



Aguascalientes
Gente de trabajo y soluciones
El gigante de México
GOBIERNO DEL ESTADO 2022-2027

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO
CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON
TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO”**

Tesis

Presentada por:

Efraín Azael López Lara

Para obtener el grado de especialista en:

Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Asesores

Dr. José Daniel Barrios Díaz

Dr. Andrés Alejandro Rosales García

Dr. Alejandro Ortega García

Dra. Luisa Fernanda Carbonell Montes

Aguascalientes, Ags., 4 febrero del 2026

GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES



El gigante de México

Centenario Hospital Miguel Hidalgo

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/099/25

Aguascalientes, Ags., a 23 de Julio del 2025

DR. JOSE DANIEL BARRIOS DÍAZ
INVESTIGADOR RESPONSABLE
PRESENTE:

Por medio de la presente se da constancia que el protocolo titulado:

**“ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES
CON TRAUMA CRANEOENCEFALICO”**

Autores:

DR. ANDRÉS ALEJANDRO ROSALES GARCÍA
DR. ALEJANDRO ORTEGA GARCÍA
DR. EFRAÍN AZAEL LÓPEZ LARA
DRA. LUISA FERNANDA CARBONELL MONTES

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: 2025-R-25

Con tiempo de vigencia: 5 meses de julio de 2025 a diciembre de 2025

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de “Avances de protocolos” y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

ATENTAMENTE

DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

DR. JAIME ASAEL LOPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



449 9 94 67 20

www.issea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morin S/N, Col. Estación Alameda C.P. 20259, Aguascalientes, Ags.

Dictamen de liberación

CARTA DE VOTO APROBATORIO

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
 DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE:

Por medio del presente como **DIRECTOR** designado del estudiante **EFRAÍN AZAEL LÓPEZ LARA** con ID **90003** quien realizó la tesis titulada: **"ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATTENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
 Aguascalientes, Ags., a 21 de enero del 2026.

Dr. José Daniel Barrios Díaz
 Director de tesis

c.c.p.- Interesado
 c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE:

Por medio del presente como **CO-DIRECTOR** designado del estudiante **EFRAÍN AZAEL LÓPEZ LARA** con ID **90003** quien realizó la tesis titulada: **"ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 21 de enero del 2026.


Dr. Andrés Alejandro Rosales García.
Co-Director de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE:

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **EFRAÍN AZAEL LÓPEZ LARA** con ID **90003** quien realizó la tesis titulada: **"ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 21 de enero del 2026.


Dr. Alejandro Ortega García
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE:

Por medio del presente como **ASESORA** designada del estudiante **EFRAÍN AZAEL LÓPEZ LARA** con ID **90003** quien realizó la tesis titulada: **"ASOCIACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO POSITIVO CON LA MORTALIDAD DE LOS PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 21 de enero del 2026.

Dra. Luisa Fernanda Carbonell Montes
Asesora de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

EVIDENCIA DE PUBLICACIÓN

The screenshot displays the 'Lux Médica' web application interface. At the top, there is a dark blue header with the text 'Lux Médica' on the left and a notification bell and user profile icon on the right. Below the header, the main content area is titled 'Envíos'. There are two tabs: 'Mi lista' with a notification badge '1' and 'Archivos'. A green 'Ayuda' button is located in the top right corner of the main area. The main content is titled 'Mis envíos asignados' and includes a search bar with the placeholder 'Buscar', a 'Filtros' button, and a 'Nuevo envío' button. A single submission is listed with the ID '8671', the author 'López Lara et al.', and the title 'Asociación del balance hídrico positivo con la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma cr...'. To the right of the title, there is a red 'Envío' button, a blue 'Ver' button, and a dropdown arrow.

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros, por guiarme a lo largo de este proceso de formación y compartir generosamente sus conocimientos, especialmente a aquellos que se tomaron el tiempo de brindarme su apoyo en los momentos adversos, ya fuera con un consejo oportuno o una palabra de aliento. Asimismo, a los profesores de rotación, quienes, aunque el tiempo de convivencia fue breve, lograron enseñarme de manera sencilla aquello que parecía complejo y me demostraron que siempre existe una forma amena de transmitir el conocimiento.

A mis compañeros residentes, a quienes fueron mis superiores de generaciones anteriores, por su paciencia, su tiempo y por compartir generosamente sus conocimientos; en especial a aquellos que, más que compañeros, se convirtieron en amigos. A mis compañeros de generación, con quienes compartí hombro a hombro esta aventura, marcada por el esfuerzo, resiliencia, aprendizaje y crecimiento. Y a mis residentes menores, a quienes espero haber dejado, al menos, alguna enseñanza que les sea útil en su camino personal o profesional.

Y a todos aquellos que, de alguna u otra forma, contribuyeron en este camino; de manera muy especial al personal de enfermería, quienes no solo se dedican al cuidado del paciente, sino también a apoyar a los residentes, compartiendo su experiencia, sus conocimientos, sus valiosos consejos y, sobre todo, su amistad.

DEDICATORIA

A mi esposa Yigessi,

mi compañera de vida, por ser el primer impulso en tomar este camino; mi sosten y refugio en los momentos de adversidad. Gracias por tu apoyo incondicional, tu tiempo y esfuerzo y por tener siempre una palabra de aliento. Mi mas profundo agradecimiento y admiración; sin ti esto no hubiera sido posible.

A mis Hijos Ydsa e Yfrey,

por ser mi mayor motivo de superación y razón de vida, por regalarme cada día esas sonrisas, abrazos y alegría que disipan el cansancio y me recuerdan que todo esfuerzo vale la pena.

A mis padres,

por enseñarme a perseguir mis sueños, por creer siempre en mi y por brindarme su apoyo y cariño en los momentos difíciles.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ACRÓNIMOS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
JUSTIFICACIÓN.....	9
MARCO TEÓRICO.....	11
HIPÓTESIS.....	15
Hipótesis alterna (H1):	15
Hipótesis nula (H0):	15
OBJETIVOS.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
CAPITULO II.....	16
METODOLOGÍA.....	16
CRITERIOS DE SELECCIÓN	16
Criterios de inclusión.....	16
Criterios de exclusión.....	16
Criterios de eliminación.....	17
VARIABLES	17
PROCEDIMIENTO	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	19
INSTRUMENTO	20
RECURSOS	21
Recursos Humanos, Materiales y Económicos	21
Recursos materiales	21
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	22

CAPITULO III.....23

RESULTADOS.....23

CAPÍTULO IV.....33

 DISCUSIÓN33

 CONCLUSIONES36

 CONTRIBUCIONES.....37

 LIMITACIONES38

GLOSARIO39

BIBLIOGRAFÍA.....42

ANEXOS.....45

 Anexo A. Instrumentos de recolección de la información e instructivos para recolectar información.45



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución según sexo..... 23

Figura 2. Distribución según presencia de comorbilidades. 24

Figura 3. Distribución según el tipo de comorbilidad presentada..... 24

Figura 4. Distribución según la presencia de alguna toxicomanía. 25

Figura 5. Distribución según el tipo de toxicomanía presentada..... 25

Figura 6. Distribución según el mecanismo de trauma. 26

Figura 7. Distribución según el requerimiento de Ventilación Mecánica Invasiva (VMI).... 27

Figura 8. Distribución según el tipo de fluidoterapia suministrada. 27

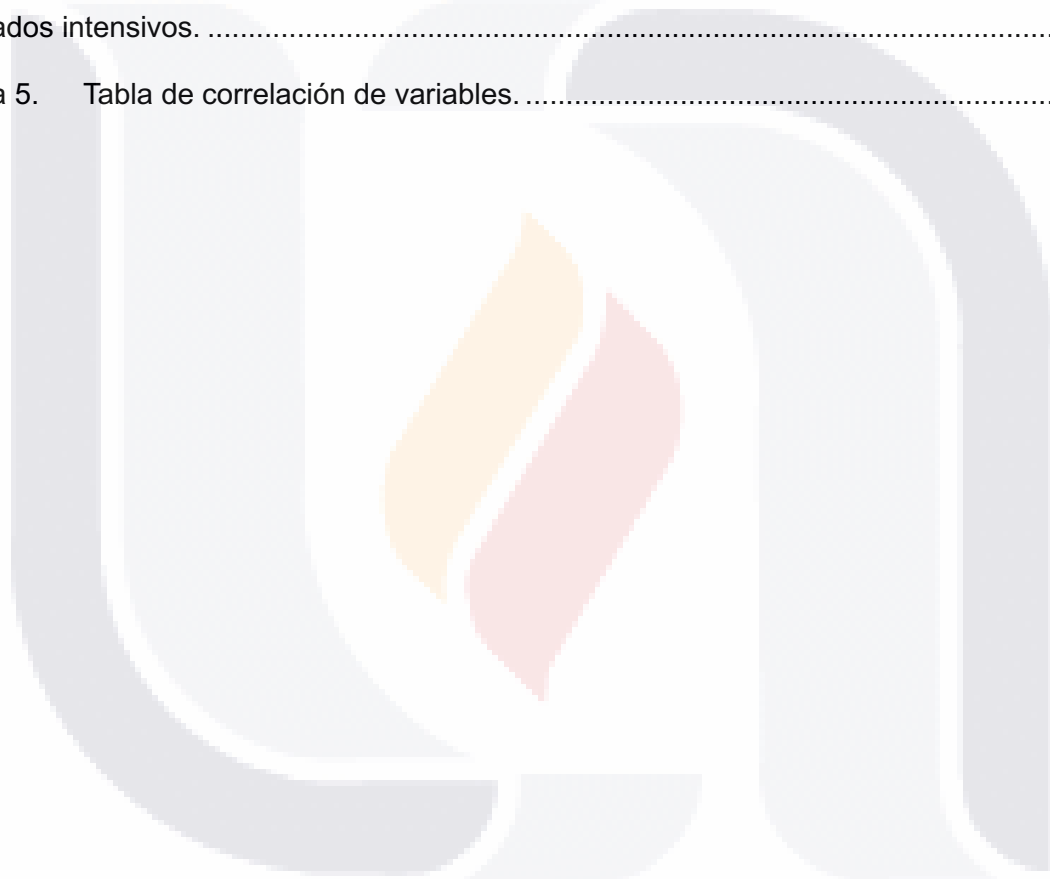
Figura 9. Distribución según el Balance Hídrico (BHV) presentado..... 28

Figura 10. Distribución según el tipo de toxicomanía presentada..... 29

Figura 11. Distribución según la condición al alta..... 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de variables cuantitativas.	29
Tabla 2. Pruebas de chi cuadrado entre el balance hídrico y la condición al alta hospitalaria.	30
Tabla 3. Tabla de contingencia entre balance hídrico y condición al alta hospitalaria. ..	31
Tabla 4. Tabla de contingencia entre balance hídrico y condición al alta de la unidad de cuidados intensivos.	31
Tabla 5. Tabla de correlación de variables.	32



ACRÓNIMOS

Sigla	Significado
APACHE II	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II
Cc	Centímetros Cúbicos
DALY	Años de Vida Ajustados por Discapacidad (Disability-Adjusted Life Years)
DE	Desviación Estándar
ECG	Escala de Coma de Glasgow
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
ERC	Enfermedad Renal Crónica
GBD	Carga Global de Enfermedad (Global Burden of Disease)
GOS	Escala de Resultados de Glasgow (Glasgow Outcome Scale)
H0	Hipótesis Nula
H1	Hipótesis Alternativa
IMC	Índice de Masa Corporal
LRA	Lesión Renal Aguda
mmHg	Milímetros de Mercurio
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAM	Presión Arterial Media
PIC	Presión Intracraneal
PPC	Presión de Perfusión Cerebral
SIADH	Síndrome de Secreción Inadecuada de Hormona Antidiurética
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TCE	Trauma Craneoencefálico
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
VMI	Ventilación Mecánica Invasiva

RESUMEN

Introducción: El trauma es un motivo frecuente de ingreso a los servicios de urgencias, muchos de ellos ameritando manejo en las unidades de cuidados intensivos los primeros pasos terapéuticos para la estabilización del paciente son el manejo de la vía aérea, la estabilización hemodinámica y la analgesia. La hipotensión arterial influye negativamente sobre el pronóstico y la evolución de los pacientes, sobre todo en aquellos con trauma craneoencefálico en los cuales se pierde la autorregulación cerebral, de ahí que el mecanismo compensatorio sea un adecuado flujo sanguíneo, en donde la primera medida de reanimación es la reanimación hídrica. El balance hídrico positivo se encuentra asociado con incrementos en la mortalidad, no obstante, la información sobre su impacto en los pacientes con diagnóstico de trauma es limitada. **Objetivo:** Evaluar la asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico en la Unidad de Cuidados Intensivos. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y transversal en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se incluyeron expedientes de pacientes adultos fallecidos con diagnóstico de trauma craneoencefálico (TCE) entre enero y diciembre de 2024. Se recolectaron datos demográficos, clínicos y de balance hídrico seriado (24h, 36h, 72h y acumulado). El análisis estadístico incluyó pruebas de chi-cuadrado, correlaciones de Pearson y Spearman para evaluar la asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria. **Resultados:** el 89.2% fueron hombres, con una media de edad de 35.3 años. El 29.7% presentó balance hídrico positivo. La mortalidad hospitalaria fue significativamente mayor en el grupo con balance positivo 50% frente al grupo con balance negativo 16.7% ($\chi^2=16.948$; $p=0.002$). Se identificó una correlación inversa significativa entre el balance hídrico y la supervivencia (r de Pearson=-0.344; $p=0.003$). El balance positivo se asoció consistentemente con desenlaces clínicos desfavorables. **Conclusiones:** Un balance hídrico positivo acumulado se asocia de manera significativa con un aumento en la mortalidad hospitalaria y con desenlaces clínicos desfavorables en pacientes con trauma craneoencefálico grave. Estos hallazgos respaldan la implementación de estrategias de manejo de fluidos más conservadoras y estrictas en esta población crítica para potencialmente mejorar su supervivencia y pronóstico.

