

González Sotelo
Samir

PERFIL CLÍNICO DE LOS PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO
SEVERO QUE DESARROLLAN SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO

2025



**Universidad Autónoma de
Querétaro
Facultad de Medicina**

**PERFIL CLÍNICO DE LOS PACIENTES
CON TRAUMATISMO
CRANEOENCEFÁLICO SEVERO QUE
DESARROLLAN SÍNDROME DE DISTRÉS
RESPIRATORIO AGUDO**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Especialista en Medicina Crítica

Presenta

González Sotelo Samir

Santiago de Querétaro, Querétaro, octubre de 2025.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Medicina Crítica

PERFIL CLÍNICO DE LOS PACIENTES CON TRAUMATISMO
CRANEOENCEFÁLICO SEVERO QUE DESARROLLAN SÍNDROME DE
DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Especialidad en Medicina Crítica

Presenta:

González Sotelo Samir

Dirigido por:

Med. Esp. Pérez-Nieto Orlando Rubén

SINODALES

Dr. Orlando Rubén Pérez Nieto
Presidente

Firma

Dr. Ernesto Deloya Tomas
Secretario

Firma

Dr. Jorge L. Patiño Flores
Vocal

Firma

Dr. Franklin Ríos Jaimes
Suplente

Firma

Dra. Lilia Susana Gallardo Vidal
Suplente

Firma

Dr. Rodrigo Miguel González Sánchez
Director de la Facultad

Dr. Nicolas Camacho Calderón
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre, 2025.

Resumen

Antecedentes: La presencia simultánea de traumatismo craneoencefálico (TCE) severo y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) complica de manera significativa el pronóstico de los pacientes. La hipoxemia severa causada por el SDRA puede agravar el daño cerebral, incrementando el riesgo de isquemia cerebral y aumentando la presión intracraneal.

Objetivo general: Determinar el perfil clínico de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que desarrollan síndrome de distrés respiratorio agudo.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional transversal descriptivo y retrospectivo en expedientes de pacientes con TCE y SDRA; durante el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 al 31 de diciembre de 2024 en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) Adultos del Hospital General de San Juan del Río. Se usó estadística descriptiva: para variables cualitativas, frecuencias y porcentajes y, para variables cuantitativas, medias de tendencia central como media y mediana, así como medidas de dispersión como desviación estándar y rango Inter cuartil.

Resultados: Se observó una prevalencia de SDRA entre pacientes con TCE severo del 19.64%. Predominó el sexo masculino con un 90.9% y la edad media fue de 34 ± 20 años; el tipo de lesión intracraneal más frecuente fue la hemorragia subaracnoidea con un 40.9%; el 13.6% tenían DM2 e hipertensión arterial sistémica; los días promedio de estancia en UCI fueron de 12 ± 8 días; el 100% recibió ventilación mecánica por volumen tidales protectores; el 77.3% tuvo una presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 8 cmH₂O; el índice PAFI tuvo una mediana de 129 con rango Inter cuartil de 47; el 59.1% fue colocado en posición prona; el balance tuvo una media de 1314 ± 2209 ml. Solo 2 casos (9.1%) recibieron transfusión. Hubo una mortalidad del 13,6%.

Conclusiones: Los hallazgos sugieren que, de 2022 a 2024, hubo una elevada prevalencia de SDRA en pacientes con TCE severo. Se sugiere realizar más investigación prevención e intervención del SDRA asociado al TCE.

Palabras clave: *traumatismo craneoencefálico severo, síndrome de distrés respiratorio agudo.*

Summary

Background: The simultaneous presence of severe traumatic brain injury (TBI) and acute respiratory distress syndrome (ARDS) significantly complicates patient prognosis. Severe hypoxemia caused by ARDS can aggravate brain damage, increasing the risk of cerebral ischemia and increasing intracranial pressure.

General objective: To determine the clinical profile of patients with severe traumatic brain injury who develop acute respiratory distress syndrome.

Material and methods: A descriptive, retrospective, cross-sectional observational study was conducted on the records of patients with TBI and ARDS from January 1, 2022, to December 31, 2024, in the Adult Intensive Care Unit (ICU) of the San Juan del Río General Hospital. Descriptive statistics were used: for qualitative variables, frequencies and percentages, and for quantitative variables, central tendency measures such as mean and median, as well as measures of dispersion such as standard deviation and interquartile range.

Results: A prevalence of ARDS was observed among patients with severe TBI of 19.64%. Male sex prevailed with 90.9% and the mean age was 34 ± 20 years; the most frequent type of intracranial injury was subarachnoid hemorrhage with 40.9%; 13.6% had DM2 and systemic arterial hypertension; the average days of stay in the ICU were 12 ± 8 days; 100% received volume mechanical ventilation; 77.3% had a positive end-expiratory pressure (PEEP) of 8 cmH₂O. The PAFI index had a median of 129 with an interquartile range of 47; 59.1% were placed in the prone position. The mean blood volume was 1314 ± 2209 ml. Only 2 cases (9.1%) received a transfusion. The mortality rate was 13.6%.

Conclusions: The findings suggest that, from 2022 to 2024, there was a high prevalence of ARDS in patients with severe TBI. Further research into the prevention and intervention of ARDS associated with TBI is suggested.

Keywords: severe head injury, acute respiratory distress syndrome.

Dedicatorias

Dedico este trabajo a mis pacientes, quienes con su fortaleza y resiliencia me enseñaron el verdadero significado del cuidado y la esperanza.

A mis maestros, por su guía, exigencia y ejemplo, que han inspirado mi formación profesional y humana.

Y a mi familia, por su amor incondicional, su apoyo en los momentos difíciles y por ser la base que sostiene cada uno de mis logros.

Agradecimientos

A mi madre, por sus enseñanzas y su fortaleza, que siempre han sido el ejemplo que guía mi vida.

A mi esposa, compañera de vida y de sueños, por su paciencia, comprensión y por acompañarme en los momentos de cansancio y ausencia. Su apoyo constante y su amor fueron mi mayor aliento durante esta etapa tan demandante.

A mi hijo, que con su sonrisa y su inocencia llenó de sentido cada sacrificio. Aunque esta formación me llevó a ausentarme en parte de su crecimiento, cada esfuerzo tuvo siempre el propósito de construir un futuro mejor para él. Que este logro sea también suyo.

A mis maestros, por su dedicación, tolerancia y paciencia. Gracias por compartir su conocimiento con humildad y entrega, y por ser ejemplo de compromiso, estudio y vocación. Su guía ha dejado una huella profunda en mi desarrollo profesional y humano.

índice

Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos.....	IV
Abreviaturas y siglas	VII
I. Introducción.....	8
II. Antecedentes	9
III. Fundamentación teórica.	10
IV. Hipótesis.....	18
V. Objetivos	19
VI. Material y métodos	20
Análisis estadístico	40
Consideraciones éticas	41
Técnicas e instrumentos	42
Procedimientos.....	42
VII. Resultados.....	43
VIII. Discusión	56
IX. Limitaciones.....	63
X. Conclusiones.....	64
XI. Propuestas	65
XII. Bibliografía.....	66
XIII. Anexos.....	72
Hoja de recolección de datos	73

Autorización del comité de ética e investigación en salud.....	77
Documento anti plagio.....	78

Índice de tablas

Tabla 1 SDRA en pacientes con TCE severo.....	43
Tabla 2 Características demográficas de los pacientes con SDRA y TCE severo	45
Tabla 3 Tipo de lesión intracraneal	46
Tabla 4 Comorbilidades	47
Tabla 5 Manejo de los pacientes con SDRA y TCE	49
Tabla 6 Evolución de los pacientes con SDRA y TCE severo.....	51
Tabla 7 Variables clínicas de los pacientes con TCE severo y SDRA	53
Tabla 8 Prueba de hipótesis.....	55

Índice de gráficas o figuras

Gráfica 1 Distribución de la edad de los casos de TCE y SDRA.....	44
Gráfica 2 Distribución del sexo de los pacientes con TCE severo y SDRA.....	45

Abreviaturas y siglas

BHE: Barrera hematoencefálica.

FSC: Flujo sanguíneo cerebral.

GCS: Escala de coma de Glasgow.

LCR: Líquido cefalorraquídeo.

LCT: lesión cerebral traumática.

PAM: Presión arterial media.

PEEP: Presión positiva al final de la espiración.

PIC: Presión intracraneal.

PPC: Presión de perfusión cerebral.

SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo.

TCE: Traumatismo craneoencefálico.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

I. Introducción

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se define como una lesión cerebral resultante de una fuerza física externa que condiciona un desequilibrio entre el suministro energético y las necesidades metabólicas (Picetti et al., 2019 y Robba et al., 2024).

Según el estudio Global Burden of Disease, la incidencia anual de TCE a nivel mundial es de aproximadamente 27 millones de casos (Feigin et al., 2019). Esta patología está asociada con una elevada tasa de mortalidad y se encuentra entre las principales causas de defunción en individuos menores de 40 años. Además, el TCE conlleva un riesgo considerable de discapacidades temporales o permanentes, afectando el funcionamiento cognitivo y físico de los pacientes (Fan et al., 2021 y Kinoshita et al., 2016).

Tras una lesión cerebral traumática (LCT), se inicia una cascada de eventos a nivel cerebral, caracterizado por daño tisular, disminución del metabolismo celular y alteraciones en la regulación del flujo sanguíneo celular. Destacan las lesiones primarias y secundarias (Kaur et al., 2018).

Las lesiones primarias se manifiestan en el momento del impacto traumático directo sobre el tejido cerebral, y representan tanto daño focal (hematomas intracraneales, fracturas de cráneo, laceraciones, contusiones y heridas penetrantes) como daño mecánico difuso impuesto al cerebro durante la colisión (Kinoshita et al., 2016 y Kaur et al., 2018). Estas fuerzas desencadenan las lesiones cerebrales secundarias que son el resultado de una cascada de eventos complejos a nivel sistémico y cerebral que puede exacerbar la lesión primaria y conducir a peores resultados; caracterizada por la desregulación de los vasos cerebrales y la alteración de la barrera hematoencefálica (BHE). Este proceso conlleva al desarrollo de edema cerebral y al aumento de la presión intracraneal (PIC), dos aspectos cruciales que inciden significativamente en la evolución y pronóstico del paciente después de la LCT (Taccone et al., 2020 y Rodriguez et al., 2024).

II. Antecedentes

El desarrollo de SDRA puede plantear preocupaciones significativas para los pacientes con TCE, ya que predispone a hipoxemia arterial y una presión parcial baja de oxígeno en el tejido cerebral, lo cual se asocia con hipoxia cerebral y perpetuación de la lesión secundaria, jugando un factor independiente de mal pronóstico que se asocia con un resultado desfavorable (Hendrickson et al., 2016 y Rosenthal et al., 2008). Además, el manejo del SDRA basado en metas terapéuticas pulmonares, que incluye el uso de volúmenes corrientes bajos que se asocia a mayor supervivencia, puede llevar a hipercapnia. Esta hipercapnia induce vasodilatación cerebral, aumentando el flujo sanguíneo cerebral (FSC) y el volumen cerebral, lo que puede provocar elevaciones de la presión intracraneal (PIC) en pacientes con distensibilidad intracraneal limitada (Thiara et al., 2018; Robba et al., 2020 y Riviello et al., 2016).

III. Fundamentación teórica.

Anatomía cerebral y líquido cefalorraquídeo

El tejido cerebral representa menos del 2% del peso corporal total, con un peso aproximado de 1.3 a 1.5 kg, y consume cerca del 20% del oxígeno disponible en el cuerpo. La circulación sanguínea que suministra sangre al cerebro está compuesta por un sistema de arterias conocido como el Polígono de Willis, el cual perfunde todo el tejido cerebral y recibe aproximadamente el 15% del volumen sistólico total del corazón (Riviello et al., 2016).

