



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

SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO HIDALGO  
**HOSPITAL GENERAL PACHUCA**

**TRABAJO TERMINAL**

**“MEDICIÓN DE LA DISTENSIBILIDAD DE LA VENA CAVA INFERIOR POR  
ULTRASONIDO PARA VALORAR LA TOLERANCIA A VOLUMEN EN EL PACIENTE  
SÉPTICO EN EL ÁREA DE URGENCIAS DURANTE 2021”**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

**MEDICINA DE URGENCIAS**

QUE PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO

**OCTAVIO ANTONIO MERINO ESPINDOLA**

M.C. ESP. DANIEL MOISÉS MONROY MUÑOZ  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS  
**DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL**

MTRA. IRIS CRISTINA LÓPEZ SANTILLÁN  
**CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL TRABAJO TERMINAL**

MTRA. ANA HILDA FIGUEROA GUTIÉRREZ  
**CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL TRABAJO TERMINAL**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE DEL 2022

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

**“MEDICIÓN DE LA DISTENSIBILIDAD DE LA VENA CAVA INFERIOR POR ULTRASONIDO PARA VALORAR LA TOLERANCIA A VOLUMEN EN EL PACIENTE SÉPTICO EN EL ÁREA DE URGENCIAS DURANTE 2021”**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS QUE SUSTENTA EL MEDICO CIRUJANO:

**OCTAVIO ANTONIO MERINO ESPINDOLA**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE DEL 2022

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

**DRA. EN PSIC. REBECA MARIA ELENA GUZMÁN SALDAÑA**  
DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

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

**M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA**  
COORDINADORA DE POSGRADO

**M. EN C. IRIS CRISTINA LÓPEZ SANTILLÁN**  
CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL PROYECTO TERMINAL

**M. EN C. ANA HILDA FIGUEROA GUTIÉRREZ**  
CODIRECTORA METODOLÓGICA DEL PROYECTO TERMINAL

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

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

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

**M.C. ESP. JUAN JOSE REYES VALERIO**  
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS  
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA DE URGENCIAS

**M.C. ESP. DANIEL MOISES MONROY MUÑOZ**  
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS  
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL



DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL



Secretaría de  
Salud  
Hidalgo apoco hidalgo



**Hospital General de Pachuca**

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

Tu puedes prevenir accidentes en verano , ¿Evita comportamientos riesgosos!

Dependencia: Secretaría de Salud  
U. Administrativa: Hospital General Pachuca  
Área Generadora: Departamento de Investigación  
No. De Oficio: 081/2022

Pachuca, Hgo., a 18 de julio de 2022

**M.C. OCTAVIO ANTONIO MERINO ESPINDOLA**  
**ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE URGENCIAS**  
**P R E S E N T E**

Me es grato comunicarle que se ha analizado el informe final del estudio: Medición de la distensibilidad de la vena cava inferior por ultrasonido para valorar la tolerancia a volumen en el paciente séptico en el área de urgencias en el Hospital General de Pachuca durante 2021, y cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Investigación y por el Comité de Ética en Investigación, por lo que se autoriza la **Impresión de trabajo terminal**.

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

Sin otro particular reciba un cordial saludo

**A T E N T A M E N T E**

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

Dr. Juan José Reyes Valerio.-Profesor Titular de la Especialidad de Medicina de Urgencias  
Dr. Daniel Moises Monroy Muñoz.- Especialista en Medicina de Urgencias y Asesor de Tesis.

Autorizó:	Dr. Sergio López de Nava y Villasana.-Subdirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación
Revisó:	M. en C. María Alma Olvera Vela.-Investigadora Dr. en C. Sergio Muñoz Juárez
Realizó:	C. Elyda Alejandra Reséndiz Islas.- Apoyo Administrativo

Pachuca - Tulancingo 101, Col. Ciudad de los Niños,  
Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070  
Tel.: 01 (771) 713 4649  
www.hidalgo.gob.mx Carr

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a **mi madre** María del Carmen Espindola Ballesteros por su apoyo incondicional y ser uno de los pilares más importantes en mi vida, por brindarme su amor y cariño.

Gracias a **mi esposa** Adriana Hernández Maza porque a través de su apoyo incondicional, paciencia, amor y motivación, logre realizarme profesionalmente y culminar un largo camino para el día de hoy ver realizado este gran sueño.

Brindo un total y profundo agradecimiento **mi amigo y maestro** M.C. Esp. Daniel Moisés Monroy Muñoz, médico especialista en medicina de urgencias quien me brindo su amistad sincera, y siempre creyó en mí y en mis capacidades como médico residente, brindándome consejos y guiando mi proceso de formación como médico especialista.

Gracias al M.C. Esp. Omar Azuara Antonio por ser un **amigo** entrañable, impulsarme en todo momento, ser parte de mi formación academia como médico residente y haber sido parte de innumerables momentos inolvidables dentro y fuera del ámbito académico, por su amistad y profundo aprecio hacia mi persona y mi familia.

Gracias a la Mtra. Ana Hilda Figueroa Gutiérrez y a la Mtra. Iris Cristina López Santillán por brindarme su tiempo y disposición para guiarme en el desarrollo y supervisión de este proyecto, y por las asesorías y acompañamiento de la Mtra. María Alma Olvera Villa.

Gracias a todos **mis maestros** de esta hermosa especialidad por darme la oportunidad de aprender de ellos, mejorar mis capacidades, fomentar en mí el espíritu de trabajo cooperativo y entrega total, en especial brindo un importante reconocimiento al M.C. Esp. Juan José Reyes Valerio, quien confió en mí para poder obtener el conocimiento y destrezas necesarias para convertirme en un excelente medico Urgenciólogo.

Gracias a **mi compañero** de residencia Irving Israel López Vidales por brindarme su amistad y acompañamiento durante las largas jornadas de trabajo, haciendo más divertido y liviano el desarrollo de mis actividades académicas.

Gracias al **Hospital General de Pachuca** por abrirme sus puertas hace tres años, permitirme cumplir este sueño y hoy darme la oportunidad de regalarle un poco de los frutos de he cosechado, siendo parte de la plantilla laboral que en el labora.

## INDICE

I. GLOSARIO.....	1
II. RELACIÓN DE CUADROS, GRAFICAS E ILUSTRACIONES .....	3
III. RESUMEN.....	5
IV. INTRODUCCION. ....	7
V. ANTECEDENTES .....	8
VI. MARCO TEÓRICO .....	14
VII. JUSTIFICACIÓN .....	18
VIII. OBJETIVOS Y OBJETIVOS ESPCIFICOS .....	19
IX. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
X. HIPÓTESIS .....	21
XI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
XII. ASPECTOS ÉTICOS .....	27
XIII. RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS.....	28
XIV. RESULTADOS .....	29
XV. DISCUSIÓN.....	45
XVI. CONCLUSIONES .....	46
XVII. RECOMENDACIONES.....	49
XVIII. BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	50

## I. GLOSARIO

**Chi cuadrada:** La prueba de Chi-Cuadrado es un procedimiento estadístico utilizado para determinar si existe una diferencia significativa entre los resultados esperados y los observados en una o más categorías. Se trata de una prueba no paramétrica que es utilizada por los investigadores para examinar las diferencias entre variables categóricas en la misma población. También puede utilizarse para validar o proporcionar un contexto adicional para las frecuencias observadas.

**Choque séptico:** Subcategoría de la sepsis en la que las alteraciones circulatorias y del metabolismo celular son lo suficientemente profundas como para aumentar considerablemente la mortalidad.

