y frecuencias esperadas. (Tabla 8)

*Tabla 8. Tabla cruzada de frecuencias y frecuencias esperadas del DVNO en relación con la necesidad de gastrostomía de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta*

**Tabla cruzada DVNO > o igual a 0.54 cm y realización de gastrostomía**

		Gastrostomía		Total	
		Con gastrostomía	Sin gastrostomía		
DVNO	≥0.54 cm	Recuento	15	43	58
		Recuento esperado	11.8	46.2	58.0
	≤0.53 cm	Recuento	7	43	50
		Recuento esperado	10.2	39.8	50.0
Total	Recuento	22	86	108	
	Recuento esperado	22.0	86.0	108.0	

Al realizar la prueba de contraste de hipótesis de Ji-cuadrada de Pearson con una  $\alpha = 0.05$  con 2 grados de libertad según la tabla de valores de Ji-cuadrada de Pearson se tiene un valor límite de 5.9915 y, según el análisis realizado, se obtuvo un valor de 2.329 con una  $p = 0.154$  con una Phi reportada de 0.147. Se encontró que no hay una relación estadísticamente significativa, con un coeficiente de

contingencia de 0.145. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 5.9915, el resultado se encuentra dentro de la zona de aceptación de la hipótesis nula y, por tanto, se concluye que el aumento del DVNO igual o mayor de 0.54 cm no se encuentra relacionada con la necesidad de realización de traqueostomía.

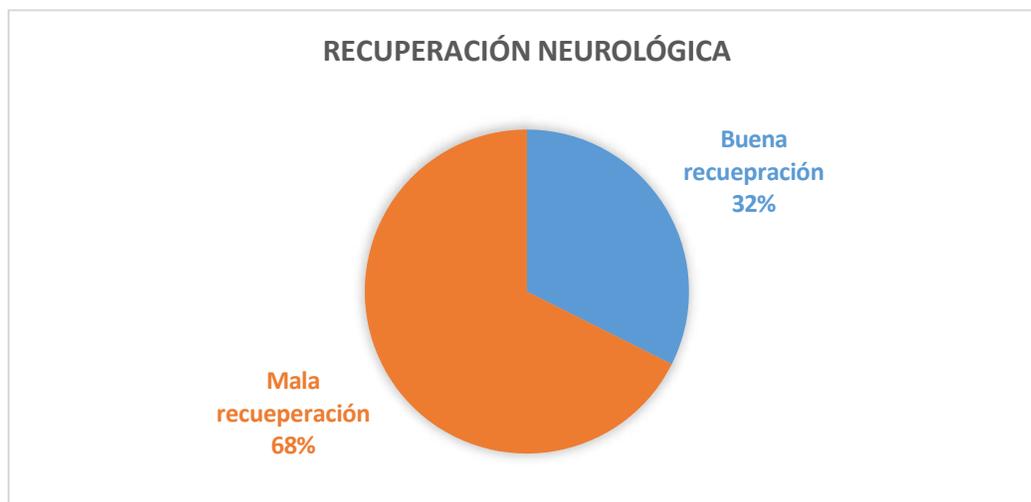
### Escala de Rankin al egreso de la UTI de los pacientes con TCE severo

Se realizó una tabla de frecuencias en base al puntaje de Rankin mencionado en los expedientes. Se observó una mayor frecuencia del Rankin 5 con un número total de 31 pacientes, seguido del Rankin 6 con 18 pacientes. (Tabla 9) Se realizó dicotomización de la variable catalogando como buena recuperación neurológica de 0-2 puntos y de 3 a 6 puntos, quedando en 35 pacientes con buena recuperación (32%) y 73 pacientes con mala recuperación neurológica (68%). (Gráfico 7)