El metabolismo cerebral es predominantemente aeróbico, con un consumo de oxígeno de 150-160 $\mu\text{mol}/100\text{ g}/\text{min}$. La doctrina de Monro-Kellie establece que el cráneo contiene tres componentes: el tejido cerebral, el líquido cefalorraquídeo (LCR) y la sangre. Según esta doctrina, cualquier incremento en el volumen de uno de estos componentes, o la aparición de un cuarto componente (como una lesión con efecto de masa, hematoma o tumor), debe ser compensado por una disminución en uno o más de los otros componentes para mantener la presión intracraneal (PIC) estable (Soto et al., 2022 y Ortiz-Prado et al., 2018).

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es producido principalmente en los plexos coroideos. La secreción del LCR se debe a un bombeo constante de iones sodio (Na^+), lo que facilita el intercambio iónico necesario para su formación. La bomba de Na^+-K^+ ubicada en la membrana apical de las células coroideas es la encargada de regular la concentración intracelular de Na^+ . Este mecanismo no solo mantiene el equilibrio de sodio dentro de las células, sino que también promueve el transporte activo de Na^+ , lo que a su vez permite el intercambio de Na^+-H^+ y el cotransporte de Na^+-Cl^- (Ortiz-Prado et al., 2018).

Hipertensión intracraneal

La presión intracraneal (PIC) normal en adultos es inferior a 15 mm Hg y presenta fluctuaciones en sincronía con los ciclos cardíacos y respiratorios. Se considera patológica una PIC sostenida por encima de 20 mm Hg en adultos, ya que está asociada con resultados desfavorables en pacientes con lesión cerebral traumática.

Esta condición requiere intervenciones oportunas para reducir la presión y mejorar el pronóstico del paciente (Pérez-Neri et al., 2015 y Stocchetti & Maas, 2014).

Presión de perfusión cerebral (PPC)

La presión de perfusión cerebral (PPC) se define como la diferencia entre la presión arterial media (PAM) y la presión intracraneal (PIC). El valor recomendado de la PPC es de 60-70 mm Hg. Valores inferiores a este rango aumentan el riesgo de hipoperfusión cerebral, lo que puede llevar a daño neuronal (Treggiari et al., 2007). Sin embargo, también es crucial evitar incrementos excesivos en la PPC, ya que podrían inducir un aumento del edema perilesional, exacerbando así el daño cerebral. Siendo uno de los objetivos principales el mantenimiento del flujo sanguíneo cerebral (FSC) para garantizar el suministro de oxígeno y glucosa (Meyfroidt et al., 2022 y Launey et al., 2020).

Edema cerebral

El edema cerebral es una complicación severa del TCE que entorpece el pronóstico. La clasificación de dicha complicación de acuerdo con la fisiopatología subyacente ha sido estudiada recientemente. Una revisión sistemática reportó diversos tipos de edema como el citotóxico, el iónico, el vasogénico, el intersticial (Cardona-Collazos et al., 2025)

El edema citotóxico ocurre ante una alteración del metabolismo celular que ocasiona el ingreso hídrico en las células del cerebro. Por su parte, el edema iónico ocurre después de un edema citotóxico ya que se altera el balance osmótico extracelular. El edema vasogénico es el resultado del daño de la barrera hematoencefálica que ocasiona el ingreso del plasma al tejido cerebral. En cuanto al edema intersticial, éste se origina tras el incremento de la presión dentro de los ventrículos del cerebro, que causa desplazamiento del LCR al espacio intersticial (Cardona-Collazos et al., 2025)

Síndrome de distrés respiratorio agudo

El SDRA se asocia con una morbilidad y mortalidad significativa. Fue definido por primera vez en 1967 por Ashbaugh y sus colegas como un síndrome caracterizado por hipoxemia aguda, edema pulmonar no cardiogénico, disminución de la distensibilidad pulmonar, aumento del trabajo respiratorio y la necesidad de ventilación con presión positiva (Hermanides et al., y Ashbaugh et al., 1967).

En los estudios de imagen, se observaron membranas hialinas prominentes alineadas en los espacios alveolares de los pulmones (O'Leary et al., 2016). En 1992, se establecieron criterios diagnósticos específicos para el SDRA, que fueron actualizados en 2012 con la denominada definición de Berlín. Esta actualización clasifica el SDRA en leve, moderado y grave según el nivel de oxigenación, mejorando la precisión en el diagnóstico y el manejo del síndrome en adultos (Bernard et al., 1994; Ranieri et al., y Matthay et al., 2019).

En un estudio realizado por Riviello y colegas en 2016, se aborda la incidencia y los resultados del SDRA en un hospital de Ruanda. Utilizando una modificación de la definición de Berlín adaptada a contextos con recursos limitados, esta metodología permite la identificación de SDRA sin la necesidad de presión positiva al final de la espiración (PEEP). Se utiliza un umbral de $SpO_2/FiO_2 \leq 315$ y evaluaciones mediante ultrasonido pulmonar o radiografía de tórax para detectar opacidades bilaterales. Estos criterios son más factibles en hospitales con recursos limitados, donde el acceso a ventilación mecánica avanzada es restringido (Matthay et al., 2019 y Mouret et al., 2019).

Criterios de Berlín modificados por Kigali

En 2012, se publicó una actualización de los criterios diagnósticos de SDRA, denominada Definición de Berlín en la cual se clasificó la severidad del SDRA de acuerdo con los valores de la relación PaO_2/FiO_2 , en la cual se consideró leve de 200 – 300 mmHg, moderado 100 – 200 mmHg y grave cuando el valor es menor a 100 mmHg; lo anterior, considerando un nivel mínimo de 5 cmH₂O de PEEP (Force et al., 2012).

Sin embargo, dicha definición fue formulada en ambientes de altos recursos, por lo que, en ambientes con recursos insuficientes no siempre es posible identificar a los pacientes con SDRA debido a la carencia de insumos como ventiladores mecánicos, aparatos funcionales para el procesamiento de estudios de gases arteriales y/o radiografías torácicas. Lo anterior, acarrea consigo el efecto adverso del infra diagnóstico del SDRA en muchos países. (Buregeya et al., 2014 y Angus, 2012). Debido al problema antes descrito, se realizó una modificación de los criterios de Berlín en un hospital de Kigali, Ruanda, que fueron publicados en 2015 y se desglosan a continuación (Riviello et al., 2015):

Criterios de Berlín modificados por Kigali

Criterio	Descripción
Momento	Dentro de los siguientes 7 días a una agresión clínica conocida o la presencia de empeoramiento de síntomas respiratorios.
Oxigenación	$SpO_2 / FiO_2 \leq 315$
Presión positiva al final de la espiración (PEEP)	No se requiere
Estudios de imagen torácicos	Opacidades en ambos pulmones que no sean completamente justificadas por la presencia de derrame, colapso o nódulos y que su detección sea en radiografía torácica o bien en ecografía.
Origen del edema	Insuficiencia respiratoria que no se atribuya en su totalidad a la presencia de insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos.

Fuente: Riviello et al., 2015.

Los criterios de Berlín modificados por Kigali respetan la viabilidad de los criterios originales de Berlín porque los datos y estudios requeridos son usados de forma rutinaria en unidades de atención hospitalaria de países de bajos recursos (Lazzeri

& Peris, 2016). Un estudio efectuado en Ciudad de México, reportó que la escala Kigali constituye una herramienta confiable que puede ser usada como una opción adecuada para el diagnóstico de SDRA (Guadalupe et al., 2019.)

Manejo del SDRA en pacientes con TCE severo

En cuanto al manejo pulmonar de estos pacientes se deben seguir las pautas de protección pulmonar propias de la ventilación mecánica y adicionar manejo específico para SDRA, abarcando sedación optimizada, posición en decúbito prono, bloqueadores neuromusculares y considerar la oxigenación por membrana extracorpórea; además, en todos los pacientes con incremento de la presión intracraneal, se debe utilizar monitorización invasiva (Becker et al., 2025).

En cuanto a la posición prona se ha reportado que es factible en pacientes con SDRA moderado a grave. La hipertensión intracraneal no es una contraindicación absoluta, pero sí se debe vigilar (Wahlster et al., 2025).

Una revisión sistemática y metaanálisis analizó si la realización de una traqueostomía de forma precoz tiene ventajas en pacientes con lesiones cerebrales graves y se reportó que realizarlo de forma temprana puede disminuir la cantidad de días de ventilación mecánica, los días de estancia hospitalaria (Tavares et al., 2023).

Planteamiento del problema

El traumatismo craneoencefálico severo (TCE) es una de las principales causas de mortalidad y discapacidad en pacientes con lesiones traumáticas, afectando a personas de todas las edades, pero especialmente a los jóvenes adultos. A nivel mundial, se estima que entre 10 y 15 millones de personas sufren TCE cada año, y la incidencia de secuelas neurológicas es alta, lo que representa un reto considerable para los sistemas de salud.

Uno de los problemas más graves asociados al TCE es el desarrollo de SDRA, una complicación pulmonar grave caracterizada por hipoxemia severa y que requiere ventilación mecánica. Los pacientes con TCE que desarrollan SDRA tienen un pronóstico particularmente negativo debido a la interacción entre el deterioro

neurológico y la insuficiencia respiratoria, lo que aumenta significativamente la mortalidad.

El desarrollo de SDRA en estos pacientes suele estar mediado por una combinación de factores, incluyendo la respuesta inflamatoria sistémica y el daño pulmonar indirecto causado por la ventilación mecánica y la hipoperfusión cerebral. Además, el manejo inadecuado del SDRA puede exacerbar las lesiones cerebrales secundarias en pacientes con TCE, afectando el flujo sanguíneo cerebral y aumentando la presión intracraneal (PIC).

A pesar de la alta mortalidad y las complicaciones graves asociadas con la coexistencia de TCE y SDRA, existen pocos estudios que describan el perfil clínico de estos pacientes, incluyendo sus características demográficas, tipos de lesión intracraneal y factores de riesgo relacionados con el mecanismo de lesión. Este vacío en la literatura es preocupante, dado que el manejo oportuno y adecuado de estos pacientes podría mejorar los resultados clínicos, especialmente en términos de supervivencia y recuperación neurológica.

Estudios recientes también han subrayado la importancia de identificar las comorbilidades y el manejo clínico en la evolución de estos pacientes, ya que la presencia de enfermedades subyacentes como hipertensión, diabetes o insuficiencia cardíaca puede complicar tanto el curso del TCE como del SDRA. Por lo tanto, un análisis detallado del perfil clínico es esencial para optimizar las estrategias de tratamiento en unidades de cuidados intensivos (UCI) y mejorar el pronóstico de esta población.

Pregunta de Investigación: ¿Cuál es el perfil clínico de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que desarrollan síndrome de distrés respiratorio agudo?

Justificación

El propósito de este estudio es determinar el perfil clínico de los pacientes con TCE que desarrollan SDRA, con el fin de identificar los factores de riesgo, comorbilidades y tipos de lesión intracraneal que agravan la mortalidad en esta población. El análisis de estos perfiles permitirá diseñar estrategias más específicas y efectivas en el

manejo de estos pacientes en nuestra unidad de cuidados intensivos (UCI), optimizando el tratamiento y reduciendo complicaciones asociadas.

Magnitud del problema: El TCE severo es una de las principales causas de mortalidad en pacientes de trauma, afectando de manera crítica a adultos jóvenes y provocando secuelas neurológicas significativas. A nivel global, las tasas de mortalidad en casos graves de TCE oscilan entre el 30% y el 50%, lo que subraya la necesidad urgente de estrategias terapéuticas más efectivas. Por su parte, el SDRA afecta entre el 10% y el 40% de los pacientes críticos, con una mortalidad global que puede superar el 40%.

Estudios recientes han demostrado que el SDRA en pacientes con TCE severo agrava el pronóstico clínico, incrementando la necesidad de ventilación mecánica y complicando el manejo de las lesiones cerebrales. Sin embargo, aunque se ha observado un aumento significativo en la mortalidad asociada con el desarrollo de SDRA en pacientes con TCE, la magnitud exacta de este impacto sigue siendo un tema en investigación.