**Distensibilidad:** Variación porcentual del diámetro de la VCI (dVCI) previo a la administración de 8 ml/kg de almidón de hidroxietilo al 6% o 7 ml/kg de poligelatina al 4%. Por lo tanto, una variación de 12-18% en el diámetro de la VCI con la respiración predice la respuesta al reto de líquidos.

**Edema agudo pulmonar:** Se define como el cuadro clínico secundario a insuficiencia **aguda** del ventrículo izquierdo o por una estenosis de la válvula mitral, con el consiguiente aumento de la presión capilar pulmonar y extravasación de líquido al intersticio y alvéolos pulmonares.

**Precarga:** Magnitud del estiramiento máximo o tensión de las fibras miocárdicas antes del inicio de la contracción ventricular y es determinada por la longitud media de los sarcómeros al final de la diástole.

**Reto de fluido o de líquido:** Es un método de uso frecuente para evaluar el estado del volumen intravascular, consiste en hacer una infusión de fluidos de 250 mL o 3 mL/kg administrados en 5 a 10 minutos con incremento del volumen de eyección sistólico o del gasto cardiaco de 10 a 15% en los pacientes respondedores.

**Sepsis:** Disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta disregulada del huésped a la infección.

**Sobrecarga de líquidos:** Se definió como el porcentaje de acumulación de fluidos más de un 10 % superior al peso corporal basal.

**T- student:** Es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño y la desviación estándar poblacional es desconocida.

**Vena Cava inferior:** Es la vena satélite de la aorta abdominal y reúne el retorno venoso de todas las venas infradiafragmáticas. La vena cava inferior tiene un calibre de 20 mm en su porción más inferior, mientras que llega a los 30 mm en su porción superior con dos ensanchamientos a nivel de los riñones y otro por encima del hígado.

**Volumen sanguíneo:** Se define como el volumen sanguíneo intratorácico, siendo alrededor de 20% de la volemia, repartido aproximadamente en 50% en las cavidades cardiacas y 50% en la circulación pulmonar.

## II. RELACIÓN DE CUADROS, GRAFICAS E ILUSTRACIONES

Gráfica 1. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por sexo.....	29
Gráfica 2. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por grupo de edad.....	30
Gráfica 3. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por escolaridad.....	31
Gráfica 4. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por ocupación.....	32
Gráfica 5. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por estado civil .....	33
Gráfica 6. Medición por ultrasonido de la distensibilidad de vena cava en pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias.....	34
Gráfica 7. Histograma de frecuencias del Índice de distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias.....	35
Gráfica 8. Resultado clínico de pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias de acuerdo a mortalidad.....	36
Gráfica 9. Mortalidad de pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias de acuerdo a monitorización de distensibilidad de vena cava inferior.....	37
Gráfica 10. Supervivencia de los pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias dividida de acuerdo a uso de monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior.....	38
Gráfica 11. Uso de cristaloides en pacientes con sepsis atendidos en urgencias en mililitros.....	39
Gráfica 12. Prevalencia global de edema agudo pulmonar en pacientes con sepsisatendidos en urgencias.....	40

Gráfica 13. Prevalencia de edema agudo pulmonar de acuerdo a monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido.....41

Gráfica 14. Días de estancia hospitalaria de acuerdo a resultado clínico en pacientes con sepsis atendidos en urgencias.....42

Gráfica 15. Días de estancia intrahospitalaria en pacientes recuperados de acuerdo al uso de monitoreo de distensibilidad de van cava inferior en pacientes con sepsis atendidos en urgencias.....43

### III. RESUMEN

**Antecedentes:** Las complicaciones derivadas de estados sépticos, incluido el choque, son condiciones muy frecuentes en los servicios de urgencias en todo el mundo. La monitorización del manejo de los pacientes sépticos es una de las principales directrices del quehacer del urgenciólogo. El monitoreo no invasivo por ultrasonido es una herramienta que tiene por objeto valorar la respuesta a líquidos en el paciente con estado séptico y de esta forma evitar la sobrecarga hídrica y sus complicaciones.

**Objetivo:** Evaluar si el monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por medición ultrasonográfica usado en la reanimación con líquidos de pacientes sépticos en el Hospital General de Pachuca durante el 2021 influye en sus resultados clínicos.

**Material y métodos:** Se llevó a cabo un estudio transversal, analítico y retrolectivo. Se incluyeron pacientes con sepsis grave y ventilación mecánica tratados en el Hospital General de Pachuca en el 2021 con reanimación inicial con líquidos, y se compararon aquellos con monitoreo de distensión de vena cava inferior por ultrasonido y aquellos con un manejo similar, pero sin dicho monitoreo. Se comparó el uso de cristaloides, así como diversos resultados clínicos. El análisis de datos se realizó mediante el programa STATA.

**Resultados:** Se incluyeron 78 pacientes, con 37 mujeres (47%) y 41 hombres (53%). Ambos grupos fueron de 39 pacientes. Con un punto de corte de 1.43 en el índice de distensibilidad de vena cava inferior, 28 pacientes (78%) fueron respondedores a líquidos mientras que 11 pacientes (22%) no lo fueron. La mortalidad fue del 62% en los pacientes sin monitorización, y de 38% sin ella, con una razón de momios (RM) del 0.44 (IC 0.1734-1.1295 al 95%,  $p = 0.08$ ) para el grupo de pacientes con monitoreo, asimismo la RM para la incidencia de edema agudo pulmonar fue de 0.29 (IC 0.561-1.5757 al 95%,  $p = 0.15$ ). La estancia intrahospitalaria fue mayor en el grupo sin monitoreo por 2.9 días (14.5 contra 11.6 días) y el uso de cristaloides fue mayor por 635ml en el primer turno de manejo.

**Conclusiones:** El uso de monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior disminuye el uso de cristaloides en pacientes con sepsis grave y los días de estancia intrahospitalaria; puede disminuir la mortalidad e incidencia de edema agudo pulmonar. Se necesita la realización de más estudios al respecto que evalúen el impacto de la medición de distensibilidad de vena cava inferior en el manejo del paciente séptico.

**Palabras clave:** Sepsis, choque séptico, vena cava inferior, ultrasonido, reanimación.

## **ABSTRACT**

**Background:** Complications derived from septic states, including shock, are very frequent conditions in emergency services throughout the world. Monitoring the management of septic patients is one of the main guidelines of the emergency physician's work. Noninvasive ultrasound monitoring is a tool that aims to assess the response to fluids in patients with septic status and thus avoid fluid overload and its complications. **Objective:** To assess whether the monitoring of inferior vena cava distensibility by ultrasonographic measurement used in fluid resuscitation of septic patients at the General Hospital of Pachuca during 2021 influences their clinical results.

**Material and methods:** A cross-sectional, analytical and retrolective study was carried out. Patients with severe sepsis and mechanical ventilation treated at the General Hospital of Pachuca in 2021 with initial fluid resuscitation are included, and those with ultrasound monitoring of inferior vein cava distention are compared with those with similar management, but without such monitoring. . The use of crystalloids was compared, as well as various clinical outcomes. Data analysis was performed using the STATA program.

**Results:** 78 patients were included, with 37 women (47%) and 41 men (53%). Both groups were 39 patients. With a cut-off point of 1.43 on the inferior vena cava distensibility index, 28 patients (78%) were fluid responders while 11 patients (22%) were not. Mortality was 62% in patients without monitoring, and 38% without it, with an odds ratio (OR) of 0.44 (95% CI 0.1734-1.1295,  $p = 0.08$ ). for the group of patients with monitoring, calculating the MR for the incidence of acute pulmonary edema was 0.29 (95% CI 0.561-1.5757,  $p = 0.15$ ). Hospital stay was longer in the unmonitored group by 2.9 days (14.5 versus 11.6 days) and crystalloid use was higher by 635ml in the first shift of management.