Tabla 7. Escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

Escala de Rankin	n=108
1	12
2	17
3	9
4	15
5	31
6	18

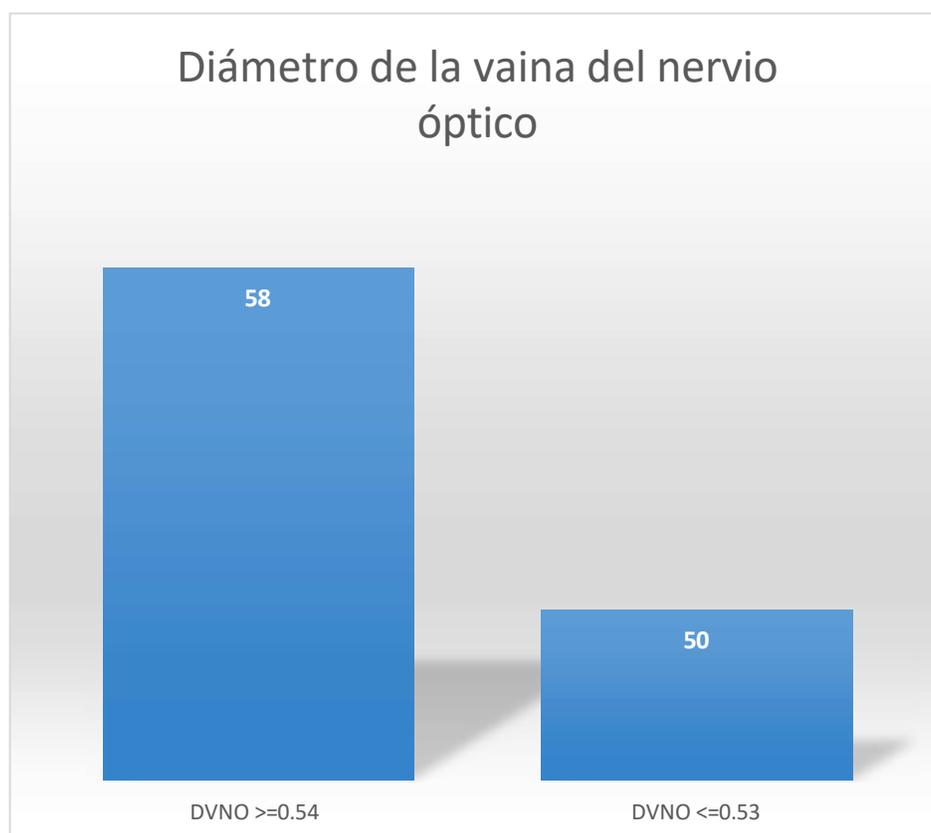
Gráfico 7. Porcentaje de recuperación neurológica al egreso de la UTI de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022



### Medición del DVNO mayor o igual de 0.54 cm de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI

Se revisaron los expedientes buscando mediciones por encima de 0.54 cm como marcador de aumento de la PIC. Se encontró que 58 pacientes presentaron mediciones del DVNO durante su ingreso en la UTI mayores o iguales de 0.54 cm. Un total de 50 pacientes presentaron mediciones menores o iguales a 0.53 cm. (Gráfico 8)

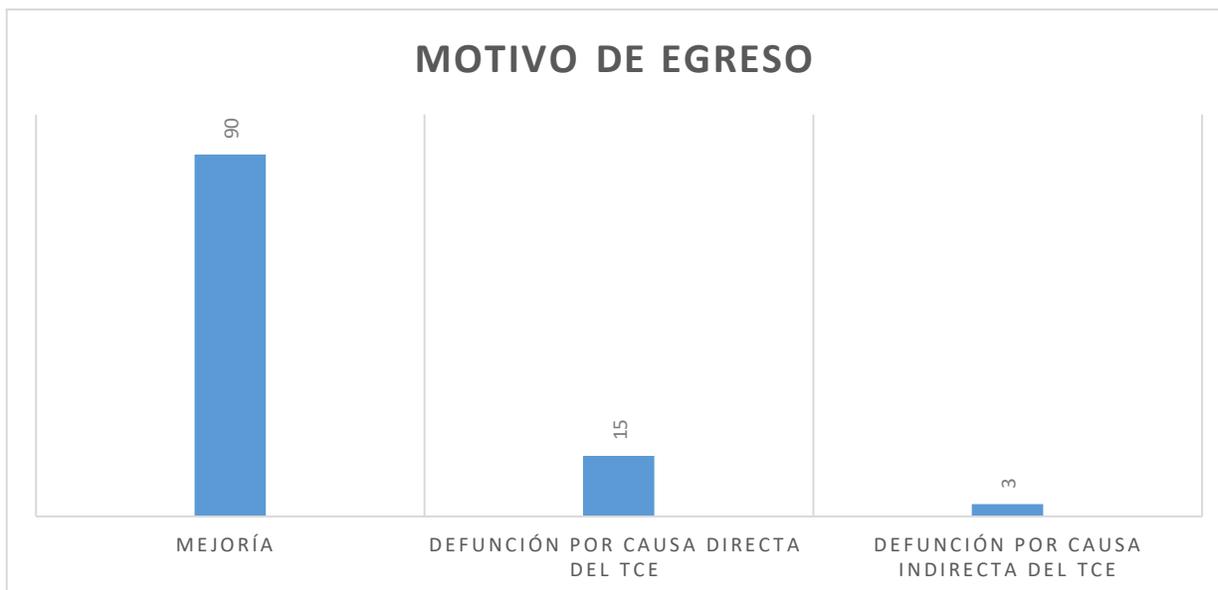
Gráfico 8. Frecuencia de mediciones del DVNO de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022 Fuente: Encuesta



### Motivo de egreso de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI

La mayor parte de los pacientes fueron egresados de la UTI por mejoría, con un total de 90 pacientes, defunción por causa directa del TCE severo 15 pacientes y 3 defunciones por causa indirecta del TCE. (Gráfico 9)

Gráfico 9. Motivo de egreso de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022 Fuente: Encuesta



### Prueba de contraste de hipótesis con Ji-cuadrada de Pearson

Se realiza la dicotomización de la variable Escala de Rankin en dos variables: 1) Buena recuperación neurológica (0 – 2 puntos) y 2) mala recuperación neurológica (3 – 6 puntos).<sup>58</sup> Se procede a realizar la tabla de frecuencias reales y esperadas según la dicotomización de la variable Escala de Rankin y DVNO mayor o igual de 0.54 cm y menor o igual de 0.53 cm. (Tabla 8)

Tabla 8. Tabla cruzada de frecuencias y frecuencias esperadas del DVNO en relación con el pronóstico neurológico al egreso de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022.