Trascendencia: Comprender la interacción entre el TCE severo y el SDRA es esencial para mejorar las intervenciones en pacientes críticos. Este estudio contribuirá a identificar patrones clínicos y factores de riesgo que permitirán desarrollar protocolos de manejo específicos, dirigidos a reducir la mortalidad y mejorar los resultados clínicos de estos pacientes. Optimizar el tratamiento mediante un enfoque integral de ambos cuadros clínicos podría disminuir las complicaciones, acortar el tiempo de ventilación mecánica y mejorar el pronóstico neurológico a largo plazo.

Este estudio cuenta con una amplia factibilidad debido a la disponibilidad de recursos humanos altamente capacitados y una infraestructura adecuada en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del hospital. Además, el hospital tiene acceso a una vasta cantidad de datos clínicos actualizados, que incluye un número significativo de pacientes que han sido tratados TCE y que han desarrollado SDRA. La población objetivo es considerable, lo que asegura una muestra significativa para el análisis y permite llevar a cabo una investigación de gran profundidad y validez estadística. Esto también facilita la identificación de patrones clínicos locales y la

evaluación de los diferentes tipos de manejo aplicados en estos pacientes. La experiencia del equipo de investigación en el manejo de pacientes críticos, en combinación con el volumen de casos disponibles, garantiza que el estudio se realice con el rigor necesario para generar conclusiones sólidas y aplicables a la práctica clínica cotidiana.

IV. Hipótesis

Nula: La prevalencia de síndrome de distrés respiratorio agudo es igual o menor al 30% de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo.

Alternativa: La prevalencia de síndrome de distrés respiratorio agudo es mayor al 30% de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo.

V. Objetivos

General:

Describir el perfil clínico de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que desarrollan síndrome de distrés respiratorio agudo.

Específicos

1. Describir las características demográficas.
2. Describir el tipo de lesión intracraneal.
3. Identificar las comorbilidades.
4. Describir el manejo.
5. Describir la evolución.

VI. Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y retrospectivo, mediante la revisión de expedientes de pacientes con traumatismo craneoencefálico que, además, desarrollaron síndrome de distrés respiratorio agudo y fueron atendidos en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de San Juan del Río, Querétaro, durante el periodo comprendido del 1° de enero de 2022 al 31 de diciembre de 2024.

Criterios de selección

De inclusión

- Expedientes de pacientes con las siguientes características:
- Con traumatismo craneoencefálico severo de acuerdo a la OMS.
- De ambos sexos.
- Mayores de 16 años
- Que desarrollaron SDRA, definida por los criterios de Berlín modificados por Kigali, que fueron aplicados de forma consistente en todos los participantes son viables para su uso en entornos de escasos recursos (ver "Criterios de Berlín modificados por Kigali" en fundamentación teórica).
- Para el caso de expedientes incompletos que no contaron con la totalidad de las variables, estos sí se incluyeron en el estudio y se manejaron de la siguiente forma: el análisis estadístico se efectuó considerando solo el número de expedientes que contenían cada variable y ello se especificó en las anotaciones inferiores de cada tabla de resultados.

De exclusión

- Expedientes de pacientes cuyo diagnóstico de SDRA fue previo a la lesión cerebral.
- Expedientes de pacientes que se trasladaron a otra unidad hospitalaria.

De eliminación

- Expedientes que no contaban con todas las variables de estudio.

Tamaño de muestra

No se utilizó el cálculo muestral en este estudio, pues se incluyeron a todos los expedientes de pacientes don TCE severo que desarrollaron SDRA y fueron atendidos en la UCI.

Sin embargo, como ejercicio académico se realizó un cálculo hipotético de la muestra, utilizando la fórmula para una proporción, para una población finita, partiendo de que la frecuencia estimada con que se presenta el evento es del 30% (0.30), con base en la hipótesis.

Se consideró un margen de error de 0.05 y un nivel de potencia de la prueba del 95% y se calculó como sigue:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

En donde:

N = Total de la población = 112 (pacientes a quienes se atendió por traumatismo craneoencefálico severo en la UCI, durante el periodo de estudio).

$Z_{\alpha} = 1.96$

p = proporción esperada = 0.30

$q = 1 - p = 1 - 0.30 = 0.60$

d = precisión= 0.05

Sustituyendo:

$$n = \frac{112 * 1.96^2 * 0.05 * 0.70}{0.05^2 * 111 + 1.96^2 * 0.30 * 0.70}$$

$n = 83.33$

Se calculó un tamaño muestral de 84 participantes, sin embargo, como se mencionó previamente, se incluyeron a todos los pacientes con TCE severo que desarrollaron SDRA, durante el periodo de estudio.

Técnica muestral:

Se utilizó una técnica muestral no probabilística, por conveniencia.

Variables de estudio:

Variable principal				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala
SDRA en pacientes con TCE severo.	Presencia de una complicación pulmonar grave denominada síndrome de distrés respiratorio agudo, definido mediante los criterios de Berlin modificados por Kigali, en personas que sufrieron algún traumatismo craneoencefálico, cuya clasificación fue severa.	De los censos de pacientes atendidos en la UCI del Hospital General de San Juan del Río, se identificaron a todos los pacientes con TCE severo que desarrollaron SDRA y se realizó revisión de sus expedientes, confirmando que cumplieran con los criterios de	Cualitativa nominal	No se utilizó escala, se incluyeron a todos los pacientes con TCE severo que desarrollaron SDRA.

		Berlín modificados por Kigali para el diagnóstico de SDRA.		
--	--	---	--	--

Variables que describen a la principal

Variables demográficas y generales				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la evaluación, expresado en años.	Se obtuvo este dato del registro de la historia clínica cuando el paciente ingresó a la UCI.	Cuantitativa discreta	Número entero en años
Sexo	Diferenciación biológica de los seres humanos de acuerdo con sus órganos reproductivos y	Se obtuvo esta variable del registro en la historia clínica o	Cualitativa dicotómica	1. Femenino 2. Masculino

	características genéticas.	documento de identificación		
Lesión intracraneal	Daño estructural en el cerebro debido a traumatismo craneoencefálico.	Se identificó el tipo de lesión intracraneal en la imagenología (TAC o RM cerebral).	Cualitativa nominal	1) Hematoma epidural 2) Hematoma subdural 3) Contusión hemorrágica 4) Hemorragia subaracnoides a) Lesión axonal difusa
Comorbilidades	Enfermedades que tiene un paciente, además de la patología principal por la cual se le brinda atención médica.	Se obtuvo esta variable del registro de la historia clínica del paciente, del apartado de antecedentes personales patológicos.	Cualitativa nominal.	1) Diabetes 2) Hipertensión arterial 3) Insuficiencia cardíaca 4) Enfermedad Renal Crónica 5) Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica 6) Otras

Variables de manejo médico				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala
Días de estancia en UCI	Período de permanencia en la Unidad de Cuidados Intensivos	Se obtuvo esta variable del conteo de días transcurridos desde su ingreso hasta su egreso de la UCI.	Cuantitativa discreta	Número entero de días
Intubación prehospitalaria	Procedimiento médico que consiste en la inserción de un tubo que va de la boca a la tráquea para permitir el paso de oxígeno hacia los pulmones; y que haya sido efectuado previo al ingreso al hospital.	Se identificó esta variable de las notas médicas del expediente, en las cuales se registró la realización del procedimiento.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Intubación en hospital	Procedimiento médico descrito en la	Se identificó en esta variable de la nota	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

	variable anterior, que haya sido efectuado al paciente tras su ingreso al hospital.	médica de ingreso.		
Duración de ventilación mecánica (VM)	Cantidad de días que un paciente permanece intubado.	Se obtuvo esta variable de la resta de la fecha de extubación menos la fecha de intubación	Cuantitativa discreta	Número entero en días
Traqueostomía	Procedimiento quirúrgico caracterizado por la realización de un estoma en la tráquea que se conecta a una sonda por la cual pasa aire hacia los pulmones.	Se identificó esta variable de las notas médicas que registraron la realización de este procedimiento.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Modo de VM	Tipo de ventilación mecánica que se utilizó en el paciente,	Se obtuvo esta variable del registro de las notas médicas en las que se	Cualitativa nominal	1) Presión A/C 2) Volumen A/C 3) CPAP

	acorde con sus requerimientos.	especificó el modo de ventilación del paciente.		Otros
Presión positiva al final de la espiración (PEEP)	Parámetro de la ventilación mecánica que consiste en mantener una presión positiva residual en las vías respiratorias al final de la espiración	Se identificó esta variable de las notas médicas de evolución en las cuales se registró este parámetro.	Cuantitativa continua	Valor de la presión en cmH ₂ O
Índice PAFI:	Parámetro de ventilación mecánica que reporta el intercambio de gases que ocurre y es el resultado de la división de la presión arterial de oxígeno (PaO ₂) entre la fracción inspirada de oxígeno (FiO ₂).	Se identificó esta variable de las notas médicas en las que se registraron los parámetros ventilatorios con los que se manejó al paciente.	Cuantitativa continua	Valor del índice PAFI

Meta de protección pulmonar	Parámetros utilizados para la prevención del daño pulmonar que pudiera generar la ventilación mecánica.	Se identificó esta variable de las notas del expediente clínico en las que se describió cuál fue la estrategia de protección que se utilizó	Cualitativa nominal	1) Volumen corriente 2) Presión meseta 3) Presión de conducción
Pronación	Maniobra que consiste en colocar al paciente boca abajo, con el objetivo de mejorar su oxigenación.	Se identificó esta variable de las notas médicas del expediente, en la que se describió el posicionamiento o prono del paciente.	Cualitativa dicotómica	1) Si 2) No
Relajante muscular	Fármaco usado para disminuir la rigidez y el tono de los músculos.	Se identificó esta variable de las indicaciones médicas descritas en el expediente del paciente.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Sedación profunda	Inducción controlada de	Se obtuvo esta variable de las	Cualitativa dicotómica	1) Si 2) No

	la supresión de la conciencia, por medio de fármacos específicos.	indicaciones médicas del expediente del paciente.		
Cirugía neurológica	Realización de tratamiento quirúrgico del sistema nervioso, como consecuencia de las lesiones causadas por el TCE.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas de neurocirugía, en el expediente del paciente.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Tratamiento adyuvante	Manejo terapéutico adicional que se proporcionó al paciente con TCE, además del tratamiento central.	Se obtuvo esta variable de las indicaciones médicas del expediente del paciente.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No •
Balance hídrico	Se refiere a la clasificación del equilibrio de líquidos y electrolitos del paciente, considerando ingresos y egresos.	Esta variable se identificó de las notas médicas y registros de enfermería del expediente del paciente con TCE.	Cualitativa dicotómica	1) Positivo 2) Negativo

Cantidad de balance hídrico	Se refiere a la cantidad calculada de líquidos que se administraron y que egresaron del paciente, durante un día.	Se obtuvo esta variable del expediente clínico.	Cuantitativa continua	Valor en mililitros
Transfusión	Administración de sangre o algún componente de la misma que proviene de un donante y se administra controladamente al paciente con TCE.	Se obtuvo esta variable de las indicaciones médicas del expediente del paciente con TCE.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Antibiótico profiláctico	Fármaco que se administra de manera preventiva aun paciente con el fin de prevenir la presencia de determinada infección.	Se obtuvo esta variable de las indicaciones médicas del expediente del paciente con TCE.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No •