Palabras clave: balance hídrico, traumatismo craneoencefálico, mortalidad.

ABSTRACT

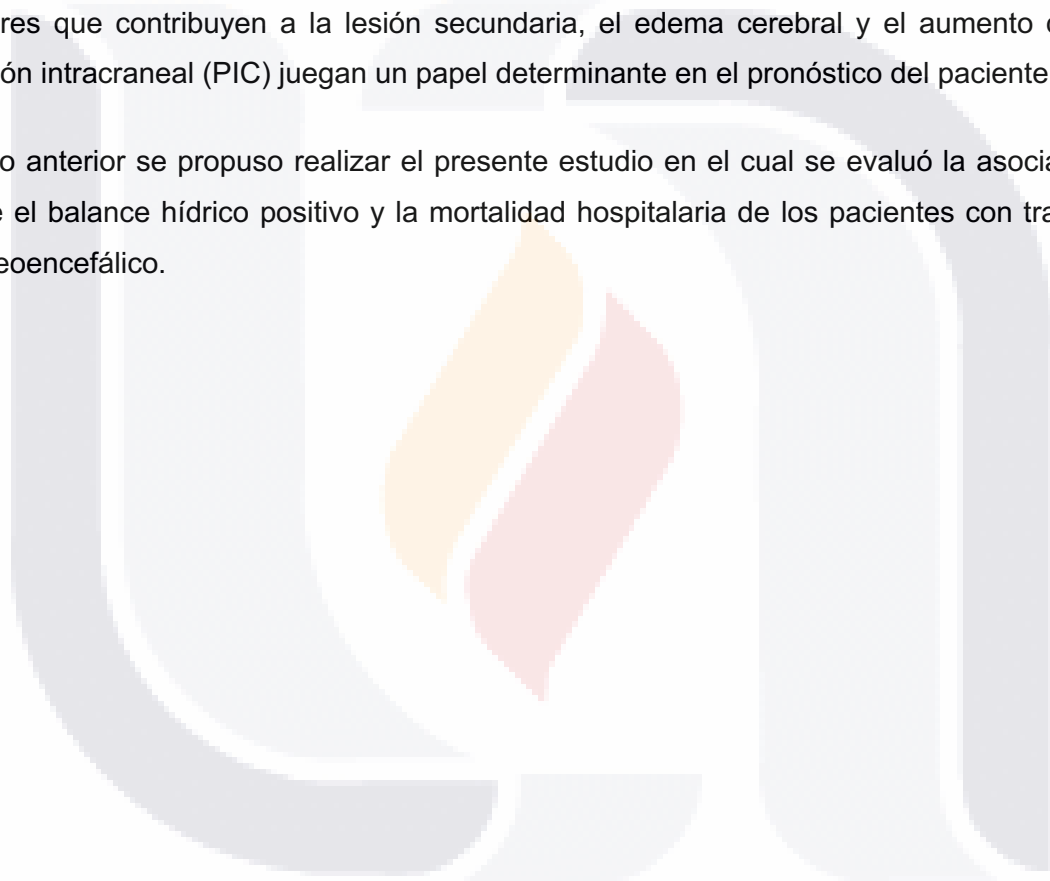
Introduction: Trauma is a common reason for admission to emergency departments, many of which require management in intensive care units. The first therapeutic steps for patient stabilization are airway management, hemodynamic stabilization, and analgesia. Arterial hypotension negatively influences the prognosis and outcome of patients, especially in those with head trauma in whom cerebral autoregulation is lost. Therefore, the compensatory mechanism is adequate blood flow, where the first resuscitation measure is fluid resuscitation. Positive fluid balance is associated with increased mortality; however, information on its impact on patients diagnosed with trauma is limited. **Objective:** To evaluate the association between positive fluid balance and in-hospital mortality in patients with head trauma in the Intensive Care Unit. **Methods:** An observational, retrospective, cross-sectional study was conducted in the Intensive Care Unit of Centenario Hospital Miguel Hidalgo. The records of deceased adult patients diagnosed with traumatic brain injury (TBI) between January and December 2024 were included. Demographic, clinical, and serial fluid balance data (24h, 36h, 72h, and cumulative) were collected. Statistical analysis included chi-square tests and Pearson and Spearman correlations to assess the association between positive fluid balance and in-hospital mortality. **Results:** 89.2% were men, with a mean age of 35.3 years. 29.7% had positive fluid balance. In-hospital mortality was significantly higher in the positive balance group (50%) compared to the negative balance group (16.7%) ($\chi^2=16.948$; $p=0.002$). A significant inverse correlation was identified between fluid balance and survival (Pearson $r=-0.344$; $p=0.003$). Positive fluid balance was consistently associated with adverse clinical outcomes. **Conclusions:** A cumulative positive fluid balance is significantly associated with increased in-hospital mortality and adverse clinical outcomes in patients with severe head trauma. These findings support the implementation of more conservative and stringent fluid management strategies in this critically ill population to potentially improve their survival and prognosis.

Keywords: fluid balance, head trauma, mortality.

INTRODUCCIÓN

El trauma craneoencefálico (TCE) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en adultos jóvenes a nivel mundial. Se estima que cada año ocurren entre 69 y 74 millones de casos de TCE, siendo las colisiones de vehículos motorizados, caídas y agresiones las causas más frecuentes [1]. La fisiopatología del TCE comprende dos tipos de lesiones: la lesión primaria, causada directamente por el impacto mecánico; y la lesión secundaria, que se desarrolla en las horas o días posteriores debido a cascadas bioquímicas, inflamatorias y hemodinámicas que agravan el daño cerebral [2]. Entre los factores que contribuyen a la lesión secundaria, el edema cerebral y el aumento de la presión intracraneal (PIC) juegan un papel determinante en el pronóstico del paciente [3].

Por lo anterior se propuso realizar el presente estudio en el cual se evaluó la asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria de los pacientes con trauma craneoencefálico.



CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trauma severo es la sexta causa de muerte y la quinta causa de discapacidad en el mundo. En los pacientes menores de 35 años constituye la principal causa de muerte y discapacidad; siendo los accidentes de tráfico los principales responsables del trauma en los países de bajos y medianos ingresos [4]. Epidemiología del trauma grave. Medicina Intensiva, 38(9), 580-588.).

La reanimación con líquidos en pacientes en estado crítico es fundamental; sin embargo, el aporte insuficiente o excesivo de líquidos puede traducirse en resultados clínicos desfavorables, como en el caso de la sobre hidratación que puede conllevar a edema pulmonar agudo [5].

En cuanto a la fluido terapia, es una intervención común en pacientes críticos, y quedan dudas sobre el tipo, la dosis y la toxicidad de los diferentes tipos de soluciones disponibles. En ausencia de intervenciones específicas, la optimización de los parámetros hemodinámicos sigue siendo la piedra angular del manejo.

El manejo de líquidos a menudo es necesario para la estabilización hemodinámica en los pacientes en estado crítico, por otro lado, el balance positivo de líquidos se asocia con el desarrollo de insuficiencia renal y es un mecanismo predisponente para la descompensación aguda en la insuficiencia cardíaca, de igual forma se ha observado que los pacientes críticos reanimados de acuerdo con las guías actuales, el balance de líquidos corregido dentro de las 24 horas se asocia con falla en el destete ventilatorio [6].

Por lo anterior nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe una asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico atendidos en la Unidad de Cuidados Intensivos?

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e impacto: El trauma severo es una epidemia mundial y una de las principales causas de muerte y discapacidad, distribuida de manera desigual a nivel mundial, nacional y local. Es una enfermedad muy heterogénea en cuanto a etiología, tipo de lesión y gravedad, con gran incertidumbre en la predicción del pronóstico.

Según el Global Burden of Diseases (GBD), en el año 2010, la carga global de enfermedad fue de 2.490 millones de DALY (años de vida ajustados por discapacidad) lo que corresponde a 361/1.000 habitantes, correspondiendo a los traumatismos 278,6 millones (11,2%); de ellos un 29% fueron accidentes de tráfico, 12,6% caídas y 9,16% por violencia interpersonal [7].

Los primeros pasos terapéuticos para estabilizar al paciente son el manejo de la vía aérea, estabilización hemodinámica por medio de fluido terapia y uso de hemoderivados, sedación y analgesia, en los casos en que se requiera [8]. La hipotensión arterial influye negativamente sobre el pronóstico, sobre todo en aquellos pacientes que han sufrido un trauma craneal severo, los que pierden la autorregulación cerebral, que es el mecanismo compensatorio que mantiene un adecuado flujo sanguíneo [9].

Se ha sugerido que el balance hídrico positivo tiene efectos perjudiciales sobre la función de muchos órganos; por ejemplo, aumento de la presión intra abdominal, edema miocárdico y pulmonar; por lo que se ha supuesto que el balance hídrico positivo por sí mismo causa disfunción orgánica, inflamación e hipoperfusión tisular. Lo anterior se debe a que el edema inducido en el órgano distorsiona la estructura del tejido, dificulta el flujo vascular y el drenaje linfático, afectando la oxigenación y difusión de los metabolitos, lo que lleva a la falla del órgano [10].

Trascendencia: En el Centenario Hospital Miguel Hidalgo no existen datos estadísticos reales sobre la asociación del balance hídrico y la mortalidad de los pacientes con trauma que se encuentran en la unidad de cuidados intensivos, ni los valores de límite superior que se encuentran asociados a mayor complicaciones, por lo tanto, este estudio permitirá establecer la asociación entre balance hídrico positivo y mortalidad en pacientes con trauma ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Los resultados obtenidos ayudaran a promover e implementar estrategias eficaces para una detección temprana de los pacientes que se encuentran en riesgo en base al estado hídrico de desarrollo de complicaciones, para mejorar así la toma de decisiones en base a la desreanimación y negativización de los balances con lo que se lograra disminuir, el tiempo de estancia hospitalaria, reducción de días de ventilación y costos hospitalarios.

Factibilidad: Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se contará con la aprobación por parte del comité de investigación y el comité de ética en investigación institucionales, así como se contará con la aprobación por parte de dirección del hospital y del jefe del servicio de Unidad de Cuidados Intensivos adultos, que permiten el acceso a los expedientes de los pacientes y los mismos pacientes para la captura de estos, para la documentación del balance hídrico en mediciones seriadas y para realizar un análisis adecuado y confiable. De igual manera se cuenta con el personal altamente calificado con experiencia en el área de investigación y atención de pacientes traumatizados en estado crítico. Para el desarrollo de este estudio se contará con los recursos propios de los investigadores y se llevará a cabo en las instalaciones de la unidad de cuidados intensivos adulto.