**Conclusions:** The use of inferior vein cava distensibility monitoring decreases the use of crystalloids in patients with severe sepsis and the days of hospital stay; it can decrease mortality and incidence of acute pulmonary edema. More studies are needed in this regard to evaluate the impact of the measurement of distensibility of the inferior vena cava in the management of septic patients.

**Keywords:** Sepsis, septic shock, inferior vein cava, ultrasound, resuscitation.

**IV. INTRODUCCION.**

## V. ANTECEDENTES

De acuerdo al reporte global de la epidemiología e impacto de la sepsis de la Organización de las Naciones Unidas, en 2017 se reportaron 49,000,000 de casos y 11,000,000 de muertes relacionadas a la sepsis<sup>35</sup>. En el mismo reporte se afirma que la incidencia de la sepsis que requiere de manejo hospitalario es de 189 por 100,000 personas-año, con una mortalidad del 26.7% que llega hasta el 42% en los casos que requieren atención en terapia intensiva<sup>35</sup>.

A nivel internacional, se ha reportado de acuerdo a sistemas de revisión de expedientes electrónicos en Estados Unidos que solo en 2014 se detectaron 173,690 casos de sepsis tratada de forma hospitalaria, equivalente al 6% de los pacientes ingresados a hospitales estadounidenses en ese periodo de tiempo, con 26,061 muertes por sepsis en hospitales, correspondiente al 15% de los pacientes ingresados por dicho diagnóstico<sup>36</sup>.

La Comisión Nacional de Arbitraje Médico, junto con la Organización Panamericana de la Salud publicaron un boletín informativo en el que analizaron datos del Sistema Nacional de Información Estadística en Salud en los años de 2008 a 2015 en el que se encontró que la sepsis fue listada como causa de egreso hospitalario en 139,062 casos lo cual representa 21.9 egresos por sepsis por cada 10,000 y el 3% del total, con una mortalidad del 80.5% (se aclara que se consideraron tanto egresos por mejoría como por defunción). A nivel estatal dentro de México se encontró que la entidad con la mayor incidencia fue Ciudad de México seguida por Querétaro y Nuevo León, aunque se aclara que dicho resultado probablemente tiene que ver con un mejor acceso a servicios sanitarios en dichas entidades respecto a otras como Tabasco, Guerrero y Michoacán, que ocupan los 3 últimos lugares en cuanto a incidencia. El estado de Hidalgo ocupa el lugar número 28 a nivel nacional con una tasa de incidencia de 15.1 por cada 10,000 egresos<sup>37</sup>.

El manejo de líquidos es una prioridad en el manejo del paciente crítico, sobre todo si se considera a aquellos que presentan falla circulatoria, sin embargo, es importante que se tomen en cuenta los peligros de una reanimación con cristaloides vigorosa sin tomar en cuenta la capacidad de respuesta del cuerpo a la misma, lo cual puede provocar

sobrecarga hídrica en el paciente y ello a su vez aumentar la mortalidad, la necesidad de ventilación mecánica y la falla renal<sup>16</sup>.

La investigación clínica sobre el monitoreo de pacientes y la respuesta a líquidos mediante ultrasonido aún no es un campo clínico ampliamente estudiado. En el trabajo de Corl y colaboradores de 2012, se hizo una investigación en 30 pacientes con ultrasonografía de vena cava inferior a pie de cama, con el propósito de evaluar la respuesta a terapia hídrica en pacientes con euvolemia e hipovolemia, en la que se encontraron resultados heterogéneos de acuerdo a las características del paciente en cuanto a la utilidad de la medición ultrasonográfica de la vena cava inferior para inferir la respuesta a líquidos, por lo que no se pudieron emitir conclusiones positivas o negativas<sup>19</sup>.

La investigación sobre la utilidad del ultrasonido de la vena cava inferior en el manejo de pacientes en estado de shock se ha realizado en trabajos como el de Youssif et al en 2020, donde se estudió a 45 pacientes con trauma y choque, en el que se encontró que el diámetro de la vena cava inferior en inspiración y espiración fueron significativamente mayores tras la resucitación, asimismo el índice de la vena cava inferior fue mayor en la misma condición<sup>20</sup>. El índice de distensibilidad de la vena cava inferior se define como el resultado de la división del producto del máximo diámetro de la vena cava inferior menos el mínimo diámetro de la vena cava inferior por 100 sobre el diámetro mínimo de la vena cava inferior<sup>20, 21</sup>.

En 2019, el grupo de trabajo de Yao et al realizó una investigación clínica con 67 pacientes sometidos a ventilación mecánica para evaluar el índice de distensibilidad de la vena cava inferior en una unidad de cuidados intensivos en respuesta a manejo con fluidos y aumento de la precarga cardiaca, encontrándose que un índice de distensibilidad de la vena cava inferior del 10.2% fue predictivo de respuesta a fluidos con una sensibilidad del 67.6% y una especificidad del 40%, demostrando superioridad sobre la medición simple de la vena cava inferior a nivel subxifoideo y en línea media axilar derecha<sup>21</sup>.

En 2015, el trabajo de Luján et al incluyó a 15 pacientes con necesidad de ventilación mecánica y se realizó un estudio sobre la distensibilidad de vena cava inferior como marcador de respuesta a fluidos, encontrándose que el 50% de los pacientes con una distensibilidad mayor al 18% del índice de vena cava inferior mostraron respuesta a líquidos, mientras que únicamente el 10% de los pacientes con una distensibilidad menor al 18% en dicho índice mostraron respuesta a la terapia con líquidos<sup>22</sup>.

La evaluación del volumen intravascular también es posible de llevar a cabo con la medición ultrasonográfica de la distensibilidad de la vena cava inferior incluso en el paciente pediátrico. En el trabajo de Akyldiz et al en 2020 un grupo de 40 pacientes menores de 18 años se dividió en 2 grupos de acuerdo a la presencia de hipovolémica, definida para fines del estudio como una presión venosa central menor a 8mmHg y aquellos que no la presentaron, en ambos grupos se realizó medición de la distensibilidad de la vena cava inferior y se evaluaron las diferencias entre la presión de pulso con el parámetro mencionado, encontrándose una correlación positiva entre las mismas, así como una correlación negativa de la presión venosa central con el índice de distensibilidad de vena cava inferior y la variación de la presión de pulso, se encontró un poder predictivo de hipovolemia para la distensibilidad de vena cava inferior > 16%, con una sensibilidad del 90,5% y una especificidad del 94.7%, mostrándose superior a la variación de la presión de pulso, la cual únicamente tuvo un poder predictivo > 14% con una sensibilidad del 71.4% y una especificidad del 89,5%<sup>23</sup>.

En el trabajo de Aboelnile y colaboradores de 2020, se realizó un estudio con el fin de comparar la efectividad del índice de variabilidad de plétora, el cual se trata de un algoritmo relativamente reciente que permite el cálculo continuo y autónomo de las variaciones respiratorias en la amplitud de onda de oximetría de pulso<sup>24</sup>, y el índice de distensibilidad de la vena cava inferior como predictores de respuesta a fluidos en pacientes bajo ventilación mecánica de unidades de terapia intensiva quirúrgicas. El estudio incluyó a 88 pacientes y se encontró que el índice de vena cava inferior tuvo una sensibilidad del 79.17% y una especificidad del 80% con un valor límite > 19.42% para evaluar la respuesta a líquidos comparada con el índice cardiaco, con un área bajo la curva de 0.886, mientras que el índice de variabilidad de plétora con un valor límite >

14% mostró un 93.75% de sensibilidad y un 87.5% de especificidad con un área bajo la curva de 0.969<sup>25</sup>.