Variables de evolución				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala
Glasgow inicial	Herramienta que puntúa el nivel de conciencia de un paciente, considerando su apertura ocular, su respuesta verbal y su respuesta motora.	Se obtuvo esta variable de la nota médica de ingreso del expediente del paciente a su llegada al hospital.	Cuantitativa discreta	Puntaje de 3 a 15.
Clasificación de Glasgow inicial	Clasificación del puntaje de la escala de coma de Glasgow, obtenido al ingreso hospitalario.	Se obtuvo esta variable de la nota médica de ingreso hospitalario del paciente.	Cualitativa ordinal	1) Leve 2) Moderado 3) Severo
Glasgow al egreso	Herramienta que puntúa el nivel de conciencia de un paciente, considerando su apertura	Se obtuvo esta variable de la nota médica de egreso de la UCI del paciente.	Cuantitativa discreta	Puntaje (números enteros del 3 a 15)

	ocular, su respuesta verbal y su respuesta motora.			
Clasificación de Glasgow al egreso	Clasificación del puntaje de la escala de coma de Glasgow, obtenido al egreso de la UCI.	Se obtuvo esta variable del expediente clínico.	Cualitativa ordinal	1) Leve 2) Moderado 3) Severo
Falla orgánica múltiple	Situación clínica que compromete gravemente la vida del paciente ya que existe disfunción de dos o más sistemas de su cuerpo.	Esta disfunción se identificó de las notas médicas de evolución del paciente durante su estancia en la UCI.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Sepsis	Inflamación generalizada del cuerpo del paciente con TCE, derivado de una	Se obtuvo esta variable de las notas médicas de evolución del paciente durante su	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

	respuesta inmune extrema a una infección, la cual compromete la vida.	estancia en la UCI.		
Broncoaspiración	Se refiere al ingreso por accidente a las vías aéreas inferiores, de sustancias.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas de evolución del paciente con TCE durante su estancia en UCI.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Neumonía asociada a VM	Infección del de los pulmones cuyo origen se desencadenó debido a alguna alteración de la ventilación mecánica que se ha tenido	Se obtuvo esta variable de las notas médicas de evolución del expediente del paciente con TCE durante su estancia en UCI.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

	durante más de 2 días.			
Lesión renal aguda	Disfunción súbita de los riñones, los cuales no pueden lograr el equilibrio de líquidos y electrolitos.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas de evolución del expediente del paciente con TCE durante su estancia en UCI.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Hipertensión intracraneal	Alteración al alza de los niveles de presión dentro del cráneo, que causan daño clínico.	Se obtuvo esta variable de la descripción de esta afección en las notas de evolución del expediente del paciente con TCE.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Defunción	Muerte de una persona.	Se obtuvo esta variable de la nota médica de egreso	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

		hospitalario del paciente.		
--	--	-------------------------------	--	--

Variables clínicas				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala
Poli trauma	Presencia de diversas lesiones físicas que afectan a dos o más órganos de una persona.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas tanto de ingreso al hospital como de evolución durante su estancia en LA UCI.	Cualitativa nominal	1) Trauma cerrado de tórax 2) Trauma cerrado de abdomen 3) Trauma de cuello 4) TCT y HL 5) Hemotórax y neumotórax 6) Ninguna 7) Trauma raquimedular
Hipotensión al ingreso	Valores de la presión arterial que son inferiores a 90/60 mmHg.	Se obtuvo esta variable de la nota médica de ingreso hospitalario del paciente con TCE.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

Hipoxia al ingreso	Daño a nivel tisular debido a escaso oxígeno que provea la función normal de los tejidos.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas tanto de ingreso a la UCI como de evolución.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Fracturas costales	Presencia de una solución de continuidad en la estructura ósea costal.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas del expediente en las que se sustentara con evidencia radiográfica dicha lesión.	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No
Contusión pulmonar	Daño en el pulmón caracterizado por el depósito de sangre derivado de un traumatismo.	Se obtuvo esta variable de las notas médicas, tanto de ingreso a UCI como de evolución del paciente con TCE, en las que se	Cualitativa dicotómica	1) Sí 2) No

		justifique con estudios la presencia de dicha contusión.		
SOFA	Herramienta que mide el nivel de disfunción de diversos sistemas del cuerpo.	Se obtuvo esta variable del registro de dicha escala en la nota de ingreso a la UCI del paciente.	Cuantitativa discreta	Puntaje en números enteros.
APACHE	Instrumento que evalúa variables fisiológicas, estado de salud anterior del paciente, así como su edad para predecir la mortalidad del mismo.	Se obtuvo esta variable del registro del puntaje de la escala APACHE de la nota de ingreso a la UCI del paciente.	Cuantitativa discreta	Puntaje en números enteros.
Hemoglobina (Hb) mínima	Niveles de la proteína del torrente sanguíneo encargada de	Se obtuvo esta variable de los valores mínimos de	Cuantitativa continua	Niveles en g/dL

	transportar el oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos.	hemoglobina registrados en los estudios de laboratorio del paciente, del apartado denominado hemograma o biometría hemática.		
--	--	--	--	--

Análisis estadístico

La información de cada variable se recolectó, inicialmente, para mayor agilidad, en una base de datos del programa Excel de Microsoft Office Professional Plus versión 2021. A cada expediente le fue asignado un folio consecutivo, iniciando con el 1 y concluyendo en el 22.

Posterior a ello, se importaron los datos a una base del programa IBM SPSS® Statistics versión 26.0, con uso de licencia de usuario autorizado, en el cual se realizó el análisis estadístico descriptivo.

Para las variables cualitativas, los datos fueron expresados como frecuencias y porcentajes; por su parte, las variables cuantitativas fueron expresadas a través de medidas de tendencia central como medias o medianas y medidas de dispersión como desviación estándar y rango intercuartil (RIQ), de acuerdo con la normalidad de los datos; para la verificación de la normalidad de los datos, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk.

Se utilizó un nivel de significancia, $\alpha = 0.05$ e intervalos de confianza (IC) del 95%.

Consideraciones éticas

Para la realización de la presente investigación, se utilizó la normativa ética vigente de investigación en salud. El protocolo fue sometido a la evaluación del comité de investigación local en salud, quien se encargó de confirmar el cumplimiento normativo y determinarlo como aprobado, con el número de registro: 1724/20042024.

Se consideró lo estipulado por la Declaración de Helsinki, en su última actualización del 2024, considerando que, para la realización de investigación en el ámbito clínico, el profesional que ejerce la medicina tiene por obligación proteger los siguientes aspectos de los sujetos de investigación: vida, salud, dignidad, integridad, derecho a la autodeterminación, intimidad y confidencialidad.

Asimismo, esta investigación respetó la consideración de previsiones que permitieran proteger la identidad de cada individuo que participó en la investigación, así como también se mantuvo, en todo momento el resguardo de la confidencialidad de la identidad y de datos personales y con el objetivo de no afectar la integridad de los participantes.

También se dio cumplimiento a lo estipulado por el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (6 de enero de 1987, última reforma publicada DOF 02-04-2014), en su Título Segundo, “De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos”, Capítulo I “Disposiciones Comunes” y, con base en su Artículo 17, este estudio fue catalogado en la categoría I, como investigación sin riesgo, ya que se emplearon técnicas y métodos de investigación documental, retrospectivos y no se efectuaron intervenciones de ninguna índole, ni cambios en las variables fisiológicas, psicológicas ni sociales de las personas que fueron incluidas en la investigación. Únicamente se realizó exploración visual y registro de datos provenientes de expedientes clínicos y no se trataron aspectos sensitivos de la conducta del paciente a quien le pertenecía el expediente.

Técnicas e instrumentos

Se utilizó una hoja de recolección de datos foliada por cada expediente incluido, para su adecuada identificación. Dicha hoja contenía el cuestionario de las variables antes descritas (ver anexo 1).

Procedimientos

Prevía autorización por el Comité de Ética y de Investigación en Salud del protocolo de investigación, se procedió a revisar los expedientes clínicos de pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos en el Hospital General de San Juan del Río de la Secretaría de Salud de Estado de Querétaro (SESEQ).

Una vez seleccionados los expedientes que cumplieron con los criterios de selección, se recolectó la información de cada una de las variables en una base de datos digital del programa IBM SPSS Statistics versión 26.0, con uso de licencia de usuario autorizado

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico con el mismo software, así como la discusión y conclusiones.

VII. Resultados

Entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024 se registraron 112 pacientes atendidos por TCE severo en la Unidad de Cuidados Intensivos adultos del Hospital General de San Juan del Río, entre los cuales se observó que 22 desarrollaron SDRA, que representaron una frecuencia de presentación del 19.64%. Los 22 casos de SDRA y TCE severo constituyeron la población de estudio de la presente investigación.

Tabla 1 SDRA en pacientes con TCE severo

Total de pacientes con TCE severo atendidos en la UCIA	Frecuencia de SDRA entre pacientes con TCE severo
---	--

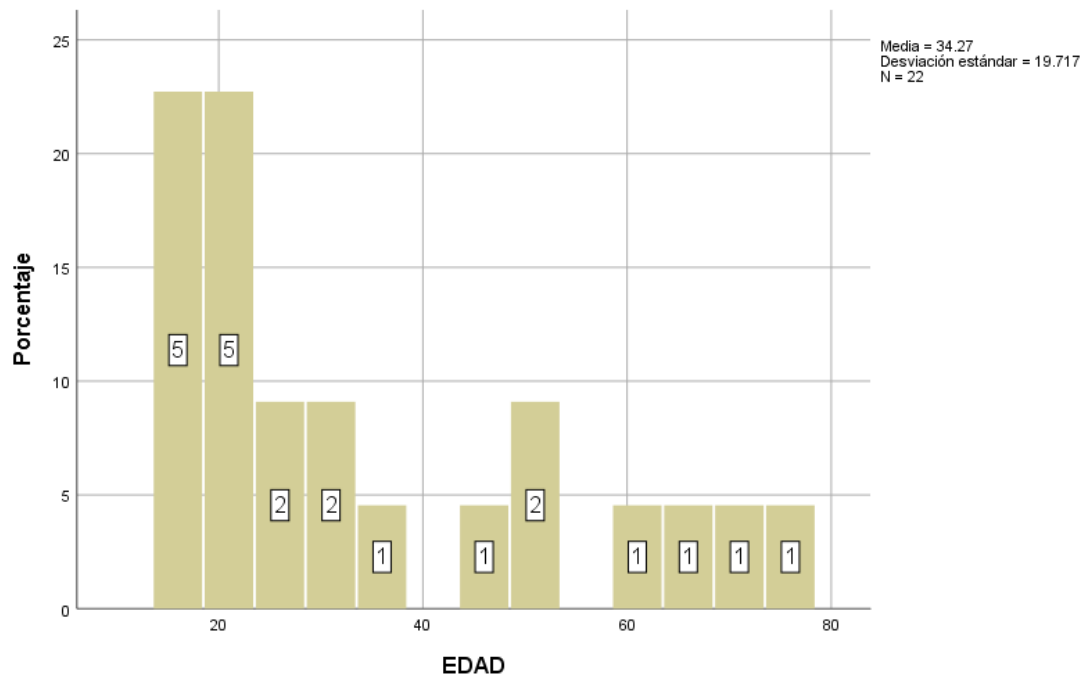
Tot al	112	19.64%
-----------	-----	--------

TCE: traumatismo craneoencefálico; UCI: unidad de cuidados intensivos de adultos; SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo.

Fuente: expedientes de pacientes con TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

En cuanto a las características demográficas, se observó que la edad media de los 22 pacientes con SDRA fue de 34 ± 20 años (IC 95% 26 – 43) (ver gráfica 1 y tabla 2).