**Tabla cruzada de frecuencias y frecuencias esperadas DVNO y Pronóstico neurológico**

		Pronóstico		Total
		Bueno	Malo	
DVNO <0.53	Recuento	24	26	50
	Recuento esperado	16.2	33.8	50.0
	% dentro de DVNO_	48.0%	52.0%	100.0%
DVNO >0.54	Recuento	11	47	58
	Recuento esperado	18.8	39.2	58.0
	% dentro de DVNO_	19.0%	81.0%	100.0%
Total	Recuento	35	73	108
	Recuento esperado	35.0	73.0	108.0
	% dentro de DVNO_	32.4%	67.6%	100.0%

Con la tabla antes realizada se realiza una prueba de contraste de hipótesis de Ji-cuadrada de Pearson. Con una  $\alpha = 0.05$  con 2 grados de libertad según la tabla de valores de Ji-cuadrada de Pearson se tiene un valor límite de 5.9915 y, según el análisis realizado, se obtuvo un valor de 10.34 con una  $p=0.002$  con una Phi reportada de 0.309. Se encontró una relación estadísticamente significativa alta y directamente proporcional con un coeficiente de contingencia de 0.296. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 5.9915, el resultado se encuentra fuera de la zona de aceptación de la hipótesis nula y, por tanto, se concluye que el aumento del DVNO igual o mayor de 0.54 cm influye significativamente en el pronóstico neurológico al egreso de la UTI de los pacientes que ingresan con TCE severo.

### Odds Ratio para NAVM, procedimientos invasivos, pronóstico neurológico al egreso

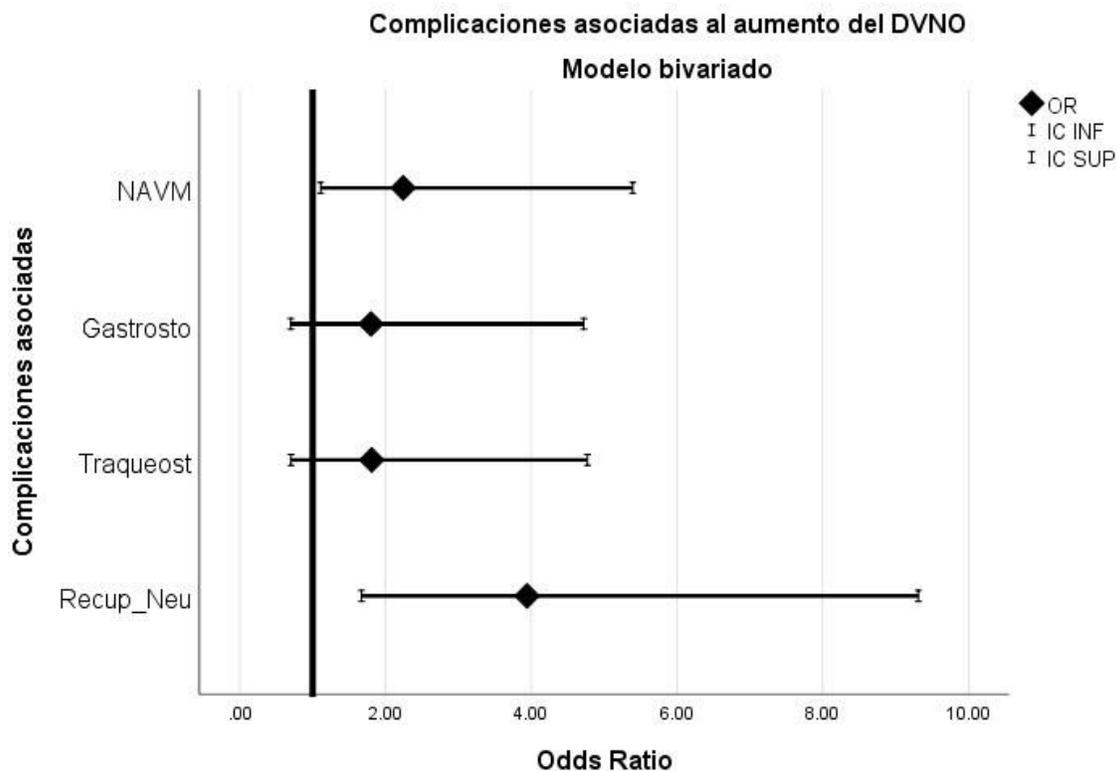


Gráfico 10. Diagrama de Forrest Plot de las complicaciones asociadas y procedimientos secundarios al aumento del DVNO de los pacientes con TCE severo que ingresaron a la UTI del Hospital General Pachuca de enero de 2021 a diciembre de 2022. Fuente: Encuesta