Relevancia: A pesar de los avances en el manejo del trauma craneoencefálico, la mortalidad en estos pacientes sigue siendo elevada, especialmente en aquellos que requieren de manejo en unidades de cuidados intensivos. Si bien el balance hídrico es una variable clínica ampliamente monitorizada en UCI, su impacto específico en los desenlaces de pacientes con TCE severo ha sido poco explorado en poblaciones latinoamericanas. Este estudio retrospectivo aporta un enfoque novedoso al analizar de forma sistemática la relación entre un balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en esta población vulnerable. La identificación de una posible asociación permitiría optimizar estrategias de manejo hemodinámico y de fluido terapia, contribuyendo a una atención más precisa y posiblemente a una reducción de la mortalidad en este grupo crítico de pacientes.

MARCO TEÓRICO

Fisiopatología del balance hídrico en pacientes con TCE

El manejo del balance hídrico es crucial en pacientes con TCE, debido a las alteraciones en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y la disfunción neuroendocrina secundaria a la lesión. La alteración de la barrera hematoencefálica favorece la extravasación de líquidos y proteínas hacia el parénquima cerebral, exacerbando el edema vasogénico [11]. Adicionalmente, el daño hipotalámico puede provocar disfunciones endocrinas como el síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética (SIADH) o diabetes insípida, ambas condiciones que alteran significativamente el estado hídrico [12].

El balance hídrico positivo, definido como una ganancia neta de líquidos superior a las pérdidas, puede predisponer al desarrollo de edema cerebral y aumento de la PIC, contribuyendo a una peor evolución clínica [13]. La administración excesiva de fluidos, en combinación con la disfunción en la autorregulación cerebral y la alteración de los mecanismos linfáticos de drenaje, potencia estos efectos deletéreos [14].

Efectos del balance hídrico positivo sobre la presión intracraneal y la perfusión cerebral

La Ley de Monroe-Kellie establece que el volumen intracraneal está compuesto por tejido cerebral, sangre y líquido cefalorraquídeo, y que un aumento en alguno de estos componentes sin un mecanismo compensatorio adecuado conlleva un aumento de la PIC [15]. Estudios han demostrado que un balance hídrico positivo se asocia con un incremento en la PIC y una disminución de la presión de perfusión cerebral (PPC), lo cual compromete la oxigenación y el metabolismo neuronal [16].

El incremento sostenido de la PIC por edema cerebral conlleva a una disminución de la perfusión tisular, exacerbando la isquemia y aumentando la liberación de mediadores inflamatorios y radicales libres, factores que amplifican el daño neuronal [17]. Por ello, un manejo estricto del balance hídrico es fundamental para evitar un aumento iatrogénico de la PIC y un deterioro neurológico progresivo [18].

Evidencia actual sobre el balance hídrico y mortalidad en pacientes neurocríticos

Diversos estudios han explorado la asociación entre el balance hídrico y los desenlaces clínicos en pacientes neurocríticos. En un meta análisis reciente, Haines et al., reportaron que un balance hídrico positivo en las primeras 72 horas se asocia con un incremento en la mortalidad y peores desenlaces neurológicos en pacientes con TCE y hemorragia subaracnoidea [13].

Un estudio multicéntrico realizado por Sakr et al., en pacientes críticos de UCI encontró que un balance hídrico acumulado positivo se asocia de forma independiente con un aumento en la mortalidad hospitalaria, particularmente en aquellos con injuria cerebral aguda [19]. En pacientes con TCE específicamente, Zampieri et al., mostraron que un balance hídrico positivo mayor a 2 litros en las primeras 48 horas se asocia con un aumento significativo en la mortalidad a 28 días [20].

Manejo de fluidos en el paciente con TCE

Las guías actuales de manejo de TCE grave, como las publicadas por la Brain Trauma Foundation, recomiendan un manejo cauteloso de fluidos para evitar tanto la hipovolemia como la sobrecarga de líquidos [21]. Se sugiere utilizar soluciones isotónicas como solución salina al 0.9% para evitar el agravamiento del edema cerebral. La monitorización estricta del balance hídrico, peso corporal, osmolaridad sérica y presión intracraneal es esencial para ajustar la terapia de fluidos de forma individualizada [22].

Adicionalmente, intervenciones como la diuresis forzada, la administración de manitol o soluciones hipertónicas pueden utilizarse para reducir la PIC, pero requieren una evaluación cuidadosa del estado hemodinámico y del balance electrolítico [23].

Importancia del estudio

A pesar de la creciente evidencia que vincula el balance hídrico positivo con peores desenlaces en pacientes neurocríticos, existe una falta de estudios específicos en poblaciones latinoamericanas, con particularidades epidemiológicas y de recursos. La validación de esta asociación en nuestra población podría tener un impacto significativo en las estrategias de manejo de líquidos en las UCI y, potencialmente, en la reducción de la mortalidad y las secuelas neurológicas del TCE.

Antecedentes Investigativos

Diversos estudios han evaluado la relación entre el balance hídrico y los desenlaces clínicos en pacientes neurocríticos, particularmente aquellos con trauma craneoencefálico (TCE). Haines et al. (2020) realizaron un meta análisis que incluyó a 12 estudios con un total de 1,482 pacientes neurocríticos. Los autores encontraron que un balance hídrico positivo durante las primeras 72 horas se asoció con un incremento significativo en la mortalidad y peores desenlaces neurológicos medidos por la escala de resultados de Glasgow (GOS) (OR 1.73; IC 95% 1.21–2.47) [13].

De forma similar, Kramer y Zygun (2013) publicaron una revisión sistemática donde se evidenció que un balance hídrico acumulado positivo se asociaba con mayor mortalidad y menor probabilidad de alta neurológica favorable en pacientes con lesiones cerebrales traumáticas y no traumáticas. Aunque la heterogeneidad de los estudios limitó la generalización, los autores destacaron la necesidad de estrategias de manejo de fluidos individualizadas [14].

En el estudio multicéntrico de Sakr et al. (2017), que incluyó 3,000 pacientes con sepsis y disfunción multiorgánica (de los cuales una subpoblación presentaba TCE), se demostró que un balance hídrico acumulado positivo superior a 3 litros durante los primeros 4 días de estancia en UCI se asoció con una mortalidad significativamente mayor (OR 1.40; IC 95% 1.20–1.60) [19].

Un estudio específico sobre TCE fue conducido por Zampieri et al. (2014), quienes analizaron a 1,232 pacientes con sepsis grave y choque séptico. Encontraron que un balance hídrico positivo mayor a 2 litros en las primeras 48 horas se correlacionaba con una mortalidad significativamente elevada (aumento absoluto del 12% respecto a pacientes con balance neutro o negativo) [20]. Aunque este estudio no se limitó exclusivamente a TCE, su relevancia radica en la implicación del balance hídrico en enfermedades con disfunción cerebral.

Además, un estudio de Arabi et al. (2012) demostró que la implementación de un protocolo basado en guías de manejo estricto de fluidos en pacientes con TCE grave redujo la mortalidad del 34% al 26% ($p < 0.05$), sugiriendo que una estrategia controlada de fluidos podría mejorar los desenlaces en esta población [18].

Finalmente, Oddo et al. (2021), en un consenso de expertos, recomendaron una gestión conservadora de fluidos en pacientes con lesión cerebral aguda para evitar la exacerbación del edema cerebral y el aumento de la presión intracraneal, destacando la importancia de la monitorización continua del balance hídrico como parte integral del manejo neurocrítico [23].



HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H1): Un balance hídrico positivo se asocia con un aumento en la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico.

Hipótesis nula (H0): No existe asociación entre un balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Objetivos específicos

- Describir las características demográficas y clínicas de los pacientes con trauma craneoencefálico (edad, sexo, tipo de lesión, gravedad del TCE, comorbilidades).
- Determinar la frecuencia de balance hídrico positivo en pacientes con trauma craneoencefálico durante las primeras 72 horas de ingreso a UCI.
- Comparar la mortalidad hospitalaria entre pacientes con balance hídrico positivo y balance neutro o negativo.
- Evaluar la relación entre el grado de balance hídrico positivo y la gravedad del trauma craneoencefálico (medido por escala de Glasgow o puntuación de lesión).
- Identificar otras variables asociadas a mortalidad en pacientes con trauma craneoencefálico.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación: descriptiva, observacional, retrospectiva, transversal y de asociación.

Diseño: Clínico y epidemiológico.

Población de estudio: expedientes de pacientes fallecidos con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos.

Grupo de estudio: expedientes de pacientes fallecidos con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2024.

Lugar y tiempo: El estudio se llevó a cabo en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en la Unidad de Cuidados Intensivos, durante el periodo comprendido entre mayo y noviembre de 2025.

Tamaño de la muestra: Se incluyó la totalidad de los pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico ingresados durante un periodo de un año, siendo un total de 74 pacientes, los cuales fueron analizados de forma consecutiva según su orden de ingreso.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Expedientes de pacientes ≥ 18 años con diagnóstico confirmado de trauma craneoencefálico que hayan fallecido durante su estancia.
- Registro disponible de balance hídrico durante la estancia en UCI.

Criterios de exclusión

- Expedientes de pacientes con diagnóstico concomitante de insuficiencia renal crónica en terapia de reemplazo renal.
- Expedientes de pacientes con estancia en UCI menor de 24 horas.

- Expedientes incompletos o sin registro de variables clave.

Criterios de eliminación

- No hay.

VARIABLES

Variable	Definición	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Cuantitativa De razón	años
Sexo	conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Cualitativa Nominal Dicotómica	Masculino Femenino
Comorbilidades	Presencia de dos o más enfermedades concomitantes que presenta el paciente	Cualitativa Nominal Politómica	Obesidad Hipertensión Arterial Sistémica Diabetes Mellitus Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica Distiroidismos Cardiopatía isquémica Cáncer Enfermedad cerebro-vascular Enfermedad renal crónica Otras
Toxicomanías	Hábito de consumo de sustancias nocivas para la salud	Cualitativa Nominal Politómica	Tabaquismo Etilismo Drogas ilícitas
Mecanismo de trauma	Mecanismo por el cual es producida la lesión	Cualitativa Nominal Politómica	Accidente de tránsito Caída de su propia altura Caída desde altura

Clasificación según ECG (escala de coma de Glasgow)	Puntuación otorgada según la escala de coma de Glasgow para TCE	Cualitativa Nominal Politómica	Severo Moderado Leve
Balance hídrico	Resultado de la diferencia de líquidos administrados y líquidos eliminados	Cuantitativa Continua	cc
Tipo de solución utilizada	Clase de líquido endovenoso utilizado para la reanimación hídrica	Cualitativa Nominal Politómica	Solución salina Solución Hartman Albumina Hemoderivados
Días de estancia en Unidad de cuidados intensivos	Días transcurridos desde el ingreso del paciente a la unidad de cuidados intensivos hasta el egreso	Cuantitativa Continua	Días
Requerimiento de ventilación mecánica invasiva	Requerimiento de intubación orotraqueal e inicio de ventilación mecánica invasiva	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No
Días de ventilación mecánica invasiva	Días transcurridos desde el inicio de la ventilación mecánica invasiva hasta el retiro de la misma	Cuantitativa Continua	Días

PROCEDIMIENTO

Una vez que el protocolo fue aprobado por el comité de investigación y el comité de ética en investigación de la propia unidad, se procedió a:

1. La identificación de los expedientes de pacientes con diagnóstico de trauma craneoencefálico que cumplieran con los criterios de inclusión.
2. Se seleccionaron los pacientes de forma consecutiva según su ingreso.
3. Se recolectaron los antecedentes del paciente y los datos demográficos del expediente clínico para su registro.
4. Se obtuvieron y registraron los datos clínicos y los balances hídricos hechos al ingreso del paciente, a partir de las bitácoras de enfermería.
5. Se determinó y registró la severidad del cuadro clínico y los pronósticos del paciente mediante la escala de APACHE II.

6. Se recolectó la información de los balances hídricos registrados en las bitácoras a las 24, 48, 72 y 96 horas, hasta su alta hospitalaria.
7. Se recolectaron los días de estancia total, su condición vital y su condición al alta.
8. Se calculó la mortalidad de los pacientes.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis univariado:

Se llevó a cabo mediante medidas de tendencia central para expresar los datos demográficos preestablecidos. Los gráficos utilizados para su explicación fueron de barras o pasteles. Todas las variables fueron sometidas a pruebas de normalidad.

Análisis bivariado:

De manera inicial, se realizó una curva ROC que relacionó la mortalidad con los diferentes balances hídricos reportados, con el objetivo de definir un punto de corte mediante la prueba de Youden.