Gráfica 1 Distribución de la edad de los casos de TCE y SDRA

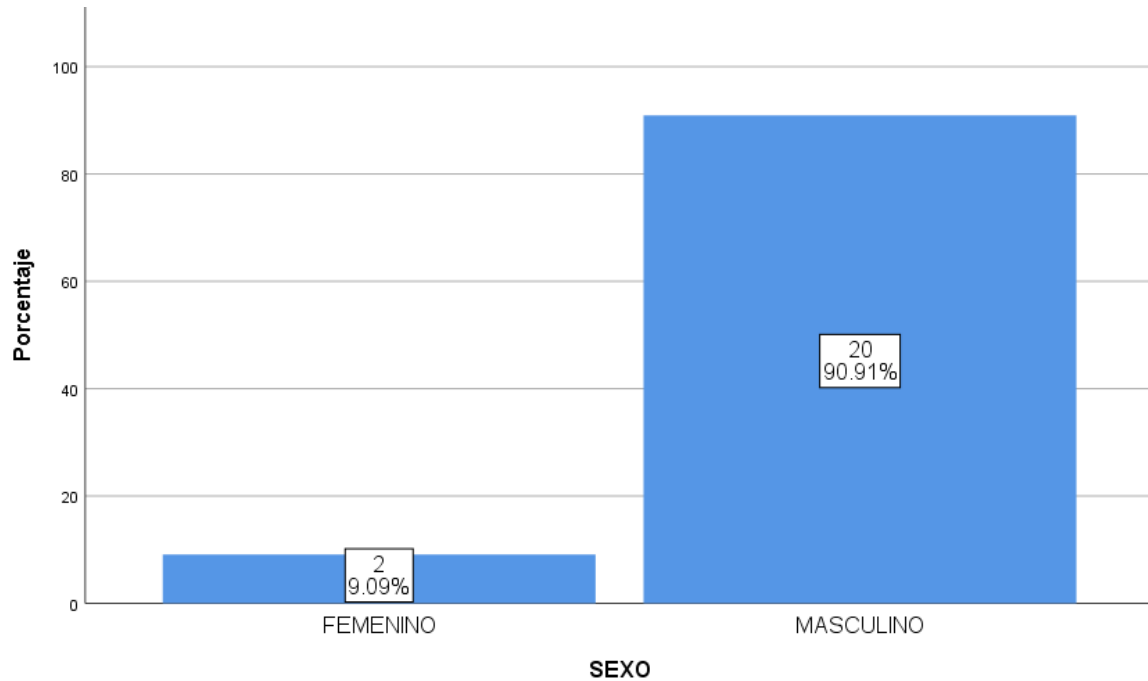


SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; TCE: traumatismo craneoencefálico.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

Respecto al sexo, 20 pacientes (90.9%) fueron del sexo masculino y solo 2 (9.1%) fueron del femenino (IC 95% 1.9 – 26.1%) (ver gráfica 2 y tabla 2).

Gráfica 2 Distribución del sexo de los pacientes con TCE severo y SDRA



SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; TCE: traumatismo craneoencefálico.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

Tabla 2 Características demográficas de los pacientes con SDRA y TCE severo

		n (%)	IC 95%
Edad (años). Media $\pm$ DE		34 $\pm$ 20	26 – 43
Sexo	Femenino	2 (9.1%)	1.9 - 26.1%
	Masculino	20 (90.9%)	73.9 - 98.1%

SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; TCE: traumatismo craneoencefálico; DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

El tipo de lesión intracraneal se distribuyó de la siguiente manera: 9 pacientes (40.9%) tuvieron hemorragia subaracnoidea; 5 (22.7%) tuvieron contusión hemorrágica y hemorragia subaracnoidea; 4 (18.2%) tuvieron hematoma intracraneal; y 2 (9.1%) tuvieron contusión hemorrágica sola y hemorragia parenquimatosa con hemorragia subaracnoidea, respectivamente (ver tabla 3).

Tabla 3 Tipo de lesión intracraneal

	n (%)	IC 95%
CH sola	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
HSA	9 (40.9%)	22.5 – 61.5%
Hematoma intracraneal	4 (18.2%)	6.5 – 37.6%
Fractura de cráneo	0	.
CH y HSA	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
Hemorragia parenquimatosa y HSA	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%

IC: intervalo de confianza; CH: contusión hemorrágica; HSA: hemorragia subaracnoidea.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

En cuanto a las comorbilidades, se observó que 18 (81.8%) pacientes no tenían alguna otra patología, 3 (13.6%) tenían diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en combinación con hipertensión arterial sistémica (HAS) y solo un paciente (4.5%) tenía solo DM2 (ver tabla 4).

Tabla 4 Comorbilidades

	n (%)	IC 95%
DM2 sola	1 (4.5%)	0.5 – 19.3%
HAS sola	0	.
Enfermedad cardiovascular	0	.
Ninguna	18 (81.8%)	62.4 – 93.5%
DM2 y HAS	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%

IC: intervalo de confianza; DM2: diabetes mellitus tipo 2; HAS: hipertensión arterial sistémica.
Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

En lo respecta al manejo de los casos, se observó que los 22 pacientes con SDRA tuvieron una estancia media en la UCI de 12 ± 8 días (IC 95% 8 – 15); 4 (18.2%) pacientes fueron intubados previo a su ingreso al hospital (IC 95% 6.5 – 37.6%) y 18 (81.8%) fueron intubados dentro del hospital (62.4 - 93.5%); la media de duración de la ventilación mecánica fue de 9 ± 6 (IC 95% 6 – 12); a 6 (27.3%) pacientes se les realizó traqueostomía (IC 12.3 – 47.8%) los 22 (100%) casos recibieron ventilación mecánica por volumen (ver tabla 5).

Diecisiete (77.3%) pacientes tuvieron una presión positiva al final de la espiración de 8 cm H₂O, mientras que en 3 casos (13.6%) fue de 5 cm H₂O y en solo 2 (9.1%) fue de 6 cm H₂O; el índice PAFI tuvo una mediana de 129 con rango Inter cuartil de 47 (IC 95% 106 – 142). Todos los casos lograron la meta de protección pulmonar mediante la presión de distensión (ver tabla 5).

Trece casos (59.1%) fueron colocados en posición prona (IC 95% 38.5 – 77.5%); en cuanto al uso de un relajante muscular, se observó que 17 (77.3%) casos requirieron el uso de este tipo de fármacos (IC 95% 57.1 - 90.8%). Por su parte, 16 (72.7%) pacientes recibieron sedación profunda (IC 95% 52.2 – 87.7%) (ver tabla 5).

Por otro lado, 10 (45.5%) casos fueron intervenidos quirúrgicamente por parte de neurocirugía (IC 95% 26.3 – 65.7%) (ver tabla 5).

En cuanto al tratamiento adyuvante, 16 (72.7%) casos recibieron únicamente diurético; 3 (13.6%) casos no recibieron tratamiento de este tipo; 2 (9.1%) casos recibieron esteroide más diurético y solo un caso (4.5%) recibió esteroide solo.

El balance hídrico fue positivo en 13 (59.1%) casos (IC 95% 38.5 – 77.5%); la media del balance hídrico fue de 1314 ± 2209 mililitros (IC 95% 334 – 2293).

Solo 2 casos (9.1%) recibieron transfusión y ninguno ameritó antibiótico profiláctico. (ver tabla 5).

Tabla 5 Manejo de los pacientes con SDRA y TCE

		n (%)	IC 95%
Días de estancia en UCI: Media $\pm$ DE		12 $\pm$ 8	8 – 15
Intubación prehospitalaria	Sí	4 (18.2%)	6.5 – 37.6%
	No	18 (81.8%)	62.4 – 93.5%
Intubación en hospital	Sí	18 (81.8%)	62.4 – 93.5%
	No	4 (18.2%)	6.5 – 37.6%
Duración VM (días)		9 $\pm$ 6	6 – 12
Traqueostomía	Sí	6 (27.3%)	12.3 – 47.8%
	No	16 (72.7%)	52.2 – 87.7%
Modo de VM	Volumen	22 (100%)	
PEEP (cm H ₂ O)	5	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%
	6	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	8	17 (77.3%)	57.1 – 90.8%
Índice PAFI: mediana (rango Inter cuartil)		129 (47)	106 - 142
Meta de protección pulmonar	DP	22 (100%)	
Pronación	Sí	13 (59.1%)	38.5 – 77.5%
	No	9 (40.9%)	22.5 – 61.5%
Relajante muscular	Sí	17 (77.3%)	57.1 - 90.8%
	No	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
Sedación profunda	Sí	16 (72.7%)	52.2 – 87.7%
	No	6 (27.3%)	12.3 – 47.8%
Qx neurocirugía	Sí	10 (45.5%)	26.3 – 65.7%
	No	12 (54.5%)	34.3 – 73.7%
Tratamiento adyuvante	Esteroides	1 (4.5%)	0.5 – 19.3%
	Diurético	16 (72.7%)	52.2 – 87.7%
	Esteroides y diurético	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	Ninguna	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%
Balance hídrico	Positivo	13 (59.1%)	38.5 – 77.5%
	Negativo	9 (40.9%)	22.5 – 61.5%
Cantidad de balance hídrico (mililitros)		1314 $\pm$ 2209	334 – 2293
Transfusión	Sí	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	No	20 (90.9%)	73.9 – 98.1%
Antibiótico profiláctico	No	22 (100%)	

IC: intervalo de confianza; DE: desviación estándar; UCI: unidad de cuidados intensivos; VM: ventilación mecánica; PIP: presión inspiratoria pico; PAFI: presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno; DP: presión de distensión, driving pressure; Qx: cirugía; DE: desviación estándar.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

En cuanto a la evolución de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo que desarrollaron SDRA, se observó que la calificación inicial de la escala de Glasgow tuvo una media de 7 ± 2 puntos (IC 95% 6 – 8) y, al egreso, de 12 ± 4 (IC 95% 10 -14) puntos. De acuerdo con dicha escala, al inicio, 17 (77.3%) pacientes fueron clasificados como lesión severa y 5 (22.7%) como moderada; mientras que, al egreso de la UCI, 10 (45.5%) tenían lesión leve, de acuerdo con la clasificación de Glasgow, 8 (36.4%) fueron clasificados con lesión moderada y solo 4 (18.2%) como severa (ver tabla 6).

De los 22 casos, solo 2 (9.1%) desarrollaron falla orgánica múltiple y 11 (50%) tuvieron sepsis; 9 (40.9%) sufrieron broncoaspiración; en 12 (54.5%) casos se diagnosticó neumonía asociada a la ventilación mecánica; en 19 (86.4%) tuvieron lesión renal aguda y solo un paciente (4.5%) tuvo hipertensión intracraneal. Finalmente, 3 (13.6%) de los casos fallecieron (ver tabla 6).

Tabla 6 Evolución de los pacientes con SDRA y TCE severo

		n (%)	IC 95%
Puntuación Glasgow inicial. Media $\pm$ DE		7 $\pm$ 2	6 – 8
Clasificación de Glasgow inicial	Moderado	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
	Severo	17 (77.3%)	57.1 - 90.8%
Puntuación Glasgow al egreso. Media $\pm$ DE		12 $\pm$ 4	10 – 14
Clasificación de Glasgow al egreso	Leve	10 (45.5%)	26.3 - 65.7%
	Moderado	8 (36.4%)	18.9 57.1 %
	Severo	4 (18.2%)	6.5 - 37.6%
Falla orgánica múltiple	Sí	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	No	20 (90.9%)	73.9 – 98.1%
Sepsis	Sí	11 (50.0%)	30.2 – 69.8%%
	No	11 (50%)	30.2 – 69.8%%
Broncoaspiración	Sí	9 (40.9%)	22.5 – 61.5%
	No	13 (59.1%)	38.5 – 77.5%
Neumonía asociada a VM	Sí	12 (54.5%)	34.3 – 73.3%
	No	10 (45.5%)	26.3 – 65.7%
Lesión renal aguda	Sí	19 (86.4%)	67.9 – 96.0%
	No	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%
Hipertensión intracraneal	Sí	1 (4.5%)	0.5 – 19.3%
	No	21 (95.5%)	80.7 – 99.5%
Mortalidad	Sí	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%
	No	19 (86.4%)	67.9 – 96.0%

IC: intervalo de confianza; DE: desviación estándar; VM: ventilación mecánica.

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

En cuanto a otras variables del perfil clínico de los casos, se observó que 5 (22.7%) tuvieron trauma cerrado de tórax solo y otros 5 pacientes tuvieron trauma cerrado de tórax y hemotórax. Tres pacientes (13.16%) tuvieron hemotórax y neumotórax mientras que, otros 3 no tuvieron poli trauma. Dos pacientes (9.1%) tuvieron trauma cerrado de abdomen, otros 2 tuvieron trauma de cuello y, 2 más, trauma raquimedular (ver tabla 7).