Se encuentra que hay una relación estadísticamente significativa entre el aumento del DVNO mayor o igual de 0.54 cm con la presencia de NAVM y con el pronóstico neurológico al egreso de la UTI de los pacientes con TCE severo. Sin embargo, no se encuentra una asociación estadísticamente significativa entre el aumento del DVNO mayor o igual de 0.54 cm y la necesidad de traqueostomía ni gastrostomía. Se realiza diagrama de Forrest Plot con dichos datos. (Gráfica 10)

## X. Discusión.

En los resultados obtenidos se observa que hay una mayor cantidad de pacientes lesionados del sexo masculino que del sexo femenino. La relación supera el 6:1 que la reportada por Ricardez<sup>42</sup>. El grupo de edad entre los 15 y 29 años de edad fue el más afectado y el promedio de edad no presenta cambios significativos a comparación de estudios realizados en México (2). En el estudio realizado se encuentra que la principal causa de lesión en pacientes con TCE es el trauma secundario a accidentes automovilísticos hasta en un 64%, lo cual difiere de lo reportado por Michael A en el 2017, donde se reporta una mayor incidencia de caídas (35%) y en segundo lugar los accidentes automovilísticos (17%)<sup>43</sup>. La escala de coma de Glasgow de ingreso difiere en el puntaje de ingreso a comparación de lo reportado por Ricardez, siendo más bajo en nuestro estudio<sup>42</sup>.

La incidencia de NAVM se encuentra dentro del promedio de lo reportado en las series de estudios, reportándose en 54% en nuestro estudio<sup>44,45,46</sup>. Los días de estancia en uso de ventilación mecánica y de UTI se incrementan una vez que se ha desarrollado NAVM<sup>47</sup>, aunque menor que los reportados en la serie realizada por Rincon con una diferencia de 3.2 días para días de ventilación mecánica y 9.5 días para días de estancia en UTI<sup>48</sup>. En el estudio realizado se reporta una menor prevalencia en la realización de traqueostomía que en lo reportado en la literatura<sup>49</sup>. Los hallazgos muestran que el pronóstico funcional de los pacientes y la realización de traqueostomía no se encuentran relacionados, concordando con lo reportado por Franco en el 2020<sup>50</sup>. En el seguimiento realizado por Rabail se encuentra una incidencia de 3343 pacientes, lo cual representa un 3.4% del total de la población, siendo en el estudio realizado una incidencia mucho mayor llegando al 20% del total de pacientes<sup>51</sup>. Los resultados obtenidos en el estudio muestran que el pronóstico neurológico suele ser peor cuando hay detección de aumento de la PIC detectable por ultrasonido., al igual que el estudio realizado por Gao (4). Aunque el estudio realizado por Roith-Patel y por Bender fue realizado en pacientes con lesiones cerebrales como evento vascular cerebral isquémico y hemorragia intracerebral, en el estudio realizado se evidenció que el pronóstico neurológico mejora cuando no

hay datos de elevación de la PIC manifestados por elevación del DVNO encima de 0.54 cm<sup>41,52</sup>. De igual modo, los resultados fueron similares a los encontrados por Moreno, disminuyendo el riesgo de NAVM, los días de ventilación mecánica y los días de estancia en la UTI<sup>16</sup>.

## **XI. Conclusiones**

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que el TCE severo es una causa de discapacidad neurológica importante al egreso de los pacientes de la UTI.

El monitoreo de la PIC a través de la medición del DVNO permite prevenir las complicaciones asociadas al TCE *per se* y mejorar el pronóstico neurológico al brindar un manejo rápido del aumento de la PIC.

La prevalencia de NAVM se relaciona con el aumento del DVNO de manera directa y se puede deber a la prolongación de la ventilación mecánica como medida de neuroprotección.

La elevación del DVNO no se relaciona con la necesidad de la realización de traqueostomía y de gastrostomía. De igual manera, se puede deber de manera importante a la localización de las lesiones cerebrales por tomografía y/u otras lesiones traumáticas faciales asociadas.

Los días de ventilación mecánica aumentan cuando se incrementa el DVNO por encima de 0.54 cm, las cuales pueden estar asociadas, al manejo requerido para control de la PIC. De manera directa, al incrementarse los días de ventilación mecánica, también se incrementan los días de estancia en la UTI.

La relación que se hace con la escala de Rankin y el DVNO muestran una asociación entre ambas variables de manera fuerte. Se corrobora el hecho de que la elevación del DVNO por encima de 0.54 cm ensombrece el pronóstico neurológico y aumenta el riesgo de presentar secuelas neurológicas severas al egreso de la UTI.