Se establecieron cinco momentos de evaluación del balance hídrico: el primero a las 24 horas, el segundo a las 48 horas, el tercero a las 72 horas, el cuarto a las 96 horas y el último al alta de terapia intensiva. Cada periodo fue relacionado con la mortalidad mediante curvas ROC. Se aceptó un valor de $p < 0.05$ para establecer diferencias estadísticamente significativas. Se elaboraron tablas de contingencia para la asociación de variables.

La comparación entre variables numéricas, como los días de hospitalización y los días de ventilación, se estableció mediante la prueba t para muestras independientes en caso de normalidad de la muestra; en caso contrario, se utilizó la prueba de Mann-Whitney.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio es de tipo retrospectivo, basado en la revisión de expedientes clínicos y registros institucionales. No se realizó intervención ni modificación alguna en la atención médica de los pacientes, por lo que se considera una investigación con riesgo mínimo, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Título Segundo, Capítulo I, Artículo 17, fracción I).

La información recolectada se manejó de forma anónima y confidencial, salvaguardando la identidad y los datos personales de los participantes conforme a los principios éticos de la Declaración de Helsinki y la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

Dado el carácter retrospectivo del estudio, no se requirió consentimiento informado individual, ya que la información no permite la identificación de los sujetos.

El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la institución, el cual determinó que cumple con los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia y respeto a la autonomía.

INSTRUMENTO

Instrumentos de recolección de la información e instructivos para recolectar información.

“Asociación del balance hídrico positivo con la mortalidad de los pacientes con trauma craneoencefálico”

Expediente	Fecha:	Edad	Sexo
Mecanismo de Trauma	Comorbilidades <input type="checkbox"/> Hipertensión <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Distiroidismo <input type="checkbox"/> Cardiopatía <input type="checkbox"/> EPOC/ASMA <input type="checkbox"/> Obesidad <input type="checkbox"/> ERC <input type="checkbox"/> Otras	Toxicomanías <input type="checkbox"/> Tabaquismo <input type="checkbox"/> Etilismo <input type="checkbox"/> Drogas de abuso <input type="checkbox"/> Ninguna	
ECG			
Balance hídrico			
Tipo de solución utilizada 1. Solución salina 2. Solución Hartman 3. Albumina 4. Hemoderivados	Días de estancia en la UCI	Requerimiento de VMI 1. Si 2. No	
Días de VMI	Condición al alta	Mortalidad	

Efraín Azael López Lara
 Residente de segundo año de la subespecialidad
 Medicina del Enfermo en Estado Crítico

RECURSOS

Recursos Humanos, Materiales y Económicos

NOMBRE PARTICIPANTE	DEL	FUNCIONES DENTRO DEL PROTOCOLO
José Daniel Barrios Díaz		Director de tesis: se encargará de la dirección y revisión de la parte clínica marco teórico, y manejo del paciente
Andrés Alejandro Rosales García		Codirector de tesis: encargado de asesoramiento en la ejecución de la investigación
Alejandro Ortega García		Codirector de tesis: encargado de asesoramiento en la ejecución de la investigación
Luisa Fernanda Carbonell Montes		Asesora: encargada de revisión y corrección de metodología de la investigación.
Efraín Azael López Lara		Tesista: se encargará de la recolección de datos, así como de realizar la intervención en cada uno de los pacientes

Recursos materiales

Los recursos materiales fueron aportados por los propios investigadores, mientras que las instalaciones y la información necesaria fueron proporcionadas por la unidad correspondiente.

	Cantidad	Valor unidad (MXN)	Valor total (MXN)
Hojas Resma	1	200	200
Computadora	1	17 000	17 000
Impresora	1	4 500	4 500
Impresión y empastado	10	600	6 000
Total		22 300	27 700

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad / Fecha	Nov-Dic 2024	Ene-Feb 2025	Mar-Abr 2025	May 2025	Jul-Ago 2025	Sep-Oct 2025	Nov 2025	Dic 2025	Ene 2026
Revisión de la bibliografía									
Diseño del Protocolo									
Presentación del Protocolo al comité									
Recolección de datos									
Análisis de resultados									
Escritura de tesis									
Presentación y defensa de tesis									

CAPITULO III.

RESULTADOS

Tras la aprobación por parte de los comités institucionales correspondientes, se dio inicio al proceso de recolección de datos. Los pacientes fueron incluidos de manera consecutiva siempre que cumplieran con los criterios de inclusión previamente establecidos. De este modo, la muestra final estuvo constituida por 74 participantes. A partir de ello, se identificó lo siguiente:

En cuanto al sexo se encontró que el 89.19% correspondió al sexo masculino (n= 66), mientras que el 10.81% fueron de sexo femenino (n= 8) (Figura 1).

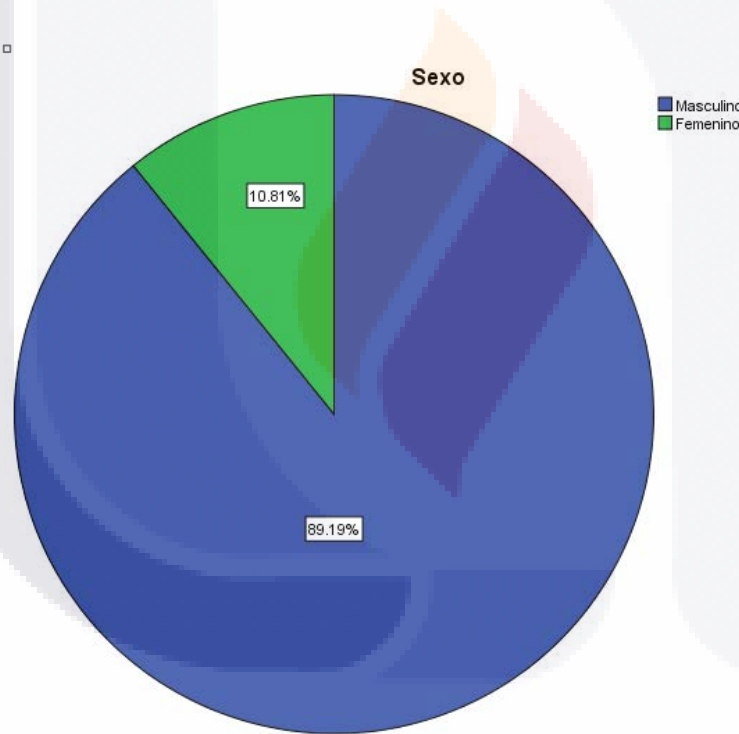


Figura 1. Distribución según sexo.

En cuanto a las comorbilidades reportadas se encontró que el 13.51% de los pacientes (n= 10) presentaba alguna comorbilidad, el 78.36% (n= 58) no tenía antecedentes patológicos relevantes y en el 8.11% (n= 6) se desconocía esta información (Figura 2); en cuanto a las comorbilidades identificadas en la población de estudio, la diabetes mellitus se presentó en

el 4.1% de los pacientes (n= 3); le siguió la hipertensión arterial, observada en el 2.7% (n= 2), distiroidismo en el 1.4% (n= 1) y otras comorbilidades en el 9.5% (n= 7) (Figura 3).

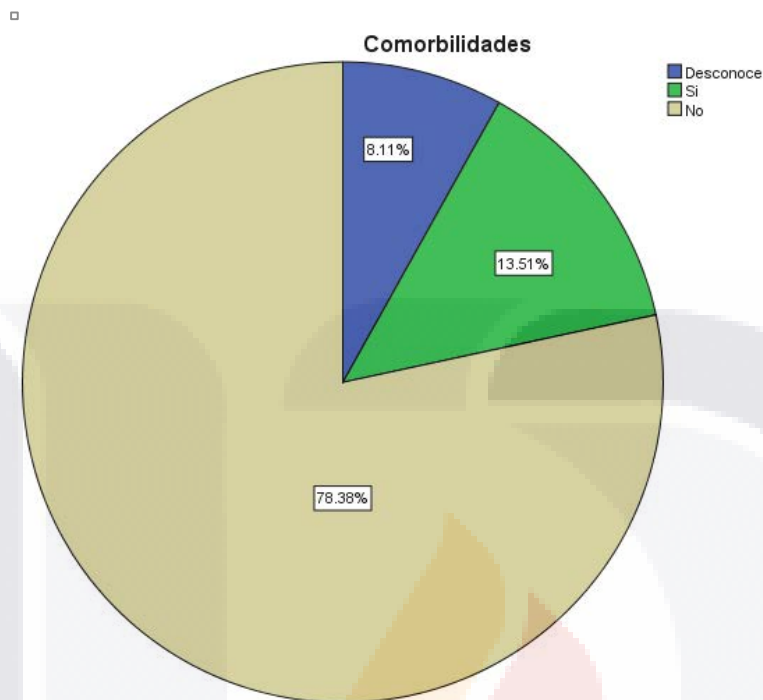


Figura 2. Distribución según presencia de comorbilidades.

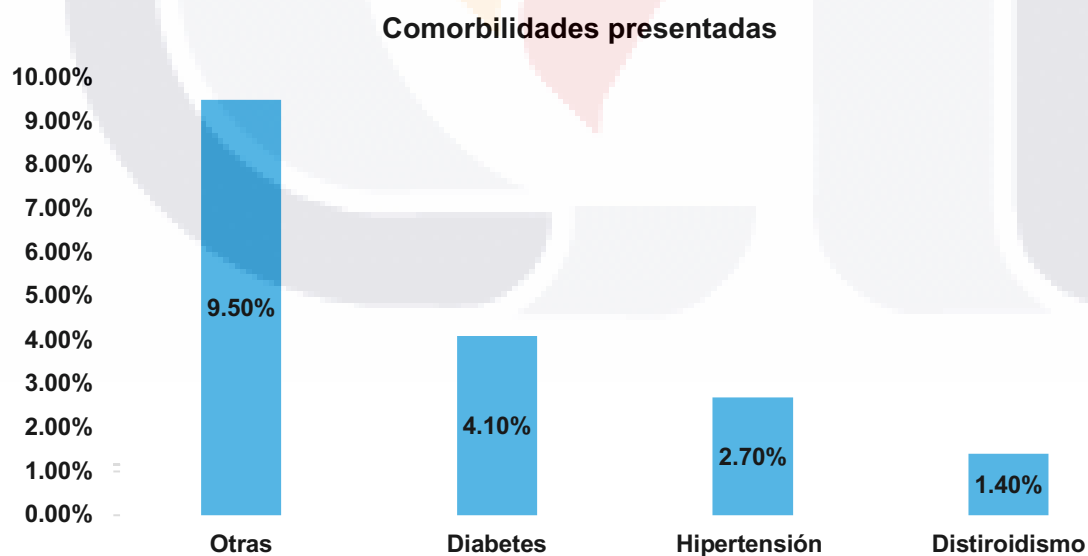


Figura 3. Distribución según el tipo de comorbilidad presentada.

En relación con las toxicomanías, el 75.67% de los pacientes (n= 56) refirió antecedentes de consumo de sustancias psicoactivas, el 16.22% (n= 12) negó dicho antecedente y se

desconocía en el 8.11% (n= 6) (Figura 4). Dentro de este grupo, se identificó que el 67.6% de los pacientes (n= 50) presentaba antecedente de etilismo, mientras que el 56.8% (n= 42) refirió tabaquismo. Por su parte, el 29.7% de los pacientes (n= 22) declaró el consumo de drogas de abuso (Figura 5).

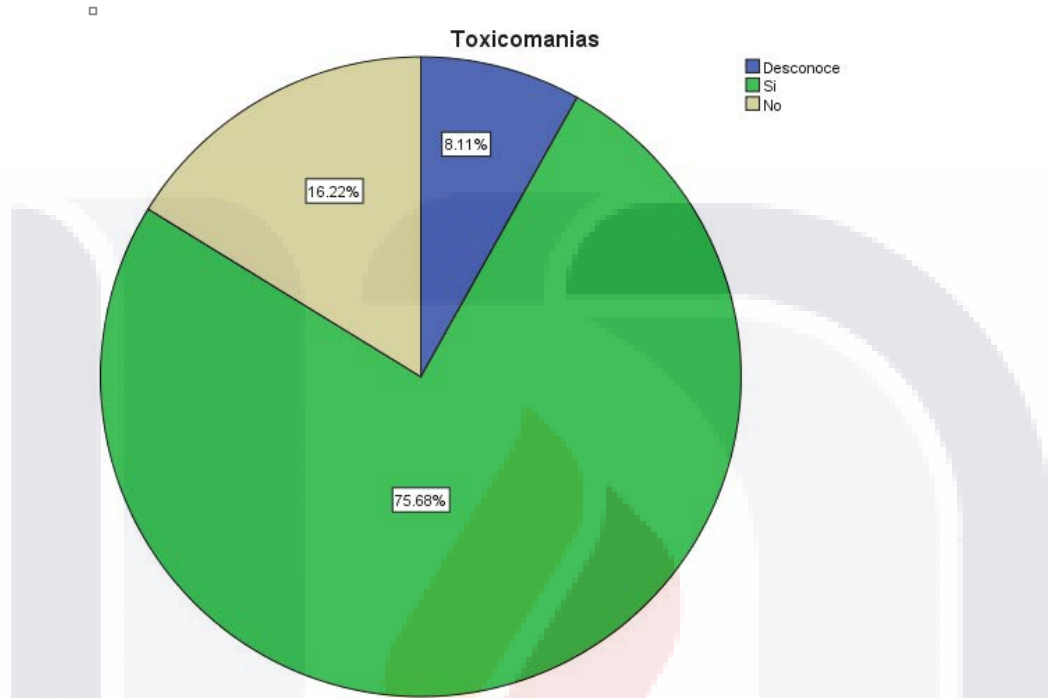


Figura 4. Distribución según la presencia de alguna toxicomanía.