La medición de parámetros hemodinámicos a nivel pulmonar también se ha correlacionado con la distensibilidad de la vena cava inferior; en el trabajo de Jongitud et al en 2014, se comparó esta última con la presión en cuña de los capilares pulmonares en pacientes críticos, tomándose en cuenta una muestra de 30 pacientes con diagnóstico de choque, en los que se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa entre la presión de cuña con la distensibilidad de la vena cava inferior, con un coeficiente de determinación de 0.512 (51%), lo cual indica que la distensibilidad de la vena cava inferior es un predictor satisfactorio de la respuesta a fluidos en el paciente<sup>26</sup>.

En el estudio de Charbonneau et al en 2014, se realizó una comparación de la efectividad de la distensibilidad de la vena cava superior con la inferior mediante medición de la misma por ecocardiografía en 44 pacientes en una unidad de cuidados intensivos en Francia, se encontró que el 59% de los pacientes incluidos eran respondedores a fluidos tomando como referencia un aumento del índice cardiaco mayor al 15% tras uso de expansores de plasma, en este caso se encontró que la medición de la vena cava superior fue mejor que la de vena cava inferior con una sensibilidad del 54% y una especificidad del 89% contra sensibilidad del 38% y especificidad del 61%<sup>27</sup>.

Los pacientes con sepsis también han sido incluidos en los estudios de respuesta a fluidos medida por distensibilidad de vena cava inferior. En el estudio de Theerawit y colaboradores de 2016, se realizó un estudio observacional prospectivo en pacientes con manejo con cristaloides en pacientes con sepsis, con una muestra de 29 pacientes en la que el 55% de estos fueron respondedores a fluidos, tomando en cuenta para hacer esta afirmación un gasto cardiaco elevado en más del 15% tras el manejo con líquidos, el valor predictivo obtenido con la variación de presión de pulso fue de 13.8% con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 84.6% contra un valor predictivo del 10.2% para la distensibilidad de la vena cava inferior con una sensibilidad del 75% y una especificidad del 76.9%<sup>28</sup>.

Asimismo, se han realizado metaanálisis sobre la utilidad del ultrasonido en el monitoreo de la terapia hídrica. En el estudio de Orso et al en 2020 se realizó un metaanálisis de 20

estudios sobre el tema, en los que se evaluaba la distensibilidad de la vena cava inferior respecto a variaciones ventilatorias en el marco del tratamiento con cristaloides. Tras el análisis estadístico se encontró un área bajo la curva de 0.71, una razón de momios diagnóstica de 2.02, sensibilidad de 71% y especificidad del 75%<sup>29</sup>.

En el estudio de Vignon y colaboradores de 2016 se realizó un estudio multicéntrico prospectivo en 540 pacientes con ventilación mecánica, de los cuales 229 tuvieron adecuada respuesta a fluidos, en el caso de la distensibilidad de la vena cava inferior, se encontró que un aumento del diámetro de por lo menos el 8% tienen una sensibilidad del 55% y una especificidad del 70%, aunque fue inferior en ambas estadísticas a parámetros como el diámetro de la vena cava superior y la velocidad de eyección del ventrículo izquierdo medida por Doppler (con sensibilidad del 61 y 79% y especificidad del 84 y 64%, respectivamente), aunque es importante mencionar que se dificulta la medición de distensibilidad de vena cava superior dada la necesidad de endoscópica y ecografía transesofágica<sup>30</sup>.

En el caso de los pacientes que no necesitan de ventilación mecánica durante su manejo hospitalario, se han realizado estudios como el de Airapetian y colaboradores en 2015, en el que 59 pacientes se incluyeron en el estudio, de los cuales se consideró al 49% como respondedores a líquidos (se definió como un aumento de la fracción espirada de dióxido de carbono de al menos el 10% tras la administración de líquidos), y en quienes no se encontraron diferencias significativas entre valores de velocidad de flujo aórtica, volumen de eyección, gasto cardiaco e índice de colapsabilidad de vena cava inferior previo al manejo con líquidos, sin embargo después de una infusión de 500cc de solución salina se encontró una capacidad de predicción de respuesta a fluidos del índice de vena cava inferior con un área bajo la curva de 0.62<sup>31</sup>.

En un estudio clínico aleatorizado de Brasil, llevado a cabo por Pereira et al en 2020, se realizó un análisis comparativo del índice de distensibilidad de vena cava inferior con la variación de la presión de pulso para medir respuesta a líquidos en pacientes sometidos a ventilación mecánica, con 22 pacientes incluidos en el que se encontró que el 31.8% de los mismos fueron respondedores a líquidos de acuerdo a variación de presión de pulso medida con cateterización arterial, se encontró una adecuada correlación del índice

de distensibilidad de vena cava inferior con la medición de la variación de presión de pulso al encontrarse un área bajo la curva de 0.88<sup>32</sup>.

En el año 2021 se trataron 124 pacientes con diagnóstico de sepsis grave y ventilación mecánica en el servicio de urgencias del Hospital General de Pachuca, el monitoreo de distensión de vena cava inferior se llevó a cabo en 70 pacientes.

## VI. MARCO TEÓRICO

La sepsis es una disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección<sup>1</sup>. El choque séptico es un subtipo de la sepsis, en el que las anomalías circulatorias, celulares y metabólicas son las responsables del aumento de la mortalidad<sup>2</sup>. En México de acuerdo con la guía de práctica clínica de Diagnóstico y Tratamiento de Sepsis Grave y Choque Séptico en el Adulto se define sepsis como síndrome de respuesta inflamatoria sistémica con sospecha de infección o infección documentada, la sepsis grave se trata de aquella en la que existe disfunción orgánica, anormalidades de perfusión o hipotensión y que responde a terapia hídrica y el choque séptico se trata de sepsis grave que no responde a manejo con líquidos. Dicha Guía indica que la reanimación inicial con líquidos debe ser agresiva en las primeras 24 horas del manejo para mantener una presión arterial media perfusoria<sup>3</sup>. Un 50% de los pacientes con sepsis grave son respondedores de líquidos y pueden mantener un adecuado estado hemodinámico únicamente con terapia hídrica, asimismo se recomienda el uso de cristaloides de acuerdo a la mejora del estado hemodinámico y si no existe mejora después de 6 horas valorar el inicio de terapia aminérgica<sup>3</sup>.

Fisiopatológicamente a medida que la sepsis pasa de una infección localizada a una sistémica y hasta el shock séptico, el sistema cardiovascular sufre importantes alteraciones incluyendo la disminución de la resistencia arterial periférica pese a la restitución del volumen circulante como parte del manejo, asimismo el gasto cardíaco permanece normal o aumentado a pesar de disfunción miocárdica asociada<sup>4</sup>. La resistencia vascular sistémica, la contractilidad cardíaca y la frecuencia cardíaca pueden verse afectadas en diferentes grados entre los pacientes con shock séptico, la respuesta vascular sistémica disminuye casi siempre, mientras que el gasto cardíaco suele aumentar, lo cual resulta en un choque distributivo que se denomina “choque tibio”. Clínicamente los pacientes se presentan con extremidades calientes, piel bien perfundida y llenado capilar rápido<sup>5</sup>. También existe la presencia de alteraciones simultáneas tanto a nivel de la macrocirculación como en la microcirculación, lo que provoca un equilibrio inadecuado entre la demanda de oxígeno y el suministro de oxígeno<sup>2</sup>.