Aunque no se cuenta con estudios que realicen la comparación de las variables antes mencionadas, sí se cuenta con estudios similares en población con lesión cerebral severa secundaria a evento vascular cerebral isquémico y hemorrágico, y considerando que estas lesiones se comportan de manera similar a un TCE severo, son un buen punto de comparación para el estudio realizado, siendo el resultado similar en ambos estudios.

## **XII. Recomendaciones**

- Durante la realización del estudio se pudo observar que dentro de la dicotomización de la escala de Rankin se toma en cuenta también el puntaje 6 de la misma, que representa a pacientes que fallecieron, por lo que se recomienda excluir de las secuelas neurológicas a pacientes que fallecieron.
- Se recomienda la realización de estudios clínicos prospectivos y cuya fuente no sea la información de los expedientes clínicos con lo que se evitarían sesgos en la información.
- Sería recomendable realizar en estudio de casos y controles con pacientes a quienes se realiza un monitoreo dinámico con DVNO y pacientes a quien se realiza monitoreo de la PIC mediante la clínica.
- Sería recomendable la realización de estudios de cohorte para seguimiento a largo plazo y valorar la recuperación neurológica a largo plazo y no solo al egreso de la UTI.
- Se requiere un estudio con una población más grande para que tenga mayor representación de este tipo de pacientes.
- Requiere realizar estudios para determinar causas válidas de realización de traqueostomía y gastrostomía, así como determinar los tiempos de realización de los procedimientos en pacientes con TCE severo.

### XIII. Anexos

#### Anexo 1. Cédula de recolección de datos



**Servicios de Salud de Hidalgo**  
**Hospital General Pachuca**  
**Subdirección de enseñanza e investigación**  
**Jefatura de investigación**



**Asociación de la medición de la vaina de nervio óptico en el pronóstico de pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que ingresan al área de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca”**

#### Ficha de identificación

<b>Iniciales del Paciente</b>		<b>No. Expediente</b>	
<b>Edad</b>		<b>Sexo:</b> Masculino	Femenino

#### Recolección de datos del expediente

##### Neurológicos al ingreso

<b>Causa del TCE</b>	1. Accidente en vehículo motor 2. Agresión por terceras personas 3. Caídas menores a su plano de sustentación 4. Caídas mayores a su plano de sustentación																																					
<b>Escala de Glasgow al ingreso</b>	<table border="0"> <tr> <td>Ocular</td> <td>Motor</td> <td><b>O ( )</b></td> </tr> <tr> <td>1. Sin respuesta</td> <td>1. Sin respuesta</td> <td><b>V ( )</b></td> </tr> <tr> <td>2. Al dolor</td> <td>2. Extensión</td> <td><b>M ( )</b></td> </tr> <tr> <td>3. Cuando se le estimula</td> <td>3. Flexión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Espontáneo</td> <td>4. Retira al dolor</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Localiza el dolor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verbal</td> <td>6. Obedece órdenes</td> <td><b>SUMA</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1. Sin respuesta</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2. Balbuceos</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3. Lenguaje inapropiado</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Lenguaje confuso</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>5. Orientado</td> <td></td> </tr> </table>	Ocular	Motor	<b>O ( )</b>	1. Sin respuesta	1. Sin respuesta	<b>V ( )</b>	2. Al dolor	2. Extensión	<b>M ( )</b>	3. Cuando se le estimula	3. Flexión		4. Espontáneo	4. Retira al dolor			5. Localiza el dolor		Verbal	6. Obedece órdenes	<b>SUMA</b>		1. Sin respuesta			2. Balbuceos			3. Lenguaje inapropiado			4. Lenguaje confuso			5. Orientado		
Ocular	Motor	<b>O ( )</b>																																				
1. Sin respuesta	1. Sin respuesta	<b>V ( )</b>																																				
2. Al dolor	2. Extensión	<b>M ( )</b>																																				
3. Cuando se le estimula	3. Flexión																																					
4. Espontáneo	4. Retira al dolor																																					
	5. Localiza el dolor																																					
Verbal	6. Obedece órdenes	<b>SUMA</b>																																				
	1. Sin respuesta																																					
	2. Balbuceos																																					
	3. Lenguaje inapropiado																																					
	4. Lenguaje confuso																																					
	5. Orientado																																					

### Manejo en la Terapia Intensiva

Días de estancia en la UTI	Días de ventilación mecánica	Neumonía asociada a la ventilación	Traqueostomía	Gastrostomía

#### Medición del DVNO

Ingreso	12 horas	24 horas	36 horas	48 horas	60 horas	72 horas

#### Al egreso de la Terapia intensiva

<b>Motivo de egreso:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. Mejoría</li> <li>5. Defunción por causa directa del TCE</li> <li>6. Defunción por otra causa que no sea TCE</li> </ul>	
<b>Secuelas neurológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escala de Rankin</li> <li>• 0. Aisintomático</li> <li>• 1. Muy leve</li> <li>• 2. Leve</li> <li>• 3. Moderada</li> <li>• 4. Moderadamente grave</li> <li>• 5. Grave</li> <li>• 6. Muerte</li> </ul>	