Cinco pacientes (22.7%) presentaron hipotensión al ingreso; 15 (68.2%) tuvieron hipoxia al ingresar a la UCI; la mitad de los casos, 11 (50%) tuvieron fracturas costales; 18 (81.8%) tuvieron contusión pulmonar (ver tabla 7). En este sentido, se ha reportado de manera constante que la hipotensión arterial es un elemento pronóstico negativo en los pacientes con lesión cerebral adquirida (LCA). Según Robba et al. (2025), la disminución de la presión arterial sistémica puede poner en peligro la presión de perfusión cerebral, lo que a su vez puede favorecer la isquemia secundaria y el desahogo de biomarcadores que indican daño neuronal. Las catecolaminas, entre estos mediadores, tienen un rol importante porque si se liberan en exceso pueden causar disfunción endotelial y vasoconstricción en la microvasculatura pulmonar, lo cual favorece que surja edema y SDRA (51).

51.- Robba, C., Wahlster, S., & Newcombe, V. (2025). Update on acute brain injury. *Intensive care medicine*, 51(10), 1924–1926. <https://doi.org/10.1007/s00134-025-08121-7>

La escala SOFA inicial tuvo una mediana de 9 puntos y rango inter cuartil de 4 (IC 95% 8 – 10); por su parte, la escala APACHE, tuvo una mediana de 18 puntos, rango inter cuartil de 7 (IC 95% 17 – 24); por su parte, los niveles de hemoglobina (hb) mínimos alcanzados por los pacientes tuvieron una mediana de 10.6 g/dL y rango inter cuartil de 3.1 g/dL (IC 95% 9.0 – 11.0 g/dL) (ver tabla 7).

Tabla 7 Variables clínicas de los pacientes con TCE severo y SDRA

		n (%)	IC 95%
Poli trauma	Trauma cerrado de tórax	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
	Trauma cerrado de abdomen	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	Trauma de cuello	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
	Trauma cerrado de tórax y hemotórax	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
	Hemotórax y neumotórax	3 (13.6%)	4.0 – 32.1%
	Ninguna	3 (13.16%)	4.0 – 32.1%
	Trauma raquimedular	2 (9.1%)	1.9 – 26.1%
Hipotensión al ingreso	Sí	5 (22.7%)	9.2 – 42.9%
	No	17 (77.3%)	57.1 – 90.8%
Hipoxia ingreso	Sí	15 (68.2%)	47.4 – 84.5%
	No	7 (31.8%)	15.5 – 52.6%
Fx costales	Sí	11 (50%)	30.2 – 69.8%
	No	11 (50%)	30.2 – 69.8%
Contusión pulmonar	Sí	18 (81.8%)	62.4 – 93.5%
	No	4 (18.2%)	6.5 – 37.6%
SOFA inicial. Mediana (rango inter cuartil)		9 (4)	8 – 10
APACHE inicial. Mediana (rango inter cuartil)		18 (7)	17 – 24
HB mínima, g/dL. Mediana (rango inter cuartil)		10.6 (3.1)	9.0 – 11.0

IC: intervalo de confianza; TCT: trauma cerrado de tórax; HB: hemoglobina; SOFA: Sequential Organ Failure Assessment, (Evaluación de fallo orgánico secuencial); APACHE: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, Evaluación de la Fisiología Aguda y la Salud Crónica; HB: hemoglobina. Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

Prueba de hipótesis

Para el contraste de hipótesis, se utilizó la prueba estadística Z para una proporción y se encontró que la prevalencia de SDRA observada de 19.64% no fue estadísticamente significativa ($Z = -1.064$, $p = 0.125$, IC 95% 0.03 – 0.36).

Tabla 8 Prueba de hipótesis

Prevalencia observada	Prevalencia esperada	Estadístico Z calculado	p	IC 95%
0.1964	0.30	-1.064	0.125	0.03 – 0.36

Fuente: expedientes de pacientes con SDRA y TCE severo en la UCI del Hospital General de San Juan del Río.

VIII. Discusión

Durante un periodo de 2 años, entre 2022 y 2024 se encontró una frecuencia de SDRA entre pacientes con TCE severo del 19.64% que no fue estadísticamente significativa ($Z = -1.064$, $p = 0.125$, IC 95% 0.03 – 0.36), por lo que se conservó la hipótesis nula.

Un estudio de cohorte publicado en 2020 y realizado en Estados Unidos de América, reportó que, durante 7 años, entre 2007 y 2014, a nivel nacional hubo una incidencia de SDRA de 7.5 % entre 38,213 pacientes con TCE grave aislado (Komisarow et al., 2020).

Wang Z et al. (2025), publicaron en 2025 sus hallazgos sobre un modelo de predicción de desarrollo de SDRA entre pacientes con TCE leve de China. Estudiaron características como la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso, la presencia de neumonía y el volumen de líquidos en las primeras 24 horas, de 502 pacientes con TCE leve estudiados, el 32.9 % desarrollaron SDRA.

Taran et al. (2023) realizaron un metaanálisis que integró 23 estudios con 6,961,284 casos, encontrando una incidencia acumulada de SDRA del 17%. En comparación, en el presente trabajo, desarrollado durante el periodo 2022–2024, se observó una frecuencia ligeramente mayor (19.64%) en pacientes con lesión cerebral grave. Estas cifras, aunque cercanas, reflejan la persistencia de una elevada carga de complicaciones pulmonares en esta población crítica, a pesar de los avances en las estrategias ventilatorias y de monitoreo hemodinámico (Taran et al., 2023).

En cuanto a las características demográficas, en esta investigación se observó que la edad media de los 22 pacientes con SDRA fue de 34 ± 20 años (IC 95% 26 – 43); 20 pacientes (90.9%) fueron del sexo masculino y solo 2 (9.1%) fueron del femenino (IC 95% 1.9 – 26.1%).

En una revisión sistemática y metaanálisis publicada por Fan et al. (2021), que incluyó 20 estudios con un total de 2,830 pacientes con lesión cerebral traumática, se reportó una incidencia del 19% de SDRA, con una mediana de edad de 44 años y predominio del sexo masculino (64%).

En el estudio realizado entre población de China con SDRA y TCE, se reportó que la mediana de la edad fue de 59 años, con rango inter cuartil de 45 a 68 y prevaleció el sexo masculino que representó el 68.3% (Wang et al., 2025).

En lo que respecta al tipo de lesiones intracraneales, sabe que la interacción cerebro-pulmón desempeña un papel crucial en el desarrollo de la lesión pulmonar secundaria tras un traumatismo craneoencefálico (TCE) y, de acuerdo con Li et al. (2022), la hemorragia subaracnoidea traumática (HSA_t) es una de las lesiones intracraneales más frecuentes, con una prevalencia reportada entre 33% y 60%, y se asocia con una mortalidad elevada y desenlaces neurológicos adversos. En la presente investigación estudio, la frecuencia de HSA fue de (IC 95% 22.5 – 61.5%), valor que se encuentra dentro del rango descrito por dicho autor.

En cuanto a las comorbilidades, se observó en la presente tesis que 18 (81.8%) pacientes no tenían alguna otra patología asociada, 3 (13.6%) tenían diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en combinación con hipertensión arterial sistémica (HAS) y solo un paciente (4.5%) tenía DM2 sola. En la población de China estudiada por Wang Z et al., se reportó que, de 337 pacientes con TCE y SDRA, 83 (24.6%) tenían hipertensión arterial, 32 (9.5%) tenían diabetes y 40 (11.9%) padecían alguna enfermedad pulmonar (Wang et al., 2025).

En lo respecta al manejo de los casos, en esta investigación se observó que 4 (18.2%) pacientes fueron intubados previo a su ingreso al hospital (IC 95% 6.5 – 37.6%) y 18 (81.8%) fueron intubados dentro del hospital (62.4 - 93.5%); por su parte, en el estudio entre población en China publicado por Wang et al., (2025), se encontró que de 337 casos con TCE y SDRA, 106 (64.2%) fueron intubados en el servicio de urgencias (Wang et al., 2025).

Della Torre et al. (2017), describe que el aumento de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) en pacientes con SDRA y lesión cerebral puede generar efectos variables sobre la presión intracraneal (PIC), dependiendo de si la PEEP produce hiperinsuflación pulmonar o reclutamiento alveolar. Cuando predomina la hiperinsuflación, se incrementa la presión intratorácica y, por ende, la PIC; mientras que, en condiciones de reclutamiento alveolar efectivo, dichos efectos son mínimos

o incluso ausentes. En nuestro estudio, todos los pacientes fueron manejados con una PEEP entre 5 y 8 mmHg. No obstante, la evidencia reciente indica que la titulación individualizada de la PEEP en pacientes con TCE y SDRA no ha demostrado beneficios clínicos significativos en términos de mortalidad o resultados neurológicos, siendo preferible mantener niveles conservadores que garanticen un equilibrio entre la oxigenación y la presión de perfusión cerebral.

Robateau et al. (2024) menciona que la presión de conducción (driving pressure, DP), definida como la diferencia entre la presión plateau (Pplat) y la PEEP, representa la variable ventilatoria más fuertemente asociada con la mortalidad en pacientes con SDRA (42). De manera concordante, en el análisis post hoc realizado por Amato et al. (2015), se observó que los pacientes que mantuvieron una DP menor de 15 cmH₂O presentaron una mayor supervivencia, con un riesgo relativo (RR) de 1.41 (intervalo de confianza del 95 %, 1.31–1.51; $p < 0.001$) (43). Esta asociación sugiere que la DP refleja de forma más precisa la tensión dinámica a la que se expone el parénquima pulmonar durante la ventilación mecánica, integrando los efectos del volumen corriente y la distensibilidad pulmonar. En nuestro estudio, el 100 % de los pacientes se mantuvo dentro de las metas de ventilación protectora, incluyendo una DP ≤ 15 cmH₂O, lo que podría haber contribuido a limitar la lesión pulmonar asociada al ventilador y, potencialmente, influir en los desenlaces observados en términos de mortalidad.

Kelly-Hedrick et al. (2025) describen el uso de la posición prono en pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE) y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), reportando una mejoría significativa en la oxigenación, aunque asociada a aumentos de la presión intracraneal. Por su parte, el ensayo multicéntrico, prospectivo, aleatorizado y controlado de Guérin et al. (2013), uno de los estudios más representativos sobre el tema, evaluó el impacto de la posición prono en la mortalidad a 28 días, observando una tasa del 16.0 % en el grupo en decúbito prono frente al 32.8 % en el grupo en decúbito supino ($p < 0.001$). En el presente estudio, el 59.1 % de los pacientes fueron colocados en posición prono sin observar cambios significativos en la PIC, utilizando como medidas subrogadas la vaina del nervio

óptico y el índice de pulsatilidad cerebral para inferir posibles variaciones en la presión intracraneal.

Por otro lado, de los 22 casos del presente estudio, el balance hídrico fue positivo en 13 (59.1%) casos (IC 95% 38.5 – 77.5%) y la media del balance hídrico fue de 1314 ± 2209 mililitros (IC 95% 334 – 2293). Entre población China con TCE y SDRA se reportó que hubo una mediana de balance hídrico de 462.50 (–38.00, 1244.00] ml (Wang et al., 2025).

Robba et al. (2023) mencionan que la administración de líquidos debe guiarse por las necesidades clínicas, procurando mantener un balance hídrico neutro o conservador. En caso de ser necesario incrementar la presión de perfusión cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE), se recomienda priorizar el uso de vasopresores antes que una expansión volémica excesiva, con el objetivo de evitar la sobrecarga de líquidos. En este estudio, el 59% de los pacientes presentó un balance hídrico positivo. Si bien no es posible establecer una relación causal directa entre el balance positivo y la aparición de hipoxemia o el desarrollo de síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), es bien conocido que una terapia hídrica agresiva puede favorecer la fuga capilar y el daño endotelial a nivel pulmonar, contribuyendo potencialmente a la alteración del intercambio gaseoso y al deterioro de la oxigenación.