Uno de los principales efectos de una respuesta inflamatoria desregulada en pacientes con shock séptico, junto con el aumento de la permeabilidad vascular, es la depresión del tono vascular que conduce a una profunda vasodilatación venosa y arterial<sup>4</sup>. De igual forma una característica integral del shock séptico es la hipotensión, la pérdida de reactividad del músculo liso vascular que provoca una vasodilatación periférica es el principal mecanismo, aunque se puede añadir hipovolemia y disfunción miocárdica. La vasodilatación periférica, como el principal mecanismo etiológico, se relaciona con el fallo de los mecanismos de regulación de vasoconstricción<sup>6</sup>.

De acuerdo con la información anterior se han propuesto diferentes líneas de tratamiento para el choque séptico, por ejemplo, la campaña de supervivencia de la sepsis recomienda que los pacientes con "hipoperfusión inducida por sepsis" reciban un bolo de 30 ml/kg de líquidos cristaloides por vía intravenosa tres horas después de la identificación lo cual se ha establecido como un estándar en muchos centros médicos aunque la evidencia clínica de respaldo es deficiente y la información disponible resulta controversial<sup>7</sup>. El enfoque tradicional indica que los grandes volúmenes de líquidos son necesarios para el manejo de la sepsis, sin embargo, en últimas fechas se ha establecido que la única razón para administrar a un paciente una cantidad grande de líquidos, es aumentar el volumen sistémico y el gasto cardíaco<sup>8</sup>. Desgraciadamente, el gasto cardíaco aumenta tras la carga de líquidos sólo en aproximadamente el 50% de los pacientes<sup>8, 22</sup>.

Los cristaloides son soluciones compuestas por iones que determinan la tonicidad del fluido, este tipo de fluido se mueve con facilidad desde la zona intravascular al espacio tisular. En caso de administrarse en grandes volúmenes pueden presentar reacciones como hemodilución de células rojas y proteínas plasmáticas, así como edema pulmonar<sup>9</sup>.

Las guías publicadas por el American College of Critical Care Medicine, afirman que "existen grandes déficits de fluidos en los pacientes con shock séptico" pueden ser necesarios hasta 6-10 L de soluciones cristaloides para la reanimación inicial en las primeras 24 horas"<sup>8</sup>.

La capacidad de respuesta a los fluidos es uno de los parámetros más fiables en la decisión de si se puede administrar más líquido, se han evaluado muchos parámetros, por ejemplo, la presión venosa central, la variación de la presión del pulso y la variación

del volumen sistólico, sin embargo, debido a lo invasivo y al tiempo que supone colocar un catéter venoso central y realizar la medición, estos índices son de uso limitado en los servicios de urgencias y en las salas generales<sup>10</sup>.

En los últimos años, la ecografía se ha utilizado como una herramienta sencilla, no invasiva y útil para guiar la reanimación con líquidos, en algunos estudios, la vena cava inferior (VCI) o su variación respiratoria (índice de distensibilidad o de colapsabilidad según ventilación mecánica o respiración espontánea) mediante ecografía ha demostrado ser un índice útil para evaluar la capacidad de respuesta a líquidos<sup>9</sup>.

La vena cava inferior es un vaso muy sensible a los cambios de líquido, es plegable y su tamaño varía en función de los cambios respiratorios bajo presión intratorácica. Durante la respiración espontánea, el vaso se cierra en la inspiración y se abre en la espiración, el diámetro de la vena cava inferior puede medirse con un ultrasonido de forma rápida, no invasiva y fácil, y es un parámetro crítico para evaluar el estado de los líquidos en el paciente<sup>11</sup>.

El índice de colapsabilidad de la vena cava inferior es calculado como la diferencia entre el diámetro máximo en la insuflación y el diámetro mínimo en la espiración, mismo que predice la capacidad de respuesta al volumen<sup>12</sup>.

La ecografía de la vena cava inferior se realiza utilizando un transductor de matriz curva de baja frecuencia (2-5 MHz) y una vista subxifoidea, utilizando el hígado como ventana acústica, se obtiene una vista de eje largo de la vena cava inferior, incluyendo la unión de la aurícula derecha y la confluencia de las venas hepáticas, la medición del diámetro de la VCI se realiza a 1 cm de la confluencia de las venas hepáticas<sup>13</sup>.

Una presión venosa central elevada puede disminuir la distensibilidad de la vena cava inferior, atenuando así la colapsabilidad de la misma en los pacientes que responden a líquidos, sin embargo, una presión venosa central superior a 15 mmHg es más probable que se asocie a los no respondedores<sup>14</sup>.

Los criterios para una prueba positiva son diferentes para pacientes con ventilación mecánica y con ventilación espontánea, con una distensión de la VCI >12%-18% en los

primeros o colapso de >40%-50% en los segundos se considera predictivo de respuesta a los fluidos<sup>13</sup>.

En el Hospital General de Pachuca se efectúa de forma rutinaria la medición de la distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con sepsis grave y ventilación mecánica sometidos a terapia hídrica debido a los beneficios que supone el control de líquidos en pacientes no respondedores a los mismos. La medición de la distensibilidad de vena cava se efectúa de forma convencional con un equipo Marshall M15 de transductor convexo a 5MHz, en la región subxifoidea con el fin de evaluar una zona de 2 a 3cm distal a la unión cavoatrial de acuerdo a bibliografía previa<sup>22</sup>. Se realiza una medición en el primer día de manejo avanzado de la vía aérea previo al inicio de terapia hídrica, independientemente del tiempo de internamiento.

## VII. JUSTIFICACIÓN

Las complicaciones por sepsis, independientemente de la causa subyacente se cuentan entre las principales causas de mortalidad a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud estima que cada año se producen 11 millones de muertes por septicemia<sup>15</sup>, lo cual justifica la necesidad de desarrollar pautas de manejo avanzadas que permitan mejorar el tratamiento de los pacientes, sobre todo en el caso de los casos graves que desarrollan choque séptico y falla multiorgánica, dado que la mortalidad asociada al mismo se eleva considerablemente.

El manejo con líquidos es una de los pilares del tratamiento de los pacientes con choque séptico de acuerdo a diversas guías y protocolos internacionales desde hace varios años, sin embargo, existe relativamente poca evidencia en cuanto a la monitorización del estado clínico del paciente durante la reanimación con líquidos y la respuesta a dicho tratamiento, sobre todo cuando se toma en cuenta métodos no invasivos dados los riesgos inherentes a la cateterización de grandes vasos.

El monitoreo de la distensibilidad de vena cava inferior se ha descrito en estudios previos como una herramienta de utilidad para demostrar la respuesta a líquidos en pacientes con sepsis, lo cual a su vez puede beneficiar el manejo que se le da a los pacientes al disminuir las posibilidades de provocar sobrecarga hídrica en los mismos. En el Hospital General de Pachuca, el monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior para terapia con líquidos es una práctica habitual, que sin embargo, no se ha sometido a un análisis formal para demostrar el impacto que tiene en el tratamiento de los pacientes y por ende en los resultados que se obtienen con los mismos tras llevar a cabo la terapia hídrica, por lo que se pretende con el presente trabajo demostrar los beneficios potenciales que conlleva el monitoreo de la terapia hídrica por ultrasonido.