### Instrucciones de llenado

1. Realice el llenado del formato con letra clara y legible
2. Marque con una "X" las variables de sexo según sea el caso
3. Copie del expediente la escala de coma de Glasgow que se menciona en la nota de ingreso a Urgencias
4. En el campo de "**Días de estancia en UTI**" tome el primer día como el día "1" y no como día "0"
5. En el campo de "**Días de ventilación mecánica**" tome en cuenta si el paciente fue reintubado y cuente esos días. Seguir la indicación del numeral 4.
6. Marque con una "X" si el paciente a su egreso requirió traqueostomía y gastrostomía
7. En el campo "**Medición del DVNO**" registre las medidas obtenidas del expediente clínico según las horas de evolución.
8. Con la información del expediente clínico y con los datos de la exploración física calcule el Rankin del paciente al egreso.
9. Si tiene dudas, consulte al investigador principal. Dr. Jafet Abrahán Palmero Sánchez
  - No. de celular: 5585306901

## Anexo 2.

### Consentimiento informado



Secretaría de salud del estado de Hidalgo  
Hospital General de Pachuca  
Subdirección de enseñanza e investigación  
Jefatura de investigación



### **Relación del diagnóstico temprano del aumento de la presión intracraneal mediante la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que ingresan al área de terapia intensiva del Hospital General Pachuca**

Pachuca, Hidalgo a \_\_\_\_\_

Yo \_\_\_\_\_ Por medio del presente, acepto participar en el estudio de investigación titulado: Relación del diagnóstico temprano del aumento de la presión intracraneal mediante la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que ingresan al área de terapia intensiva del Hospital General Pachuca.

El objetivo de este estudio es determinar si existe una relación entre el diagnóstico temprano del aumento de la PIC mediante la medición de la vaina del nervio óptico y la escala de Rankin al egreso de los pacientes con TCE severo.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en permitir la revisión del expediente clínico para extraer la información necesaria de las variables a estudiar.

Declaro que se me ha informado ampliamente que no hay riesgo para el paciente, pues la información es recabada del expediente clínico y de las notas médicas que se realizaron durante la atención del paciente.

El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre la investigación, así como responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de la manera de recolección de la información, así como cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que considere conveniente, sin que esta afecte la atención médica a la que tengo derecho de manera posterior.

El Investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que se deriven de este estudio y que los datos obtenidos serán manejados en forma confidencial, también se ha comprometido a proporcionarme información actualizada que obtenga durante el estudio, aunque pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a la permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del investigador  
Dr. Jafet Abraham Palmero Sánchez  
Tel: 5585306901

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Dr. Sergio Muñoz Juárez  
Presidente del comité de ética e investigación  
Tel: 771 7134649

## **XIV. Bibliografía**

1. Giner J, Galán LM, Teruel SY, Espallargas MG, López CP, Guerrero AI, et al. El traumatismo craneoencefálico severo en el nuevo milenio. Nueva población y nuevo manejo. *Neurología*. 2022; 37(5): p. 383-389.
2. Mayén CJC, Guerrero TN, Caro LJ, Zúñiga CIR. Aspectos clínicos y epidemiológicos del trauma cráneo encefálico en México. *Epidemiología. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica*. 2008; 25(26): p. 1-4.
3. Islas ARE, Coria LGVL, Montelongo FDJ, Reyes PMM, Carmona DA, Suárez SA. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía simple de cráneo en pacientes con trauma craneoencefálico. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*. 2020; 34(4): p. 221-230.
4. Gao Y, Li Q, Wu C, Liu S, Zhang M. Diagnostic and prognostic value of the optic nerve sheath diameter with respect to the intracranial pressure and neurological outcome of patients following hemicraniectomy. *BMC neurology*. 2018; 18(1): p. 199.
5. Altayar AS, Abouelela AZ, Abdelshafey EE, Mohammed KS, Hassan AA, Khattab MA, et al. Optic nerve sheath diameter by ultrasound is a good screening tool for high intracranial pressure in traumatic brain injury. *Irish Journal of Medical Science*. 2021; 1971(190): p. 387-393.
6. Montorfano LYQ, Bordes SJ, Sivanushanthan S, Rosenthal RJ, Montorfano M. Mean value of B-mode optic nerve sheath diameter as an indicator of increased intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *The ultrasound journal*. 2021; 13(1): p. 1-12.