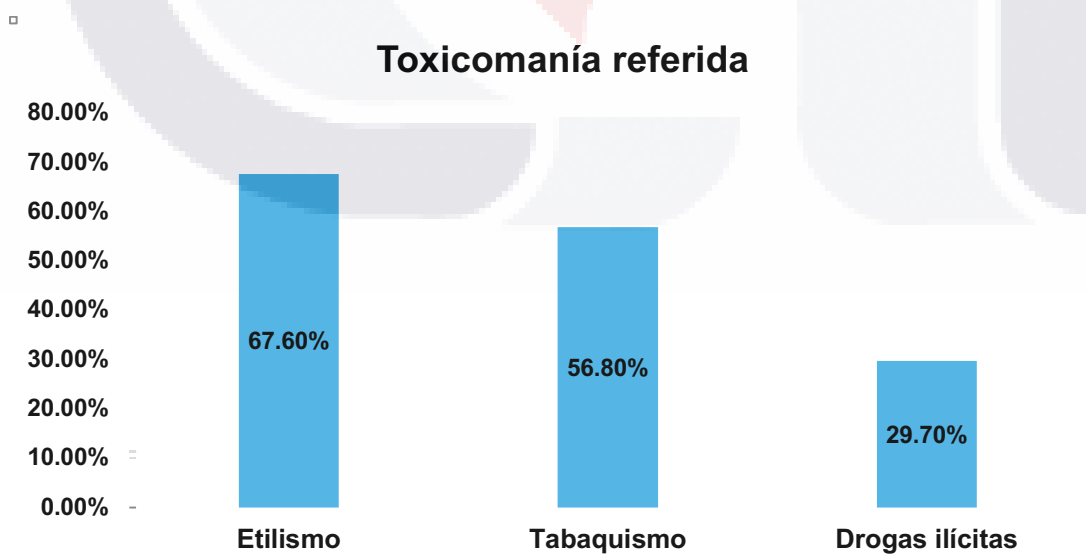


Figura 5. Distribución según el tipo de toxicomanía presentada.

El mecanismo de trauma más frecuente fue el accidente de tránsito, presente en el 59.46% de los pacientes (n= 44), seguido de la agresión con objeto contundente con un 12.16% (n= 9), caída de altura con 8.11% (n= 6), caída de propia altura con 6.76% (n= 5), caída de caballo y atropellamiento por tren cada uno con 2.70% (n= 2), y herida por arma de fuego y caída de avión con 1.35% (n= 1) respectivamente. En el 5.41% (n= 4) de los casos se desconocía el mecanismo de trauma (Figura 6).

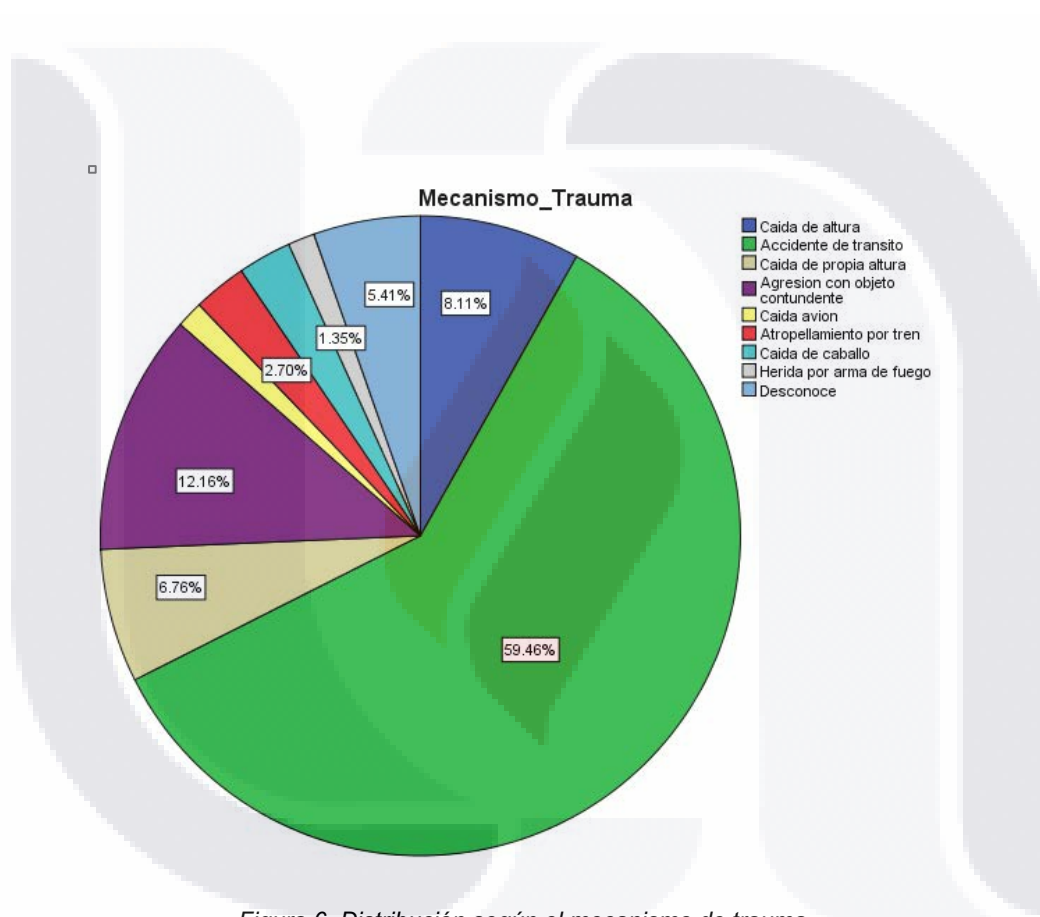


Figura 6. Distribución según el mecanismo de trauma.

Con respecto al requerimiento de ventilación mecánica invasiva se encontró que el 97.3% de los pacientes (n= 72) requirió ventilación mecánica invasiva, mientras que solo el 2.7% (n= 2) no la necesitó (Figura 7).

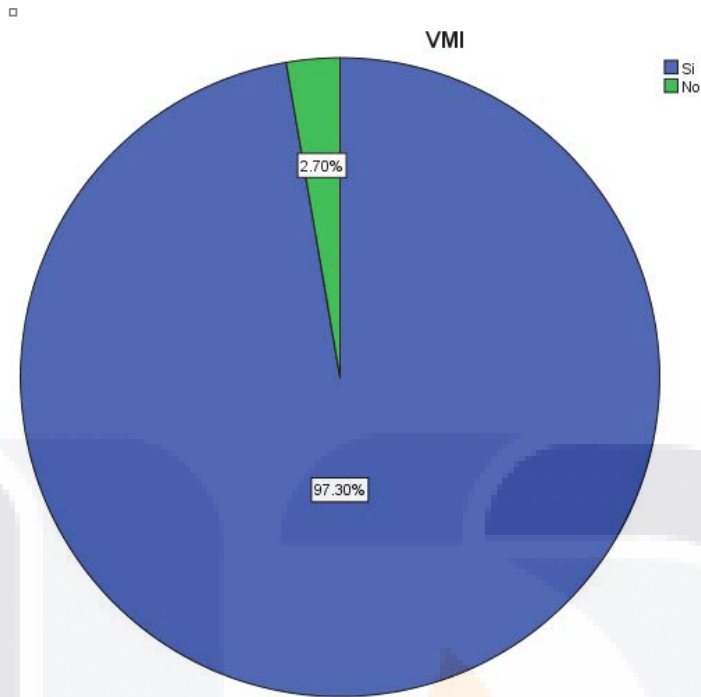


Figura 7. Distribución según el requerimiento de Ventilación Mecánica Invasiva (VMI).

Entre el tipo de fluidoterapia empleada, la solución Hartmann fue la más utilizada en el 73.0% (n= 54), seguida de solución hipertónica en el 16.2% (n= 12), solución salina al 0.9% en el 5.4% (n= 4), y en el 4.1% (n= 3) no se registró el tipo de solución y solo se tuvo la pérdida de dato en un caso (1.4%) (Figura 8).

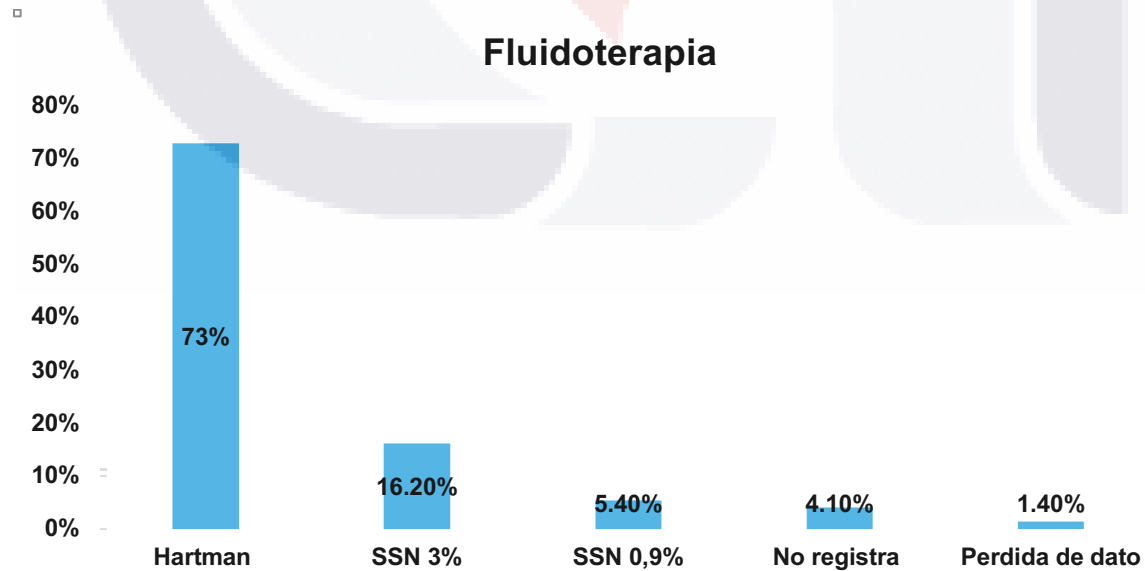


Figura 8. Distribución según el tipo de fluidoterapia suministrada.

Con respecto al balance hídrico se encontró que el 29.73% (n= 22) presentaron balance hídrico positivo, mientras que la mayoría cursó con balance hídrico negativo, representando el 56.76% (n= 42), mientras que el 13.51% (n= 10) presento un balance hídrico neutro (Figura 9).

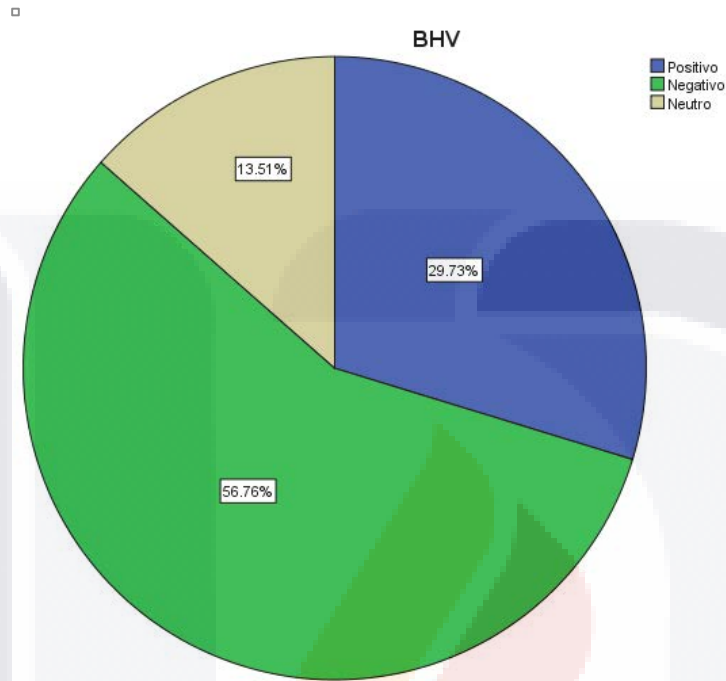


Figura 9. Distribución según el Balance Hídrico (BHV) presentado.