## **VIII. OBJETIVOS Y OBJETIVOS ESPECIFICOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar si el monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior mediante medición por ultrasonido, usado en la reanimación con líquidos de pacientes sépticos en el Hospital General de Pachuca durante el 2021 influye en los resultados clínicos del tratamiento.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar a la población de estudio de acuerdo a sus variables sociodemográficas y clínicas.
2. Analizar la diferencia en cantidad de cristaloides usados en pacientes con choque séptico y sometidos a reanimación con líquidos monitoreando por ultrasonido la distensibilidad de la vena cava inferior contra respecto los pacientes con dicha condición y tratamiento, pero sin monitoreo por ultrasonido de la distensibilidad de la vena cava inferior.
3. Analizar la diferencia de mortalidad en pacientes con choque séptico y sometidos a reanimación con líquidos monitoreada por ultrasonido respecto a la presente en pacientes con dicha condición y tratamiento, pero sin monitoreo por ultrasonido de la distensibilidad de la vena cava inferior.
4. Analizar la diferencia en incidencia de edema agudo pulmonar (EAP) como complicación de sobrecarga hídrica en pacientes con choque séptico y sometidos a reanimación con líquidos monitoreada por ultrasonido respecto a aquella en pacientes con dicha condición y tratamiento, pero sin monitoreo por ultrasonido de la distensibilidad de la vena cava inferior.
5. Analizar la diferencia de estancia intrahospitalaria en pacientes con choque séptico y sometidos a reanimación con líquidos monitoreada por ultrasonido respecto a aquella de pacientes con dicha condición y tratamiento, pero sin monitoreo por ultrasonido de la distensibilidad de la vena cava inferior.

## **IX. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dadas los millones de personas que fallecen cada año por sepsis y complicaciones asociadas, se hace patente que la mejora del manejo de los pacientes con dichas condiciones es un importante campo para el desarrollo de estrategias de tratamiento, por lo que la evaluación de los métodos de monitoreo de reanimación con líquidos se vuelve una necesidad en el ámbito de la medicina de urgencias, así como las unidades de terapia intensiva con la finalidad de realizar investigación clínica útil. El presente trabajo estudiará a los pacientes con choque séptico y necesidad de reanimación con líquidos y monitoreo de la misma por ultrasonido de vena cava inferior para determinar la utilidad de esta última como parte del manejo integral del individuo.

### **IV.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿La medición por ultrasonido de la distensibilidad de vena cava inferior en pacientes bajo terapia hídrica por choque séptico, influye en los resultados clínicos respecto a dicho tratamiento?

## **X. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula**

La regulación del uso de soluciones cristaloides mediante monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido durante reanimación hídrica en el paciente con sepsis grave no cambia los resultados clínicos consistentes en cantidad usada de cristaloides, mortalidad, incidencia de edema agudo pulmonar y días de estancia intrahospitalaria.

### **Hipótesis alterna**

La regulación del uso de soluciones cristaloides mediante monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido durante reanimación hídrica en el paciente con sepsis grave altera los resultados clínicos adversos consistentes en cantidad usada de cristaloides, mortalidad, incidencia de edema agudo pulmonar y días de estancia intrahospitalaria.

## **XI. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño de investigación**

El estudio fue analítico y observacional, de tipo transversal y retrolectivo mediante el análisis de resultados clínicos de los pacientes con monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior y manejo de líquidos respecto a quienes no tuvieron dicho monitoreo el momento del egreso hospitalario ya sea por mejoría o defunción.

### **Análisis estadístico de la información**

Se realizó una base de datos conforme a los datos recabados de los expedientes clínicos en una hoja de cálculo del programa Excel, posteriormente se realizó análisis univariado y bivariado de dichos datos.

### **Análisis univariado**

Se realizó mediante el programa STATA, hizo un recuento de los casos incluidos en el estudio, así como de las variables demográficas y sociales, así como condiciones médicas preexistentes, se llevó a cabo el cálculo de medias de tendencia central.

### **Análisis bivariado**

Los datos recabados de ambos grupos fueron comparados con prueba de Chi Cuadrada y T de Student en el programa estadístico STATA con el fin de comparar las diferencias estadísticas reales entre los resultados clínicos de los pacientes sometidos a reanimación por líquidos con la variable del monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido en el contexto de la reanimación con líquidos del paciente con sepsis grave.

## **UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL**

### **Lugar:**

El servicio de Urgencias del Hospital General de Pachuca.

### **Tiempo:**

El periodo que se consideró para el presente trabajo fue el año 2021.

### **Persona:**

Expedientes de pacientes con choque séptico y sometidos a reanimación con líquidos, así como monitoreo por ultrasonido y que cumplan con los criterios de selección.

## **SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO**

### **Criterios de inclusión**

1. Expedientes de pacientes con sepsis grave y con manejo de reanimación con líquidos.
2. Se incluirán expedientes de pacientes de ambos sexos, masculino y femenino.
3. Todos los expedientes deberán corresponder a pacientes mayores de 18 años.

### **Criterios de exclusión**

1. Expedientes de pacientes con choque séptico y con manejo de reanimación con líquidos y que tengan diagnóstico de insuficiencia cardíaca.
2. Expedientes de pacientes con choque séptico y con manejo de reanimación con líquidos y que tengan diagnóstico de insuficiencia hepática.
3. Expedientes de pacientes con choque séptico y con manejo de reanimación con líquidos y que requieran de manejo quirúrgico de urgencia por control de sepsis.

### **Criterios de eliminación**

1. Expedientes de pacientes con datos incompletos que impidan recabar la información necesaria para el análisis estadístico.

## DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO

### Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra que se utilizó en el estudio se determinó mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$$

En donde:

- **n** = número de casos en la muestra
- **Z** = grado de confianza, si se toma un valor de 95% se obtiene una constante de 1.96
- **p** = proporción (variabilidad positiva). En un trabajo muy similar al presente, el de Yao et al de 2019<sup>22</sup> sobre la validez de la distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido para determinar respuesta a terapia con fluidos, se encontró que el índice de distensibilidad de la vena cava inferior tuvo un valor predictivo positivo de 89.3% para la predicción de respuesta a líquidos con aumento subsecuente de precarga cardiaca, por lo que se tomará como variabilidad positiva.
- **q** = variabilidad negativa (10.7%)
- **e** = error, estimado en 0.05 para alcanzar adecuada significancia estadística

$$n = \frac{1.96(0.89)(0.11)}{0.05^2}$$

$$n = \frac{0.1918}{0.0025}$$

$$n = 77$$

**Muestreo:**

Se obtuvo un cuadro muestral maestro de los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión listados en el presente trabajo. A partir de la muestra total de dichos pacientes correspondiente a 124 pacientes con diagnóstico de choque séptico y necesidad de ventilación mecánica tratados en el servicio de urgencias en 2021, se separaron los expedientes de acuerdo al uso o no de ultrasonido para monitoreo de distensión de vena cava inferior y de acuerdo a estos grupos de 70 pacientes con monitoreo y 54 pacientes sin el mismo se realizó una aleatorización simple para elegir los expedientes que conformarán la muestra de acuerdo al tamaño calculado formando dos grupos de 39 pacientes cada uno.

## **XII. ASPECTOS ÉTICOS**

El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas<sup>17</sup>, es por ello por lo que existe la necesidad de regular los aspectos éticos para poder llevar a cabo dicha actividad independientemente de la naturaleza de la investigación que se pretenda llevar a cabo.

La investigación clínica en México está regulada por la Ley General de Salud, la cual garantiza el respeto de los derechos de cada individuo que participa en la generación de nuevo conocimiento en el área médica, es por ello que dentro de sus consideraciones en materia de investigación estipula en su título segundo los aspectos éticos en seres humanos en el que en su artículo 13 nos dice que toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar<sup>18</sup>, lo que se traduce en que en el ámbito de la investigación científica en medicina, no deben de considerarse intereses que puedan potencialmente interferir de forma negativa en la atención del paciente, ya que la mayor parte de la investigación clínica se lleva a cabo dentro del marco de la atención sanitaria.

En el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en su artículo 17 se clasifican las investigaciones de acuerdo con el riesgo, el cual se definirá como la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio<sup>34</sup>. Para el estudio del presente trabajo se clasificará como investigación sin riesgo, pues se emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables<sup>34</sup>.