En cuanto al empleo de transfusiones sanguíneas, solo 2 casos (9.1%) de los 22 de esta investigación recibieron transfusión. En contraste, en una cohorte reportada en China, de 337 pacientes con TCE, 104 (63.0%) recibieron transfusión durante las primeras 24 horas (Wang et al., 2025). En el presente estudio se implementó una estrategia transfusional restrictiva; sin embargo, una revisión sistemática y metaanálisis reciente que incluyó cinco ensayos aleatorizados con un total de 2,399 pacientes con lesión cerebral aguda encontró que las estrategias restrictivas se asociaron con un mayor riesgo de sepsis o choque séptico (RR: 1.42; IC 95%: 1.08–1.86; $p = 0.01$) y con peores desenlaces funcionales a los seis meses (RR: 1.13; IC 95%: 1.06–1.21; $p = 0.0003$). No se observaron diferencias significativas en la mortalidad en UCI (RR: 1.00; IC 95%: 0.84–1.20; $p = 0.96$), tromboembolismo

venoso (RR: 0.88; IC 95%: 0.56–1.38; $p = 0.58$) o síndrome de distrés respiratorio agudo (RR: 1.05; IC 95%: 0.69–1.61; $p = 0.81$) (Taccone et al., 2024). Estos hallazgos indican que, si bien las estrategias restrictivas no parecen asociarse con un mayor riesgo de desarrollar SDRA, umbrales transfusionales más liberales podrían ofrecer beneficios adicionales en el contexto del cuidado neurocrítico, al mejorar la oxigenación tisular y reducir la incidencia de eventos isquémicos cerebrales.

En cuanto a la evolución de los casos de este estudio, se observó que la calificación inicial de la escala de Glasgow tuvo una media de 7 ± 2 puntos (IC 95% 6 – 8) y, al egreso, de 12 ± 4 (IC 95% 10 -14) puntos. De acuerdo con dicha escala, al inicio, 17 (77.3%) pacientes fueron clasificados como lesión severa y 5 (22.7%) como moderada; mientras que, al egreso de la UCI, 10 (45.5%) tenían lesión leve, de acuerdo con la clasificación de Glasgow, 8 (36.4%) fueron clasificados con lesión moderada y solo 4 (18.2%) como severa.

Wang Z et al., reportó que los casos de su población estudiada en China tuvieron a su ingreso una mediana de la escala de coma de Glasgow de 6.0 (3.0 – 7.0) puntos. Por su parte, Komisarow JM y colaboradores, reportaron que en la población estadounidense que estudiaron, el puntaje medio de la escala de Glasgow fue de 4.0 ± 1.7 al momento de su ingreso al hospital.

Tras una lesión cerebral adquirida (LCA), existe evidencia creciente de que una estrategia ventilatoria inapropiada puede exacerbar el daño cerebral secundario. Ziaka et al. (2024) señalan que, en pacientes con SDRA y lesión cerebral, la ventilación mecánica protectora caracterizada por volúmenes corrientes bajos y presión meseta limitada se asocia con una mejor supervivencia global. No obstante, dicha estrategia puede inducir hipercapnia permisiva e hipoxemia leve, condiciones que, en el contexto de una autorregulación cerebral alterada, podrían incrementar la presión intracraneal (PIC) y comprometer la oxigenación cerebral.

El equilibrio entre la protección pulmonar y la estabilidad cerebral continúa siendo un desafío clínico relevante, lo que hace necesaria la individualización de las estrategias ventilatorias para optimizar tanto la oxigenación sistémica como la perfusión cerebral. En concordancia con estas recomendaciones, el 100% de los

pacientes incluidos en nuestro estudio fueron ventilados con volúmenes tidales bajos mediante un modo controlado por volumen, siguiendo los lineamientos del estudio ARDS Network Trial, considerado un punto de referencia en el manejo ventilatorio del SDRA. Dicho ensayo demostró que el uso de volúmenes corrientes reducidos se asoció con una disminución significativa de la mortalidad (22%) y con un mayor número de días libres de ventilación mecánica ($p = 0.007$), en comparación con estrategias ventilatorias convencionales. Estos hallazgos respaldan la aplicación de la ventilación protectora en pacientes con TCE que desarrollan SDRA, ya que permiten optimizar la oxigenación y reducir el riesgo de barotrauma, volutrauma y las alteraciones hemodinámicas que podrían repercutir sobre la presión intracraneal (Brower et al., 2000).

Otra característica estudiada fue la lesión renal aguda (LRA) que constituye un factor de riesgo independiente de mortalidad en los pacientes ingresados en las UCI. De acuerdo con Husai Syed et al. (2023), las tasas de mortalidad reportadas en pacientes con LRA que requieren terapia de reemplazo renal (TRR) oscilan entre 40 y 55%. Si bien en el presente estudio no se evaluó directamente el riesgo asociado al uso de TRR, se observó una alta prevalencia de LRA (86.4 %) en la población analizada.

Otro aspecto estudiado en este estudio fue el desarrollo de neumonía asociada a la ventilación mecánica, que se presentó en 12 (54.5%) pacientes mientras que, en población China, esta variable se detectó en 106 (70.2%) de 337 casos (Wang et al., 2025).

En este estudio, 3 (13.6%) de los 22 casos fallecieron, mientras que, en Estados Unidos, Komisarow et al. (2020), reportó una mortalidad en 870 (30.6%) de 2847 con TCE y SDRA (39).

En cuanto a otras variables del perfil clínico de los casos, se observó que 5 (22.7%) tuvo trauma cerrado de tórax solo y otros 5 pacientes tuvieron trauma cerrado de tórax. Por su parte, en población de China, Wang et al. (2025) reportó que de 337 casos, 65 (43%) tuvieron trauma de tórax.

En este estudio la escala APACHE, tuvo una mediana de 18 puntos, rango intercuartil de 7 (IC 95% 17 – 24), mientras que en China se observó que la mediana de la escala APACHE II fue de 20.00 (17.00, 24.00) puntos (Wang et al., (2025).

En cuanto a la mortalidad, En un metaanálisis y revisión sistemática llevada a cabo por Fan et al. (2021), se encontró que el 43% de los pacientes con traumatismo craneoencefálico complicado con síndrome de distrés respiratorio agudo fallecieron ($p = 0.01$). En cambio, en este estudio se registró una mortalidad del 13.6%, cifra significativamente inferior. Sin embargo, esta diferencia debe interpretarse con cautela, ya que el tamaño limitado de la muestra reduce la validez estadística y la capacidad para detectar diferencias clínicamente significativas.

IX. Limitaciones

Este estudio presentó limitaciones como el tipo de diseño que fue retrospectivo y basado únicamente en la revisión de expedientes clínicos, por lo que el sesgo de información se presentó al no contar con la totalidad de las variables en todos los expedientes participantes.

Por otra parte, el tamaño muestral fue reducido, ya que no se abarcó un amplio periodo de tiempo, debido a dificultades administrativas para el acceso a censos de años previos de pacientes con TCE severo y diagnóstico de SDRA.

Otra limitación de la presente investigación fue la técnica muestral utilizada ya que se trató de un muestreo no aleatorio, sino por conveniencia lo que limita la generalización de los resultados obtenidos que, aunado al diseño retrospectivo, impidió la selección de los participantes en tiempo real de forma aleatoria, considerando a aquellos en quienes se tuviera la certeza de que cumplían los criterios de Berlín modificados por Kigali y que, además tuviesen la misma oportunidad de participar todos los que cumplieran con los criterios de selección.

La última limitación del presente estudio fue la falta de grupo control que impidió hacer un análisis inferencial para establecer asociaciones de los factores de riesgo para desarrollar SDRA presentes entre pacientes con TCE severo.

X. Conclusiones

Los hallazgos de esta investigación sugieren que, de 2022 a 2024, hubo una elevada prevalencia de SDRA en pacientes con TCE severo atendidos en el Hospital General de San Juan del Río, pues representaron un 19.64% de los casos de TCE severo que el hospital atendió en dicho periodo de estudio.

La hipoxia constituye un hallazgo frecuente en pacientes con TCE severo y SDRA, y aunque en el presente estudio no se demostró una relación causal directa con los desenlaces clínicos, su presencia puede predecir de forma independiente un peor pronóstico neurológico.

La elevada incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica (54.5%) observada en esta investigación; evidencia su impacto clínico en los pacientes con TCE severo, al asociarse con mayor inflamación sistémica y riesgo de SDRA, así como prolongación de la estancia en UCI, incremento en la duración del soporte ventilatorio y aumento de la mortalidad reportado en la literatura.

La implementación de estrategias de profilaxis antibiótica temprana, basadas en evidencia actual, podría contribuir a disminuir la incidencia de neumonía asociada a la ventilación mecánica en pacientes con TCE severo

XI. Propuestas

Con base en los hallazgos de esta investigación, se sugieren las siguientes propuestas:

- Establecer una evaluación estandarizada de rutina en pacientes con trauma craneoencefálico severo que permita la detección temprana y sistemática de lesiones torácicas asociadas como fracturas costales, contusiones pulmonares, tórax inestable y hemotórax- neumotórax, con el fin de optimizar su manejo y prevenir complicaciones respiratorias.
- Reforzar medidas preventivas para reducir la incidencia de neumonía asociada a ventilación, incluyendo la realización diaria de pruebas de destete para favorecer la extubación temprana, manejo adecuado de secreciones mediante sistemas de aspiración cerrados, control estricto de la presión del manguito del tubo endotraqueal, aplicación rigurosa de protocolos de higiene de manos, elevación de la cabecera a 45° e higiene bucal con soluciones de clorhexidina.
- Implementar un protocolo institucional de profilaxis antibiótica temprana en pacientes con TCE severo que requieran intubación, basado en la administración de una dosis única de ceftriaxona dentro de las primeras 12 horas, con el objetivo de reducir la incidencia de neumonía asociada a la ventilación mecánica y mejorar los desenlaces clínicos.

XII. Bibliografia

- Ashbaugh, D. G., Bigelow, D. B., Petty, T. L., & Levine, B. E. (1967). Acute respiratory distress in adults. *The Lancet*, 2, 319–323.
- Bernard, G. R., Artigas, A., Brigham, K. L., et al. (1994). The American-European Consensus Conference on ARDS: Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 149(3), 818–824.
- Brower, R. G., Matthay, M. A., Morris, A., Schoenfeld, D., Thompson, B. T., & Wheeler, A. (2000). Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine*, 342(18), 1301–1308. <https://doi.org/10.1056/nejm200005043421801>
- Della Torre, V., Badenes, R., Corradi, F., Racca, F., Lavinio, A., Matta, B., Bilotta, F., & Robba, C. (2017). Acute respiratory distress syndrome in traumatic brain injury: how do we manage it?. *Journal of thoracic disease*, 9(12), 5368–5381. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.11.03>
- Fan, T. H., Huang, M., Gedansky, A., et al. (2021). Prevalence and outcome of acute respiratory distress syndrome in traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis. *Lung*, 199(6), 603–610. <https://doi.org/10.1007/s00408-021-00491-1>
- Fan, T. H., Huang, M., Gedansky, A., Price, C., Robba, C., Hernandez, A. V., et al. (2021). Prevalence and outcome of acute respiratory distress syndrome in traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis. *Lung*, 199(6), 603–610. <https://doi.org/10.1007/s00408-021-00491-1>
- Feigin, V. L., Nichols, E., Alam, T., Bannick, M. S., Beghi, E., Blake, N., Culpepper, W. J., Dorsey, E. R., Elbaz, A., Ellenbogen, R. G., Fisher, J. L., Fitzmaurice, C., Giussani, G., Glennie, L., James, S. L., Johnson, C. O., Kassebaum, N. J., Logroscino, G., Marin, B., . . . Car, M. (2019). Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The*