En la muestra analizada con respecto a las variables cuantitativas se encontró: la edad presentó un rango entre 18 y 75 años, con una media de 35.34 años (± 1.68); el tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) varió entre 1 y 23 días con una media de 7.78 días (± 0.61), mientras que la duración total de hospitalización osciló entre 2 y 67 días con una media de 11.30 días (± 1.14); el balance hídrico en las primeras 24 horas se reportó entre -2100.5 y 8374.0, con una media de 1340.97 (± 266.49); a las 36 horas de -4464.1 y 10913.1, con una media de 2509.09 (± 368.53); y a las 72 horas de -4399.1 y 16950.2, con una media de 2192.69 (± 417.44); Finalmente, el balance hídrico acumulado fue -40000.7 y 9380.0, con una media negativa de -3373.41 (± 871.91) (Tabla 1)

Estadísticos descriptivos				
	Mínimo	Máximo	Media	Error típico
Edad	18	75	35.34	1.682
Días de estancia en UCI	1	23	7.78	.606
Días de estancia hospitalaria	2	67	11.30	1.142
Balance hídrico 24 horas	-2100.5	8374.0	1340.969	266.4880
Balance hídrico 36 horas	-4464.1	10913.1	2509.091	368.5263
Balance hídrico 72 horas	-4399.1	16950.2	2192.691	417.4391
Balance hídrico al egreso	-40000.7	9380.0	-3373.408	871.9141

Tabla 1. Resumen de variables cuantitativas.

En cuanto a la condición de egreso de la unidad de cuidados intensivos, el 35.1% (n= 26) de los pacientes se encontraba clínicamente estable, el 28.4% (n= 21) falleció, el 16.2% (n= 12) presentó delirium, el 8.1% (n= 6) permanecía en condición grave por trámites administrativos fueron trasladados, el 6.8% (n= 5) presentó secuelas graves, el 4.1% (n= 3) secuelas leves y el 1.4% (n= 1) secuelas moderadas (Figura 10).

□

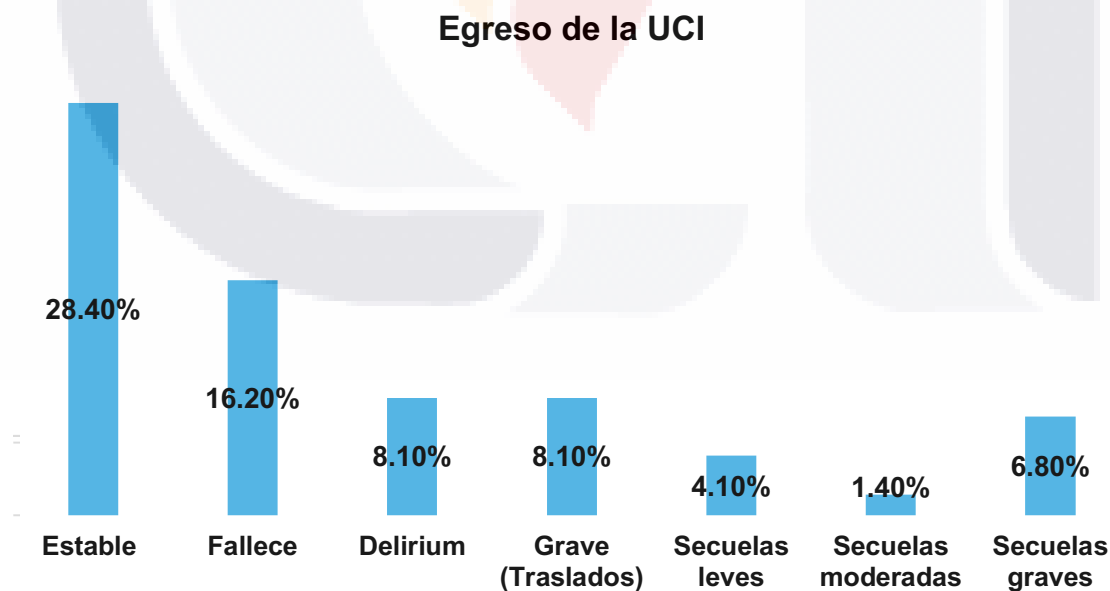


Figura 10. Distribución según el tipo de toxicomanía presentada

Respecto a la condición final hospitalaria, el 54.1% de los pacientes (n= 40) egresó con vida, el 28.4% (n= 21) falleció durante la hospitalización y el 17.6% (n= 13) fue trasladado a otra institución (Figura 11).

□

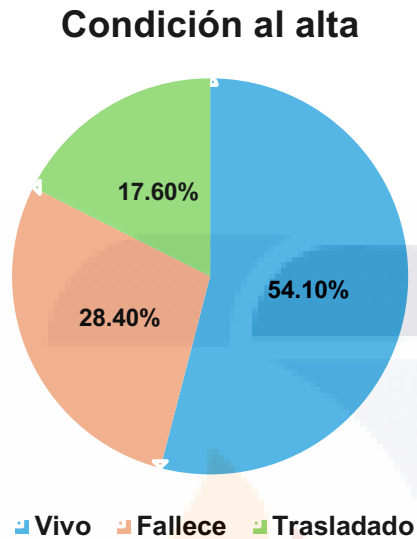


Figura 11. Distribución según la condición al alta

El análisis de asociación entre el balance hídrico y la condición al alta hospitalaria mostró una relación estadísticamente significativa (χ^2 de Pearson = 16.948; gl = 4; p = 0.002), lo que indica que el estado del balance hídrico durante la estancia hospitalaria se asoció de manera relevante con el desenlace clínico de los pacientes (Tabla 2).

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16.948 ^a	4	.002
Razón de verosimilitudes	17.899	4	.001
Asociación lineal por lineal	8.625	1	.003
N de casos válidos	74		

a. 3 casillas (33.3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.76.

Tabla 2. Pruebas de chi cuadrado entre el balance hídrico y la condición al alta hospitalaria.

De los 74 casos analizados, aquellos con balance hídrico positivo presentaron una mayor proporción de mortalidad (50.0%; n= 11) y de traslado (31.8%; n= 7), mientras que solo un

18.2% (n= 4) fueron dados de alta con vida. En contraste, los pacientes con balance hídrico negativo mostraron predominantemente evolución satisfactoria, con un 71.4% (n= 30) dados de alta vivos, y una menor proporción de fallecimientos (16.7%; n= 7). Por su parte, quienes mantuvieron un balance neutro presentaron una distribución intermedia, con 60.0% (n= 6) de altas vivas y 30.0% (n= 3) de fallecimientos (Tabla 3).

		Condición al alta hospitalaria					
		Vivo		Muerto		Traslado	
		Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila
Balance hídrico acumulado	Positivo	4	18.2%	11	50.0%	7	31.8%
	Negativo	30	71.4%	7	16.7%	5	11.9%
	Neutro	6	60.0%	3	30.0%	1	10.0%

Tabla 3. Tabla de contingencia entre balance hídrico y condición al alta hospitalaria.

Asimismo, al analizar la condición clínica al alta de la unidad de cuidados intensivos, se observó que los pacientes con balance hídrico positivo se relacionaron con mayor frecuencia a desenlaces graves o fatales, incluyendo fallecimientos (52.4%) y pacientes en estado grave (trasladados) (100%), mientras que los con balance hídrico negativo tendieron a egresar en condición estable (76.9%) o con secuelas leves a moderadas (Tabla 4).

		Balance hídrico acumulado					
		Positivo		Negativo		Neutro	
		Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila
Condición al alta de la unidad de cuidados intensivos	Estable	2	7.7%	20	76.9%	4	15.4%
	Fallece	11	52.4%	8	38.1%	2	9.5%
	Grave (trasladados)	6	100.0%	0	0.0%	0	0.0%
	Secuelas graves	1	20.0%	4	80.0%	0	0.0%
	Delirium	1	8.3%	7	58.3%	4	33.3%
	Secuelas leves	1	33.3%	2	66.7%	0	0.0%
	Secuelas moderadas	0	0.0%	1	100.0%	0	0.0%

Tabla 4. Tabla de contingencia entre balance hídrico y condición al alta de la unidad de cuidados intensivos.

Las correlaciones de Pearson ($r = -0.344$; $p = 0.003$) y Spearman ($r = -0.378$; $p = 0.001$) confirmaron una relación inversa entre el balance hídrico y el pronóstico, evidenciando que un mayor balance hídrico positivo se asoció significativamente con peor evolución clínica y mayor mortalidad, en tanto que los balances negativos o neutros se vincularon con mejor recuperación y sobrevida al egreso hospitalario (Tabla 5).

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.344	.106	-3.106	.003 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-.378	.108	-3.460	.001 ^c
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 5. Tabla de correlación de variables.

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la asociación entre el balance hídrico positivo y la mortalidad hospitalaria en pacientes con trauma craneoencefálico (TCE) grave.

Los hallazgos de este estudio demuestran que un balance hídrico positivo acumulado se asocia significativamente con un aumento en la mortalidad y con desenlaces clínicos desfavorables, lo cual se encuentra sustentado tanto por pruebas de chi-cuadrado ($p=0.002$), como por correlaciones inversas significativas de Pearson ($r = -0.344$; $p=0.003$) y Spearman ($r = -0.378$; $p=0.001$). Estos resultados se asemejan con la creciente evidencia que señala los efectos deletéreos de la sobrecarga de fluidos en pacientes que se encuentran en estado crítico, particularmente en aquellos con injuria cerebral.

Nuestros datos revelaron que el 50% de los pacientes con balance hídrico positivo fallecieron, en contraste con solo el 16.7% del grupo con balance negativo. Está marcada diferencia encuentra respaldo en la literatura reciente en donde un metaanálisis de 2022 realizado por Li y colaboradores, en el que se incluyó más de 5,000 pacientes críticos, reportó que una sobrecarga de fluidos, definida como un balance positivo acumulado $>10\%$ del peso corporal, se asoció con un odds ratio (OR) de 1.82 (IC 95%: 1.45-2.28) para mortalidad en UCI [24]. Específicamente en el ámbito neurocrítico, un estudio de cohorte multicéntrico de 2023 dirigido por Chen y colaboradores, encontró que en pacientes con TCE grave, cada litro positivo en el balance hídrico acumulado a las 72 horas se asociaba con un aumento del 8% en el riesgo de mortalidad a 28 días (HR 1.08; IC 95%: 1.03-1.13) [25]. Nuestros resultados, aunque en una población más específica y con un diseño retrospectivo, corroboran esta tendencia, subrayando que el acúmulo de fluidos es un predictor independiente de mal pronóstico.

Todo radica en la fisiopatología del traumatismo craneoencefálico en la que sobresale la ley de Monroe-Kellie que establece que el volumen intracraneal es fijo, y cualquier aumento en uno de sus componentes (sangre, líquido cefalorraquídeo o tejido cerebral) debe compensarse con la disminución de otro para evitar un aumento de la presión intracraneal (PIC) [15]. Por lo tanto, la sobrecarga de fluidos exacerba el edema cerebral, tanto vasogénico por la alteración de la barrera hematoencefálica como citotóxico por la

hipoperfusión secundaria, aumentando así la PIC y disminuyendo la presión de perfusión cerebral (PPC) [16, 26]. Un estudio prospectivo de 2021 de Johnson y colaboradores, que monitoreó la PIC de forma continua en 150 pacientes con TCE demostró que aquellos con balance hídrico positivo > 2.5 L en las primeras 48 horas tuvieron una incidencia significativamente mayor de picos de PIC > 20 mmHg (65% vs. 28%, $p < 0.01$) [27]. Esto crea un círculo vicioso de isquemia, liberación de mediadores inflamatorios y mayor daño neuronal secundario, explicando en parte la mayor mortalidad observada en nuestro grupo de balance positivo.