### **XIII. RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS**

#### **RECURSOS HUMANOS**

**Nombre del investigador principal:**

M.C. Octavio Antonio Merino Espíndola  
Médico residente de Urgencias

**Asesor clínico:**

M.C. Esp. Daniel Monroy Muñoz  
Médico especialista en anestesiología. Médico adscrito al servicio de Anestesiología del Hospital General de Pachuca.

**Asesores metodológicos:**

Mtra. Iris Cristina López Santillán  
Profesora investigadora adscrita a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Mtra. Ana Hilda Figueroa Gutiérrez  
Profesora investigadora adscrita a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

#### **RECURSOS FÍSICOS Y MATERIALES**

- Expedientes clínicos.
- Laptop.
- Hojas blancas
- Hojas de recolección de datos
- Impresora.
- Lapiceros.

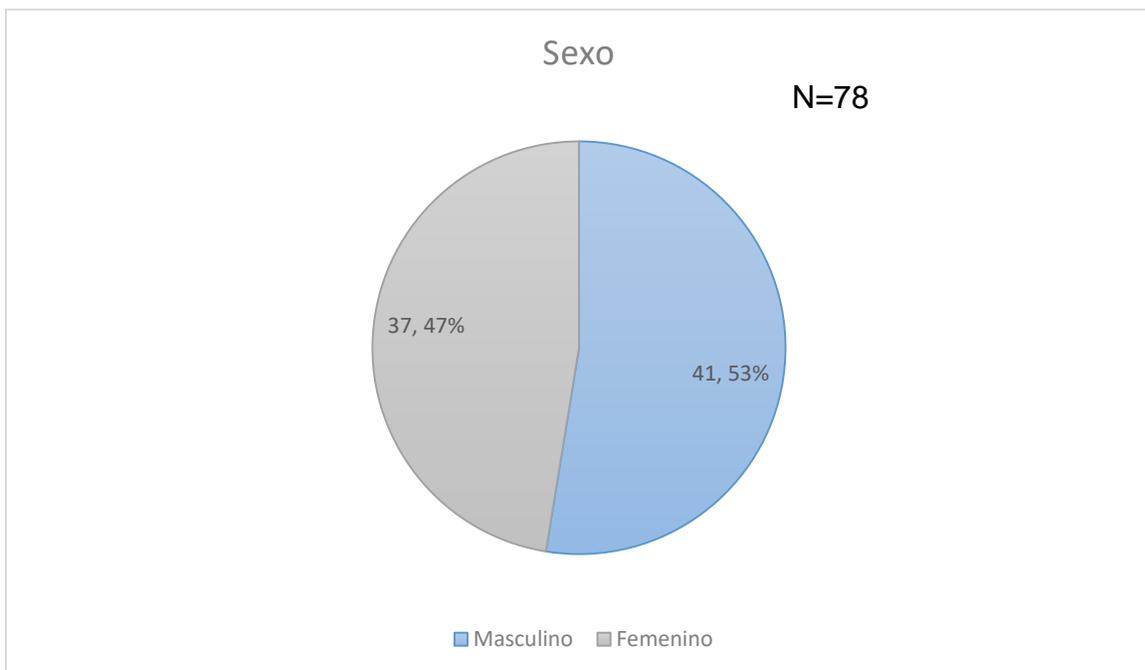
#### **RECURSOS FINANCIEROS**

Se calculó una inversión necesaria de de \$9500.00 para la adquisición de los recursos materiales mencionados.

#### XIV. RESULTADOS

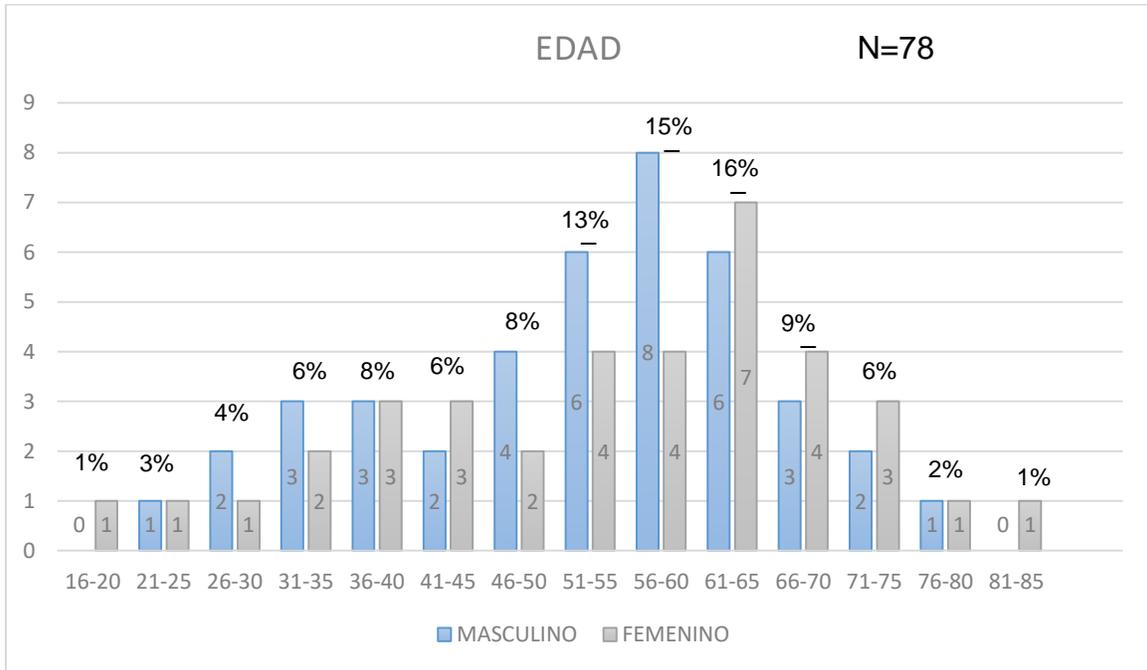
Se incluyeron 78 pacientes en el presente estudio, de los cuales 37 fueron mujeres y 41 hombres, con edades comprendidas entre los 21 y 85 años, en el caso de las mujeres se encontró una media de 55 años, con una moda de 62 años, y una mediana de 58 años, mientras que para los hombres se encontró una media de 52 años, moda de 47 años y mediana de 55 años. Para la categorización de los pacientes de acuerdo a grupos de edad se tomó en cuenta una división por quinquenios. El grupo de edad que se encontró más comúnmente representado correspondió al de los 56 a 60 años en el caso de los hombres con 8 pacientes, mientras que en el grupo de las mujeres fue el de 61 a 65 años con 7 pacientes. Se observó que el sexo masculino tuvo un ligero predominio sobre el femenino al considerarse la totalidad de los pacientes, con 41 pacientes de 78 totales lo cual representa el 52.6% del total, por el 47.4% que corresponden a las 37 pacientes de sexo femenino.