7. Qiao Z, Wang L, Li S, Li Y, Gao N, Jia L, et al. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter in elderly patients with craniocerebral injury. *American Journal of Translational Research*. 2021; 13(4): p. 3466–3472.
8. Robba C, Santori G, Czosnyka M, Corradi F, Bragazzi N, Padayachy L, et al. Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Medicine*. 2018; 44: p. 1284-1294.
9. Munawar K, Khan MT, Hussain SW, Qadeer A, Shad ZS, Bano S, et al. Optic nerve sheath diameter correlation with elevated intracranial pressure determined via ultrasound. *Cureus*. 2019; 11(2): p. e4145.
10. Mahmoud SMM, Attia SM, Adalany E, Ali M, Ahmed MES. Accuracy of optic nerve sheath diameter measurement as a predictor of intracranial pressure in traumatic brain injury. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. 2021; 85(1): p. 3092-3097.
11. Zhou J, Li J, Ye T, Zeng Y. Ultrasound measurements versus invasive intracranial pressure measurement method in patients with brain injury: a retrospective study. *BMC Medical Imaging*. 2019; 19(1): p. 1-7.
12. Kim DY, Kim SY, Hong DY, Sung BY, Lee S, Paik JH, et al. Comparison of ultrasonography and computed tomography for measuring optic nerve sheath diameter for the detection of elevated intracranial pressure. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2021; 204: p. 106609.
13. Chen LM, Wang LJ, Hu Y, Jiang XH, Wang YZ, Xing YQ. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure. *British Journal of Ophthalmology*. 2019; 103(4): p. 437-441.

14. Zamora CR, Vásquez TG. 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. 2021; 14(2): p. 139-144.
15. Varela ME. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico mediante ultrasonografía como indicador de hipertensión intracraneal y su correlación con tornillo intraparenquimatoso en pacientes del Centenario Hospital Miguel Hidalgo ( TESIS) Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2019.
16. Moreno GS. Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición de diámetro de la vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes con traumatismo craneoencefálico que ingresen a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca (TESIS) Pachuca: Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo; 2019.
17. Charry JD, Cáceres JF, Salazar AC, López LP, Solano JP. Trauma craneoencefálico. Revisión de la literatura. Revista Chilena de Neurocirugía. 2017; 43(2): p. 177-182.
18. Secretaria de Salud. Manejo inicial del traumatismo craneoencefálico en el adulto en el primer nivel de atención CIE 10: S06 Traumatismo intracraneal (trauma craneoencefálico): Catalogo maestro de guias de practica clínica SSA-016-08; 2019.
19. Bárcena OA, Cañizal GJM, Mestre MC, Calvo PJC, Molina FAF, Casado GJ, et al. Revisión del traumatismo craneoencefálico. Neurocirugía. ; 17(6): p. 495-518.
20. Smith C. Neurotrauma. Handbook of Clinical Neurology. 2018; 145: p. 115-132.

21. Bárcena OA, Cañizal GJM, Mestre MC, Calvo PJC, Molina FAF, Casado GJ, et al. Revisión del traumatismo craneoencefálico.. Neurocirugía. 2006; 17(6): p. 495-518.
22. Martínez LM, Aguilera JCG, Muñoz JCF. Valor pronóstico de las alteraciones clínicas, humorales y tomográficas en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave. Multimed. 2017; 16(3): p. 492-504.
23. Whitaker LWA, Valadka AB. Acute management of moderate-severe traumatic brain injury. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics. 2017; 28(2): p. 227-243.
24. Harnan SE, Pickering A, Pandor A, Goodacre SW. Clinical decision rules for adults with minor head injury: a systematic review. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2011; 71(1): p. 245-251.
25. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. Neurosurgery. 2017; 80(1): p. 6-15.
26. Balestreri M, Czosnyka M, Hutchinson P, Steiner LA, Hiler M, Smielewski P, et al. Impact of intracranial pressure and cerebral perfusion pressure on severe disability and mortality after head injury. Neurocritical care. 2006; 4: p. 8-13.
27. Hiler M, Czosnyka M, Hutchinson P, Balestreri M, Smielewski P, Matta B, et al. Predictive value of initial computerized tomography scan, intracranial pressure, and state of autoregulation in patients with traumatic brain injury. Journal of neurosurgery. ; 104(5): p. 731-737.
28. Schreiber MA, Aoki N, Scott BG, Beck JR. Determinants of mortality in patients with severe blunt head injury. Archives of Surgery. 2002; 137(3): p. 285-290.

29. Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell Hammond FF, Harris OA, Hartl R, et al. VI. Indications for intracranial pressure monitoring. *Journal of Neurotrauma*. 2007; 24(1): p. S-37.
30. Attaallah AF, Kofke WA. Neurological monitoring. *Trauma*. 2007;; p. 185-204.
31. Robba C, Bacigaluppi S, Cardim D, Donnelly J, Bertuccio A, Czosnyka M. Non-invasive assessment of intracranial pressure. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2016; 134(1): p. 4-21.
32. Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: Ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *Journal of neurosurgery*. 1997; 87(1): p. 34-40.
33. Esper RC, Rivera ÓIF, Pérez CAP, Córdova LDC, Córdova JRC, Córdova CAC, et al. Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC): a propósito de un caso. *Gaceta Médica de México*. ; 150(2): p. 165-170.
34. Killer HE, Laeng HR, Flammer J, Groscurth P. Architecture of arachnoid trabeculae, pillars, and septa in the subarachnoid space of the human optic nerve: anatomy and clinical considerations. *British Journal of Ophthalmology*. 2003; 87(6): p. 777-781.
35. Raffiz M, Abdullah JM. 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*. 2017; 35(1): p. 150-153.
36. Majdan M, Steyerberg EW, Nieboer D, Mauritz W, Rusnak M, Lingsma HF. Glasgow coma scale motor score and pupillary reaction to predict six-month mortality in patients with traumatic brain injury: comparison of field and admission assessment. *Journal of neurotrauma*. 2015; 32(2): p. 101-108.

37. Rankin J. Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60: II. Prognosis. *Scottish Medical Journal*. 1957; 2(5): p. 200-215.
38. Farrell B, Godwin J, Richards S, Warlow C. The United Kingdom transient ischaemic attack (UK-TIA) aspirin trial: final results. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1991; 54(12): p. 1044-1054.
39. Butt AA, Atem FD, Stutzman SE, Aiyagari V, Venkatachalam AM, Olson DM, et al. Contribution of pupillary light reflex assessment to Glasgow Coma Scale for prognostication in patients with traumatic brain injury. *Journal of Neurocritical Care*. 2021; 14(1): p. 29-35.
40. Moreno GS. Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición de diámetro de la vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes con traumatismo craneoencefálico que ingresen a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca (TESIS) Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2019.
41. Patel R, Chowdhury MA, Gul S, Fahy BG, Gonzalez A, Fitzpatrick D, et al. Ultrasound of Optic Nerve Sheath Diameter and Stroke Outcomes. *Critical Care Explorations*. 2021; 3(11): p. e0565.
42. Ricardez CLG, González FMA, Dehesa LE, Peraza GF. Rotterdam vs. Marshall; Comparing Outcome Predictors in Traumatic Brain Injury with Computerized Tomography. *Revista Médica de la Universidad Autónoma de Sinaloa REVMEUAS*. 2022; 11(2): p. 87-94.
43. Vella MA, Crandall ML, Patel MB. Acute management of traumatic brain injury. *Surgical Clinics*. 2017; 97(5): p. 1015-1030.
44. Esnault P, NC, BJ, DE, MA, CC. & ME. Early-onset ventilator-associated pneumonia in patients with severe traumatic brain injury: incidence, risk factors,

- and consequences in cerebral oxygenation and outcome. *Neurocritical Care*. 2017; 27: p. 187-198.
45. Jovanovic B, Milan Z, Markovic-Denic L, Djuric O, Radinovic K, Doklestic K, et al. Risk factors for ventilator-associated pneumonia in patients with severe traumatic brain injury in a Serbian trauma centre. *International Journal of Infectious Diseases*. 2015; 38: p. 46-51.
  46. Plurad DS, Kim D, Bricker S, Lemesurier L, Neville A, Bongard F, et al. Ventilator-associated pneumonia in severe traumatic brain injury: the clinical significance of admission chest computed tomography findings. *Journal of Rurgical Research*. 2013; 183(1): p. 371-376.
  47. Li Y, Liu C, Xiao W, Song T, Wang S. Incidence, risk factors, and outcomes of ventilator-associated pneumonia in traumatic brain injury: a meta-analysis. *Neurocritical Care*. 2020; 32: p. 272-285.
  48. Rincón FMD, Flores CJM, Leal NSR, Murillo CF, Cayuelas A, Muñoz SMA, et al. Impact of ventilator-associated pneumonia in patients with severe head injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2004; 57(6): p. 1234-1240.
  49. Robba C, Galimberti S, Graziano F, Wieggers EJ, Lingsma HF, Iaquaniello C, et al. Tracheostomy practice and timing in traumatic brain-injured patients: A CENTER-TBI study. *Intensive Care Medicine*. 2020; 46: p. 983-994.
  50. Franco JJA, Ceja EA, Álvarez VL, Vaca RMA. Associated factors for Tracheostomy in adults with severe traumatic brain injury. Score proposal. *Cirugía y Cirujanos*. 2020; 88(2): p. 200-205.
  51. Song RR, Tao YF, Zhu CH, Ju ZB, Guo YC, Ji Y. Effects of nasogastric and percutaneous endoscopic gastrostomy tube feeding on the susceptibility of pulmonary infection in long-term coma patients with stroke or traumatic brain injury. *Zhonghua yi xue za zhi*. 2018; 98(48): p. 3936-3940.

52. Bender M, Lakicevic S, Pravdic N, Schreiber S, Malojcic B. Optic nerve sheath diameter sonography during the acute stage of intracerebral hemorrhage: a potential role in monitoring neurocritical patients. *The Ultrasound Journal*. 2020; 12: p. 1-8.