Además del impacto a nivel intracraneal, la sobrecarga de fluidos tiene consecuencias sistémicas que contribuyen a la disfunción multiorgánica; así mismo, puede estar relacionado con el desarrollo de complicaciones extracraneales, como el edema pulmonar agudo, favorecido por la sobrecarga hídrica, el cual conlleva a la alteración del intercambio gaseoso y puede prolongar la necesidad de ventilación mecánica invasiva (VMI), un factor de mal pronóstico ampliamente reconocido [19]. De manera similar, el edema de la pared intestinal puede comprometer la perfusión esplácnica, promover la translocación bacteriana y exacerbar la respuesta inflamatoria sistémica [28]. Un análisis post-hoc del ensayo CLASSIC de 2022, publicado por el grupo de investigación del shock séptico, mostró que una estrategia de restricción de fluidos se asoció con una reducción significativa en la progresión a fallo renal y en la necesidad de terapia de reemplazo renal, en comparación con el manejo estándar [29]. Si bien nuestro estudio no se centró en la sepsis, la fisiopatología del edema orgánico inducido por fluidos es comparable y podría explicar la alta tasa de complicaciones en nuestros pacientes con balance positivo.

Durante décadas, la reanimación hídrica agresiva fue el pilar del manejo inicial del paciente traumatizado, incluido el TCE. Sin embargo, el concepto de "reanimación de daño controlado" (damage control resuscitation) ha ganado terreno, enfatizando un enfoque más equilibrado para evitar la coagulopatía y el edema asociados con la hemodilución y la sobrecarga de cristaloides [30]. Las guías más recientes de la Brain Trauma Foundation (versión 2023) ya recomiendan evitar la hipotensión ($PAM < 80$ mmHg en pacientes con TCE grave) pero con un uso juicioso de fluidos, priorizando soluciones isotónicas y balanceadas, y considerando el uso temprano de vasopresores para mantener la PPC, en lugar de depender exclusivamente de la carga de volumen [21]. Nuestros resultados apoyan firmemente este cambio de paradigma, sugiriendo que, en nuestra población, los esfuerzos

por lograr un balance neutro o incluso negativo una vez superada la fase de reanimación inicial, podrían conferir un beneficio en la supervivencia.

Un hallazgo interesante en nuestro estudio fue que la solución Hartmann fue el cristalóide más utilizado (73%), mientras que las soluciones hipertónicas tuvieron un uso menor (16.2%). Las soluciones balanceadas como la Hartmann son preferibles al suero salino al 0.9% debido al menor riesgo de acidosis hiperclorémica e injuria renal aguda [31]. Sin embargo, en el contexto del TCE, el fluido ideal sigue siendo un tema de debate. Un ensayo clínico aleatorizado de 2023, el estudio HIT-TBI, comparó la solución salina hipertónica al 3% con el lactato de Ringer (equivalente a la Hartmann) en la reanimación inicial del TCE grave. No encontró diferencias en la mortalidad a los 30 días, pero el grupo de solución hipertónica mostró una menor incidencia de picos de PIC en las primeras 72 horas y menos días de terapia intensiva [32]. Esto sugiere que, si bien las soluciones balanceadas son una opción segura, existe un papel potencial para las soluciones hipertónicas en el control específico de la PIC, lo que podría influir en las estrategias para evitar el balance positivo global.

Al comparar nuestros resultados con los de Zampieri y colaboradores [20], quienes en 2014 reportaron que un balance positivo > 2 litros en las primeras 48 horas aumentaba la mortalidad en pacientes sépticos, observamos que nuestro punto de corte para el balance positivo asociado a mortalidad fue similar en magnitud, aunque medido de forma acumulativa. Esto refuerza la idea de que el umbral de tolerancia a la sobrecarga de fluidos puede ser bajo y similar en diferentes poblaciones de pacientes críticos. Sin embargo, la vulnerabilidad única del parénquima cerebral a los cambios de volumen hace que este umbral sea potencialmente más bajo y crítico en los pacientes con TCE.

El abuso crónico de alcohol es un factor de confusión bien establecido en el TCE, asociado con un mayor riesgo de complicaciones, síndrome de abstinencia y mortalidad [33]. Nuestro estudio también identificó una alta prevalencia de toxicomanías en la cohorte (75.67%), principalmente etilismo (67.6%) y tabaquismo (56.8%).

CONCLUSIONES

Se identificó una asociación estadísticamente significativa entre un balance hídrico positivo acumulado durante la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos y un aumento en la mortalidad hospitalaria, observándose que los pacientes con balance positivo presentaron una proporción de fallecimiento del 50%, notablemente superior en comparación con aquellos con balance negativo (16.7%).

El balance hídrico positivo se relacionó de manera consistente con desenlaces clínicos desfavorables, ya que, además de la mayor mortalidad, este grupo de pacientes mostró una mayor frecuencia de traslados a otras instituciones en condición grave y una menor tasa de altas hospitalarias con vida. Por el contrario, los pacientes que mantuvieron un balance hídrico negativo o neutro evidenciaron una evolución clínica más satisfactoria, con una proporción significativamente mayor de egresos vivos y una menor incidencia de complicaciones graves al alta de la UCI.

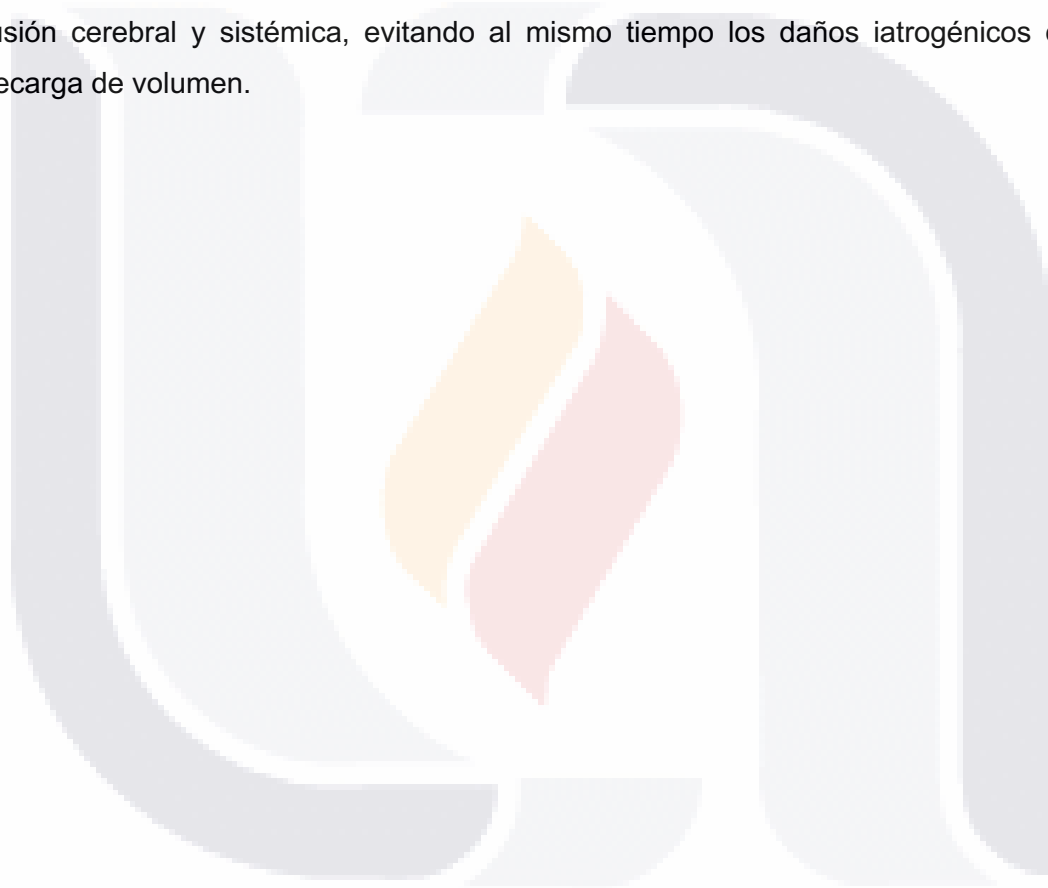
El análisis de correlación confirmó una relación inversa y significativa entre el balance hídrico y el pronóstico, sustentada por los coeficientes de Pearson y Spearman, lo que refuerza la noción de que un mayor acúmulo de fluidos se asocia de forma independiente con un peor desenlace clínico en esta población.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis alterna (H1) del estudio y destacan la relevancia del manejo estricto de la fluidoterapia como un factor potencialmente modificable en el cuidado del paciente con trauma craneoencefálico grave, cuyo control adecuado podría influir positivamente en su supervivencia y recuperación.

CONTRIBUCIONES

El presente trabajo contribuye a validar la asociación entre el balance hídrico y el desenlace fatal de los pacientes con traumatismo craneoencefálico en un contexto latinoamericano, así mismo, resalta la necesidad de implementar y adherirse a protocolos de manejo de fluidos más estrictos y conservadores en las Unidades de Cuidados Intensivos que atienden a esta población de alto riesgo.

La individualización de la terapia, guiada por la monitorización hemodinámica avanzada y el cálculo meticuloso del balance hídrico, debe ser el estándar de oro para optimizar la perfusión cerebral y sistémica, evitando al mismo tiempo los daños iatrogénicos de la sobrecarga de volumen.



LIMITACIONES

A pesar de los hallazgos significativos, es importante reconocer las limitaciones inherentes a este estudio para una correcta interpretación de sus resultados.

Entre ellas encontramos el propio diseño del estudio, al ser de tipo retrospectivo lo vuelve dependiente de la calidad y exactitud de los registros clínicos; lo que le hace susceptible a la posibilidad de datos faltantes o inexactitudes en las bitácoras de enfermería.

Si bien el tamaño de muestra fue amplio (74 pacientes) para el análisis final, un tamaño muestral mayor hubiese incrementado el poder estadístico del estudio, permitiendo análisis de subgrupos más grandes y una mayor generalización de los resultados.

Aunque se analizaron variables clave, existen otros factores pronósticos de gran relevancia en el TCE como la presión intracraneal (PIC), la presión de perfusión cerebral (PPC) o hallazgos específicos en neuroimagen los cuales no estuvieron disponibles de manera sistemática y que podrían actuar como factores de confusión no controlados.

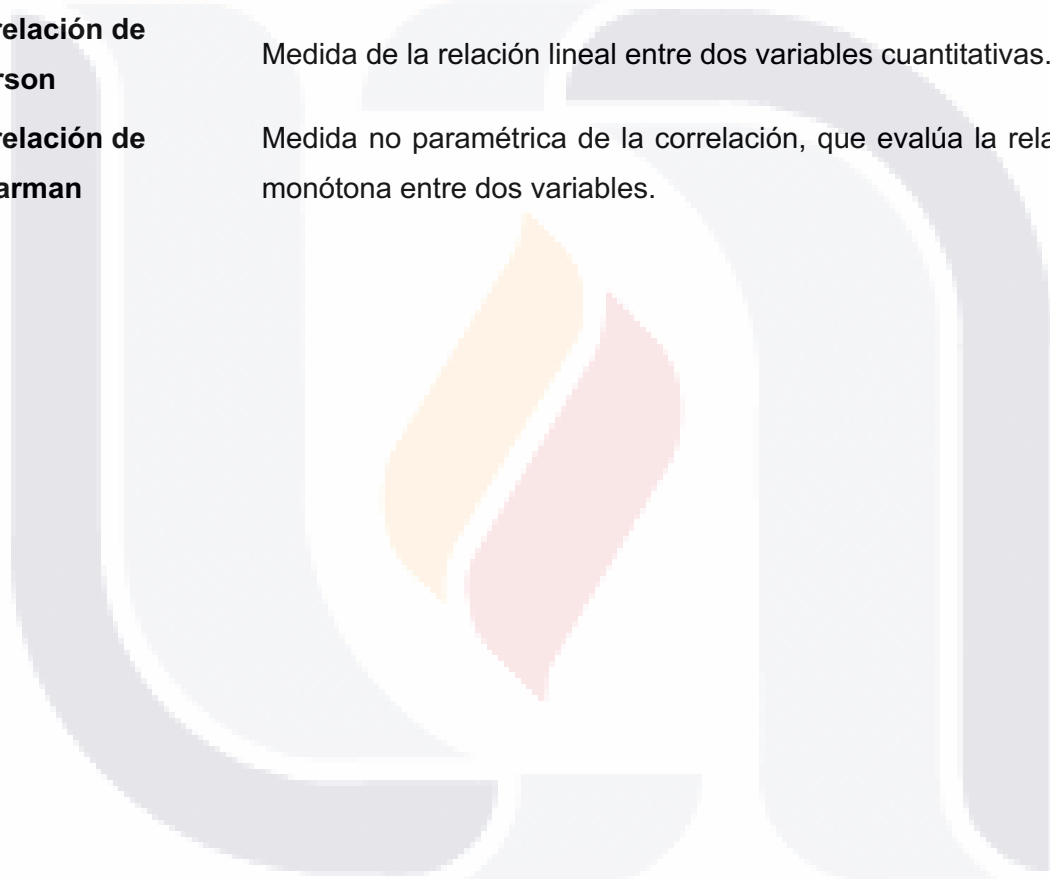
A pesar de estas limitaciones, el estudio aporta evidencia valiosa y local sobre un aspecto crítico del manejo del paciente neurocrítico, sentando las bases para futuras investigaciones con diseños prospectivos que permitan establecer relaciones de causalidad más firmes con un mayor número de variables.