- Lancet Neurology, 18(5), 459–480. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(18\)30499-x](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(18)30499-x)
- Guérin, C., Reignier, J., Richard, J. C., Beuret, P., Gacouin, A., Boulain, T., Mercier, E., Badet, M., Mercat, A., Baudin, O., Clavel, M., Chatellier, D., Jaber, S., Rosselli, S., Mancebo, J., Sirodot, M., Hilbert, G., Bengler, C., Richecoeur, J., Gainnier, M., ... PROSEVA Study Group (2013). Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *The New England journal of medicine*, 368(23), 2159–2168. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1214103>
 - Hendrickson, C. M., Howard, B. M., Kornblith, L. Z., et al. (2016). The acute respiratory distress syndrome following isolated severe traumatic brain injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 80(6), 989–997. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000982>
 - Hermanides, J., Hong, Y. T., Trivedi, M., et al. (2021). Metabolic derangements are associated with impaired glucose delivery following traumatic brain injury. *Brain*, 144(11), 3492–3504. <https://doi.org/10.1093/brain/awab255>
 - Husain-Syed, F., Takeuchi, T., Neyra, J. A., Ramírez-Guerrero, G., Rosner, M. H., Ronco, C., & Tolwani, A. J. (2023). Acute kidney injury in neurocritical care. *Critical care (London, England)*, 27(1), 341. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04632-1>
 - Kaur, P., & Sharma, S. (2018). Recent advances in pathophysiology of traumatic brain injury. *Current Neuropharmacology*, 16(8), 1224–1238. <https://doi.org/10.2174/1570159X15666170613083606>
 - Kelly-Hedrick, M., Liu, S., Hatfield, J., Soto, A. L., Bartlett, A. M., Heo, H. J., O'Callaghan, E., Arulraja, E., Kaplan, S., Ohnuma, T., Krishnamoorthy, V., Colton, K., & Komisarow, J. (2025). Management of traumatic brain injury and acute respiratory distress syndrome-What evidence exists? A scoping review. *Journal of the Intensive Care Society*, 26(2), 205–222. <https://doi.org/10.1177/17511437241311398>

- Kinoshita, K. (2016). Traumatic brain injury: Pathophysiology for neurocritical care. *Journal of Intensive Care*, 4, 29. <https://doi.org/10.1186/s40560-016-0138-3>
- Komisarow, J. M., Chen, F., Vavilala, M. S., Laskowitz, D., James, M. L., & Krishnamoorthy, V. (2020). Epidemiology and outcomes of acute respiratory distress syndrome following isolated severe traumatic brain injury. *Journal of Intensive Care Medicine*, 37(1), 68–74. <https://doi.org/10.1177/0885066620972001>
- Launey, Y., Fryer, T. D., Hong, Y. T., et al. (2020). Spatial and temporal pattern of ischemia and abnormal vascular function following traumatic brain injury. *JAMA Neurology*, 77(3), 339–349. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.3854>
- Li, M., Wang, R., Fang, Q. X., He, Y. X., Shi, Y. W., Ge, S. N., Ma, R. N., & Qu, Y. (2022). Association between Traumatic Subarachnoid Hemorrhage and Acute Respiratory Failure in Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury Patients. *Journal of clinical medicine*, 11(14), 3995. <https://doi.org/10.3390/jcm11143995>
- Matthay, M. A., Zemans, R. L., & Zimmerman, G. A. (2019). Acute respiratory distress syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 5(1), 18. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0069-0>
- Meyfroidt, G., Bouzat, P., Casaer, M. P., et al. (2022). Management of moderate to severe traumatic brain injury: An update for the intensivist. *Intensive Care Medicine*, 48(6), 649–666. <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06702-4>
- Mouret, H. U. E. G., Mendoza, R. M., López, G. A., & Cortés, M. A. (2019). Comparison of Berlin vs Kigali criteria for diagnosis of the acute respiratory insufficiency syndrome. *Medicina Crítica*, 33(5), 221–232.
- O'Leary, M. P., Keeley, J. A., Yule, A., et al. (2016). Clinical predictors of early acute respiratory distress syndrome in trauma patients. *American*

Journal of Surgery, 212(6), 1096–1100.
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2016.09.008>

- Ortiz-Prado, E., León, A. B., Unigarro, L., & Santillan, P. (2018). Oxigenación y flujo sanguíneo cerebral: Revisión comprensiva de la literatura. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 27(1), 80–82.
- Pérez-Neri, I., & Aguirre-Espinosa, A. C. (2015). Dinámica del líquido cefalorraquídeo y barrera hematoencefálica. *Archivos de Neurociencias*, 20(1), 60–64.
- Picetti, E., Rossi, S., Abu-Zidan, F. M., Ansaloni, L., Armonda, R., Baiocchi, G. L., et al. (2019). WSES consensus conference guidelines: Monitoring and management of severe adult traumatic brain injury patients with polytrauma in the first 24 hours. *World Journal of Emergency Surgery*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0270-1>
- Ranieri, V. M., Rubenfeld, G. D., Thompson, B. T., et al. (2012). Acute respiratory distress syndrome: The Berlin Definition. *JAMA*, 307(23), 2526–2533. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.5669>
- Riviello, E. D., Kiviri, W., Twagirumugabe, T., et al. (2016). Hospital incidence and outcomes of the acute respiratory distress syndrome using the Kigali modification of the Berlin definition. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(1), 52–59. <https://doi.org/10.1164/rccm.201503-0584OC>
- Robateau, Z., Lin, V., & Wahlster, S. (2024). Acute Respiratory Failure in Severe Acute Brain Injury. *Critical care clinics*, 40(2), 367–390. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2024.01.006>
- Robba, C., Asgari, S., Gupta, A., et al. (2020). Lung injury is a predictor of cerebral hypoxia and mortality in traumatic brain injury. *Frontiers in Neurology*, 11, 771. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00771>
- Robba, C., Camporota, L., & Citerio, G. (2023). Acute respiratory distress syndrome complicating traumatic brain injury. Can opposite strategies

- converge?. *Intensive care medicine*, 49(5), 583–586.
<https://doi.org/10.1007/s00134-023-07043-6>
- Robba, C., Zanier, E. R., Lopez Soto, C., et al. (2024). Mastering the brain in critical conditions: An update. *Intensive Care Medicine Experimental*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40635-023-00587-3>
 - Rodriguez, E. E., Zaccarelli, M., Sterchele, E. D., & Taccone, F. S. (2024). "NeuroVanguard": A contemporary strategy in neuromonitoring for severe adult brain injury patients. *Critical Care*, 28(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04893-4>
 - Rosenthal, G., Hemphill, J. C., Sorani, M., et al. (2008). The role of lung function in brain tissue oxygenation following traumatic brain injury. *Journal of Neurosurgery*, 108(1), 59–65. <https://doi.org/10.3171/JNS/2008/108/01/0059>
 - Soto, D. G., Pérez, O. R., Deloya, E., Rayo, S., Castillo, G., & Olvera, M. G. (2022). Pathophysiology, diagnosis and treatment of traumatic brain injury. *Revista Médica del IMSS*, 50(1), 4–15. <https://doi.org/10.35366/105545>
 - Stocchetti, N., & Maas, A. I. (2014). Traumatic intracranial hypertension. *The New England Journal of Medicine*, 370(22), 2121–2130. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1208708>
 - Taccone, F. S., De Oliveira Manoel, A. L., Robba, C., & Vincent, J. L. (2020). Use a "GHOST CAP" in acute brain injury. *Critical Care*, 24(1), 89.
 - Taccone, F. S., Rynkowski, C. B., Møller, K., Lormans, P., Quintana-Díaz, M., Caricato, A., Cardoso Ferreira, M. A., Badenes, R., Kurtz, P., Søndergaard, C. B., Colpaert, K., Petterson, L., Quintard, H., Cinotti, R., Gouvêa Bogossian, E., Righy, C., Silva, S., Roman-Pognuz, E., Vandewaeter, C., Lemke, D., ... TRAIN Study Group (2024). Restrictive vs Liberal Transfusion Strategy in Patients With Acute Brain Injury: The TRAIN Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 332(19), 1623–1633. <https://doi.org/10.1001/jama.2024.20424>

- Taran, S., Hamad, D. M., von Düring, S., Malhotra, A. K., Veroniki, A. A., McCredie, V. A., Singh, J. M., Hansen, B., Englesakis, M., & Adhikari, N. K. J. (2023). Factors associated with acute respiratory distress syndrome in brain-injured patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of critical care*, 77, 154341. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2023.154341>
- Thiara, S., Griesdale, D. E., Henderson, W. R., & Sekhon, M. S. (2018). Effect of cerebral perfusion pressure on acute respiratory distress syndrome. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 45(3), 313–319.
- Treggiari, M. M., Schutz, N., Yanez, N. D., & Romand, J. A. (2007). Role of intracranial pressure values and patterns in predicting outcome in traumatic brain injury: A systematic review. *Neurocritical Care*, 6(2), 104–112.
- Wang, Z., Xiao, Y., Zhu, M., Xu, S., Zhong, Y., Liu, X., et al. (2025). A nomogram for individualized prediction of acute respiratory distress syndrome in patients with severe traumatic brain injury: A retrospective cohort study. *BMC Pulmonary Medicine*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12890-025-03879-4>
- Ziaka, M., & Exadaktylos, A. (2024). Pathophysiology of acute lung injury in patients with acute brain injury: the triple-hit hypothesis. *Critical care (London, England)*, 28(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04855-w>

XIII. Anexos

1. Hoja de recolección de datos
2. Carta de consentimiento informado.
3. Registro UAQ
4. Registro SIRELCIS
5. Documento anti plagio.

Hoja de recolección de datos

Edad	Años:
Sexo	1) Femenino 2) Masculino
Lesión intracraneal	1) Hematoma epidural 2) Hematoma subdural 3) Contusión hemorrágica 4) Hemorragia subaracnoidea 5) Lesión axonal difusa
Comorbilidades	1) Diabetes 2) Hipertensión arterial 3) Insuficiencia cardíaca 4) Enfermedad Renal Crónica 5) Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica 6) Otras
Días de estancia en UCI	Número entero de días
Intubación prehospitalaria	1) Sí 2) No
Intubación en hospital	1) Sí 2) No
Duración de ventilación mecánica (VM)	Número entero en días
Traqueostomía	1) Sí 2) No

Modo de VM	4) Presión A/C 5) Volumen A/C 6) CPAP Otros
Presión positiva al final de la espiración (PEEP)	Presión en cmH ₂ O
Índice PAFI:	Valor del índice PAFI
Meta de protección pulmonar	1)Volumen corriente 2)Presión meseta 3)Presión de conducción
Pronación	1)Sí 2)No
Relajante muscular	1)Sí 2)No
Sedación profunda	1)Sí 2)No
Qx neurocirugía	1)Sí 2)No
Tratamiento adyuvante	1)Sí 2)No
Balance hídrico	1)Positivo 2)Negativo
Cantidad de balance hídrico (mililitros)	Mililitros
Transfusión	1)Sí 2)No
Antibiótico profiláctico	1)Sí 2)No

Puntuación Glasgow inicial.	Puntaje
Clasificación de Glasgow inicial	1) Leve 2) Moderado 3) Severo
Puntuación Glasgow al egreso	Puntaje
Clasificación de Glasgow al egreso	1) Leve 2) Moderado 3) Severo
Falla orgánica múltiple	1)Sí 2)No
Sepsis	1)Sí 2)No
Broncoaspiración	1)Sí 2)No
Neumonía asociada a VM	1)Sí 2)No
Lesión renal aguda	1)Sí 2)No
Hipertensión intracraneal	1)Sí 2)No
Defunción	1)Sí 2)No
Poli trauma	1) Trauma cerrado de tórax 2) Trauma cerrado de abdomen 3) Trauma de cuello 4) TCT y HL 5) Hemotórax y neumotórax 6) Ninguna

	Trauma raquimedular
Hipotensión al ingreso	1)Sí 2)No
Hipoxia al ingreso	1)Sí 2)No
Fracturas costales	1)Sí 2)No
Contusión pulmonar	1)Sí 2)No
SOFA	Puntaje
APACHE	Puntaje
Hemoglobina (Hb) mínima	Niveles en g/dL