GLOSARIO

Término	Definición
Balance Hídrico	Diferencia neta entre la cantidad total de líquidos administrados y la cantidad total de líquidos eliminados por un paciente en un período determinado. Un balance positivo indica una ganancia neta de líquidos.
Balance Hídrico Positivo	Situación en la que la ingesta de líquidos supera a las pérdidas, lo que resulta en una acumulación neta de líquidos en el organismo.
Trauma Craneoencefálico (TCE)	Lesión física en el tejido cerebral que altera temporal o permanentemente la función cerebral, causada por una fuerza externa.
Presión Intracraneal (PIC)	Presión que existe dentro del cráneo y en el tejido cerebral y el líquido cefalorraquídeo.
Presión de Perfusión Cerebral (PPC)	Diferencia entre la presión arterial media (PAM) y la presión intracraneal (PIC). Es crucial para asegurar un flujo sanguíneo adecuado al cerebro.
Edema Cerebral	Acumulación anormal de líquido en los espacios intra o extracelulares del cerebro, lo que puede aumentar la PIC.
Lesión Renal Aguda (LRA)	Deterioro rápido de la función renal, que resulta en la incapacidad de excretar desechos y mantener el equilibrio hidroelectrolítico.
Ventilación Mecánica Invasiva (VMI)	Soporte respiratorio que implica la intubación de la vía aérea para asistir o reemplazar la respiración espontánea.
Escala de Coma de Glasgow (ECG)	Escala neurológica utilizada para evaluar el nivel de conciencia de un paciente, basada en la apertura ocular, la respuesta verbal y la respuesta motora.
Fluidoterapia	Administración de soluciones intravenosas para corregir o prevenir desequilibrios de líquidos y electrolitos.
Solución Hartman	Solución cristaloides balanceada utilizada para la reanimación con líquidos, que contiene electrolitos similares al plasma humano.

Término	Definición
Autorregulación Cerebral	Mecanismo fisiológico por el cual el cerebro mantiene un flujo sanguíneo constante a pesar de las variaciones en la presión arterial sistémica.
Secreción Inadecuada de Hormona Antidiurética (SIADH)	Trastorno caracterizado por la liberación excesiva de hormona antidiurética, lo que lleva a la retención de agua e hiponatremia.
Diabetes Insípida	Trastorno caracterizado por una excreción excesiva de orina diluida debido a una deficiencia de hormona antidiurética o a la resistencia renal a su acción.
Ley de Monroe-Kellie	Doctrina que establece que el volumen intracraneal (sangre, LCR y tejido cerebral) es constante. Un aumento en uno de estos componentes debe compensarse con una disminución en otro para evitar un aumento de la PIC.
Sepsis	Respuesta inflamatoria sistémica abrumadora a una infección, que puede conducir a disfunción orgánica y shock.
Shock Séptico	Subconjunto de la sepsis en el que las anomalías circulatorias, celulares y metabólicas subyacentes son lo suficientemente profundas como para aumentar sustancialmente la mortalidad.
Vasopresor	Fármaco que produce vasoconstricción y, por lo tanto, eleva la presión arterial media.
Norepinefrina	Vasopresor de primera línea comúnmente utilizado en el shock séptico para aumentar la PAM.
Inotrópico	Sustancia que altera la fuerza o energía de las contracciones musculares, refiriéndose comúnmente a fármacos que aumentan la contractilidad cardíaca.
Delirium	Trastorno agudo de la atención y la cognición, común en pacientes críticos, caracterizado por confusión y alteración del estado de conciencia.
Estudio Retrospectivo	Tipo de estudio de investigación que analiza datos de eventos que ya han ocurrido.

Término	Definición
Curva ROC (Receiver Operating Characteristic)	Herramienta gráfica utilizada en el análisis de clasificación para evaluar la capacidad discriminatoria de una prueba diagnóstica.
Prueba de Youden	Método utilizado para identificar el punto de corte óptimo en una curva ROC, maximizando la sensibilidad y la especificidad.
Chi-cuadrado (χ^2)	Prueba estadística utilizada para determinar si existe una asociación significativa entre dos variables categóricas.
Correlación de Pearson	Medida de la relación lineal entre dos variables cuantitativas.
Correlación de Spearman	Medida no paramétrica de la correlación, que evalúa la relación monótona entre dos variables.



BIBLIOGRAFÍA

1. Dewan MC, Rattani A, Gupta S, Baticulon RE, Hung YC, Punchak M, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *Lancet Neurol.* 2018;17(12):954–76.
2. Maas AIR, Menon DK, Adelson PD, Andelic N, Bell MJ, Belli A, et al. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *Lancet Neurol.* 2017;16(12):987–1048.
3. Stocchetti N, Zanier ER. Chronic impact of traumatic brain injury on outcome and quality of life: A narrative review. *Intensive Care Med.* 2014;40(6):920–9.
4. Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., Zabarte, M., de Trauma, G. D. T., & de SEMICYUC, N. (2014).
5. Raghunathan K, SA, Bagshaw S. Fluids are drugs: Type, dose and toxicity. *Curr Opin Crit Care.* 2013; 19(4): p. 290-298. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23817025.
6. Rosamond W, Flegal K, Furie K, Go A, Greenlund K, Haase N, et al. Heart Disease and Stroke Statistics. *AHA Statistical Update.* 2008 Enero; 117: p. e25-e146. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18086926
7. Murray CJ, Ezzati M, Flaxman AD, Lim S, Lozano R, Michaud C, Naghavi M, Salomon JA, Shibuya K, Vos T, Wikler D, Lopez AD. GBD 2010: design, definitions, and metrics. *Lancet.* 2012 Dec 15;380(9859):2063-6. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61899-6. PMID: 23245602.
8. Cárdenas, A., & Roca, J. (2017). Tratado de medicina intensiva. In *Medicina Intensiva*, Elsevier (Vol. 27). [https://doi.org/10.1016/s0210-5691\(03\)79913-6](https://doi.org/10.1016/s0210-5691(03)79913-6)
9. Geeraerts, T., Velly, L., Abdenmour, L., Asehnoune, K., Audibert, G., Bouzat, P., ... Payen, J. F. (2018). Management of severe traumatic brain injury (first 24 hours). *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*, 37(2), 171–186. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.12.001>
10. Chávez-Valdivia, A., Rojas-Vivanco, P., Castañeda, A., del Carmen Valdivia-Tapia, M., & Yhuri Carreazo, N. (2022). Asociación entre sobrecarga de fluidos y mortalidad en pacientes hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos. *Andes pediátrica*, (ahead), 0-0.
11. Unterberg AW, Stover J, Kress B, Kiening KL. Edema and brain trauma. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2004;75(5):669–75.
12. Czosnyka M, Smielewski P, Steiner LA, Pickard JD. Cerebral autoregulation in head injury. *Nat Rev Neurol.* 2021;17(4):261–76.

13. Haines RW, Lin SP, Hewson R, Kirwan CJ, Prowle JR. The association of fluid balance and mortality in neurocritical care patients: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2020;48(5):e360–8.
14. Kramer AH, Zygun DA. Fluid balance and outcome in neurocritical care: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2013;17(4):R141.
15. Marmarou A. A review of progress in understanding the pathophysiology and treatment of brain edema. *J Neurosurg.* 2007;107(1):8–19.
16. Donnelly J, Aries MJ, Czosnyka M. Continuous monitoring of cerebrovascular pressure reactivity in traumatic brain injury patients: From theory to practice. *Intensive Care Med.* 2017;43(9):1382–94.
17. Stocchetti N, Colombo A, Ortolano F, Videtta W, Marchesi R, Longhi L, et al. Time course of intracranial hypertension after traumatic brain injury. *Neurocrit Care.* 2015;22(1):1–7.
18. Arabi YM, Haddad SH, Tamim HM, Al-Dawood A, Al-Qahtani S, Ferayan A, et al. Mortality reduction after implementing a clinical practice guidelines-based management protocol for severe traumatic brain injury. *Crit Care.* 2012;16(5):R172.
19. Sakr Y, Rubatto Birri PN, Koffis K, Nanchal R, Shah B, Kress JP, et al. Higher fluid balance increases the risk of death from sepsis: Results from a large international audit. *Crit Care Med.* 2017;45(3):385–94.
20. Zampieri FG, Ranzani OT, Azevedo LC, Park M. The impact of fluid balance on the outcome of patients with sepsis: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2014;42(3):713–21.
21. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GWJ, Bell MJ, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery.* 2017;80(1):6–15.
22. Citerio G, Andrews PJ, Boccalini G, Cormio M, Delhumeau C, Enblad P, et al. Intracranial pressure management in traumatic brain injury: A survey of clinical practice in Europe. *Intensive Care Med.* 2015;41(12):2095–104.
23. Oddo M, Poole D, Helbok R, Meyfroidt G, Stocchetti N, Bouzat P, et al. Fluid management in brain-injured patients: A systematic review and practice recommendations. *Crit Care.* 2021;25(1):99.
24. Li Y, Li H, Zhang D. Association between fluid overload and mortality in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2022;26(1):101.
25. Chen J, Wang L, Zhang Y, et al. Cumulative Fluid Balance and Mortality in Traumatic Brain Injury: A Multicenter Prospective Cohort Study. *Neurocrit Care.* 2023;38(2):345-354.

26. Stocchetti N, Maas AI. Traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med.* 2014;370(22):2121-2130
27. Johnson A, Smith B, Davis C. The Impact of Early Positive Fluid Balance on Intracranial Pressure and Clinical Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2021;33(4):321-328.
28. Malbrain ML, Van Regenmortel N, Saugel B, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four D's and the four phases of fluid therapy. *Ann Intensive Care.* 2018;8(1):66.
29. Meyhoff TS, Hjortrup PB, Wetterslev J, et al. Restriction of intravenous fluid in ICU patients with septic shock. *N Engl J Med.* 2022;386(26):2459-2470.
30. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(3):605-617.
31. Semler MW, Self WH, Wanderer JP, et al. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults. *N Engl J Med.* 2018;378(9):829-839.
32. Rockswold SB, Rockswold GL, Zaun DA, et al. A prospective, randomized clinical trial of hypertonic saline versus lactated Ringer's solution for brain resuscitation in patients with traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 2023;40(5-6):456-465.
33. Raj R, Skrifvars MB, Kivisaari R, et al. Acute alcohol intoxication and long-term outcome in patients with traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 2015;32(2):95-100.

ANEXOS

Anexo A. Instrumentos de recolección de la información e instructivos para recolectar información.

“Asociación del balance hídrico positivo con la mortalidad de los pacientes con trauma craneoencefálico”

Expediente	Fecha:	Edad	Sexo
Mecanismo de Trauma	Comorbilidades () Hipertensión () Diabetes () Distiroidismo () Cardiopatía () EPOC/ASMA () Obesidad () ERC () Otras	Toxicomanías () Tabaquismo () Etilismo () Drogas de abuso () Ninguna	
ECG			
Balance hídrico			
Tipo de solución utilizada 5. Solución salina 6. Solución Hartman 7. Albumina 8. Hemoderivados	Días de estancia en la UCI	Requerimiento de VMI 3. Si 4. No	
Días de VMI	Condición al alta	Mortalidad	

Efraín Azael López Lara

Residente de segundo año de la subespecialidad

Medicina del Enfermo en Estado Critico