Gráfica 1. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por sexo. ( n = 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

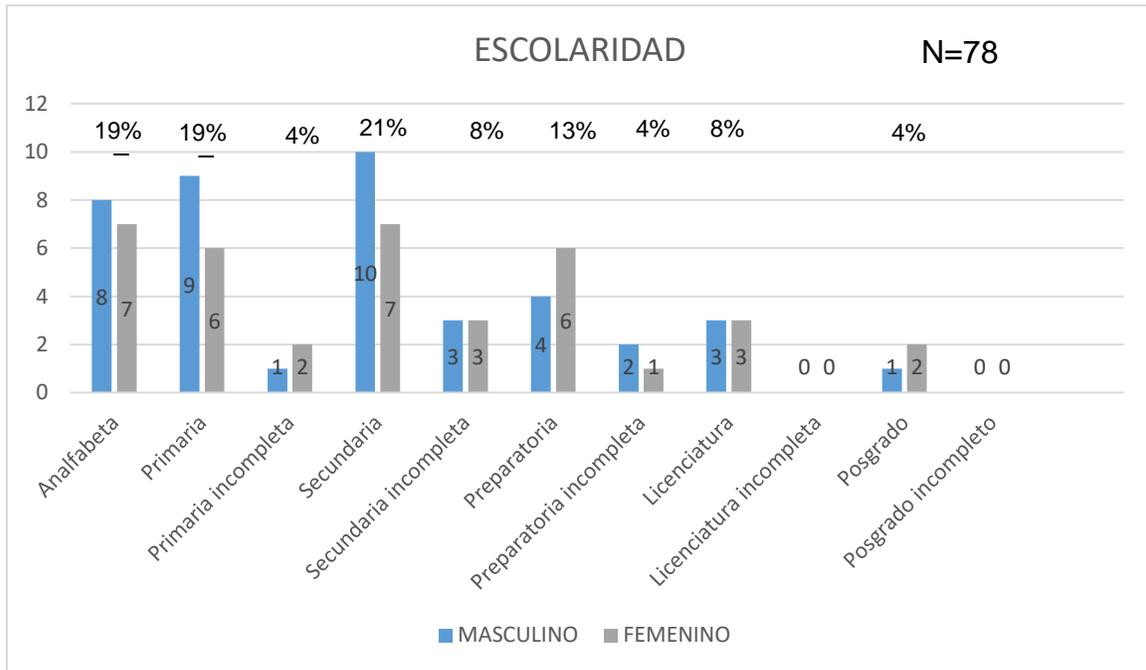
Gráfica 2. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por grupo de edad. ( n = 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

De acuerdo a la escolaridad de los pacientes, la escolaridad más frecuentemente encontrada fue la secundaria.

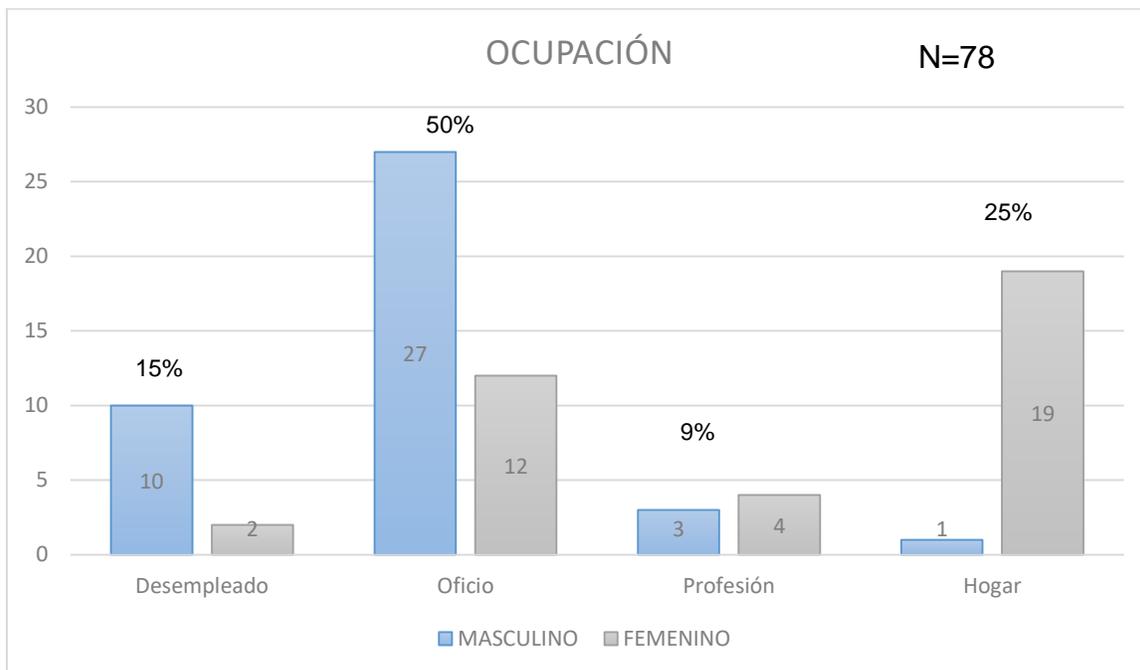
Gráfica 3. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por escolaridad. ( n = 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

En cuanto a la ocupación en el sexo femenino se encontró predominio de las actividades relacionadas al hogar con un total de 19 mujeres, correspondiente al 51% de las mismas mientras que dicha actividad apenas se presentó en los pacientes masculinos, en los cuales el mayor grupo de individuos refirió dedicarse a oficios con un total de 27 hombres, correspondiente al 66% del total de los mismos.

Gráfica 4. Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos divididos por ocupación. ( n = 78 ).



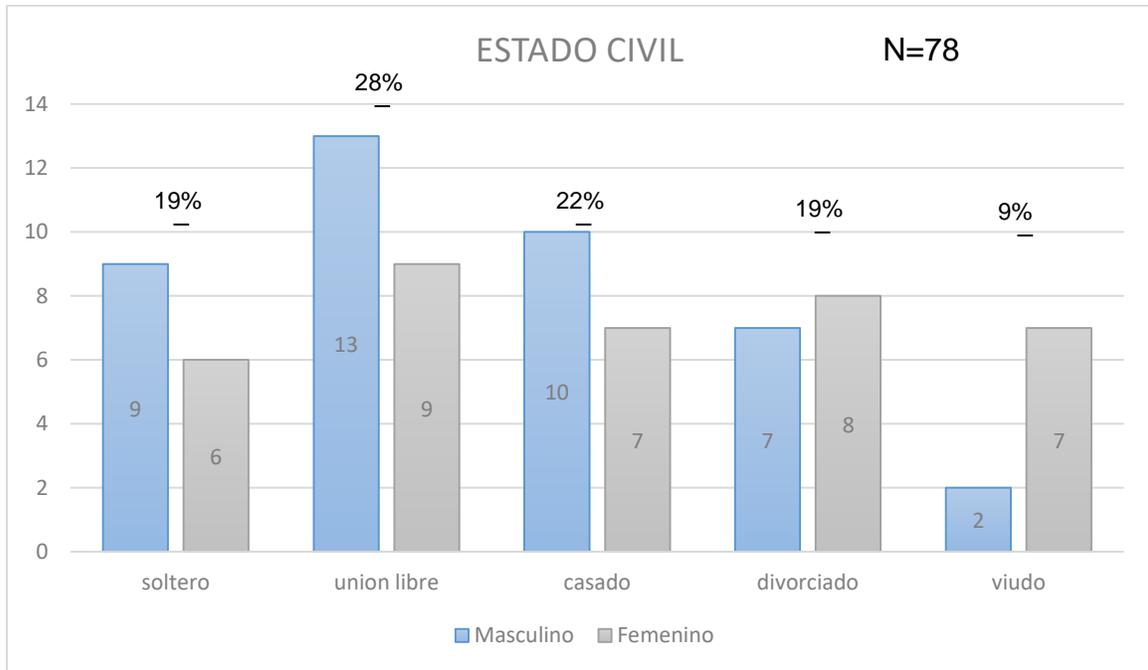
Fuente: Expedientes clínicos.

Respecto al estado civil de los pacientes, tanto en hombres como en mujeres se observó que los mayores grupos de encuestados correspondían a los pacientes que se refirieron en estado civil de unión libre con 13 casos para los hombres correspondientes al 32% del total y 9 casos para las mujeres correspondientes al 24% del total

Gráfica 5.

Pacientes con sepsis y ventilación mecánica sometidos a reanimación con líquidos  
divididos por estado civil.

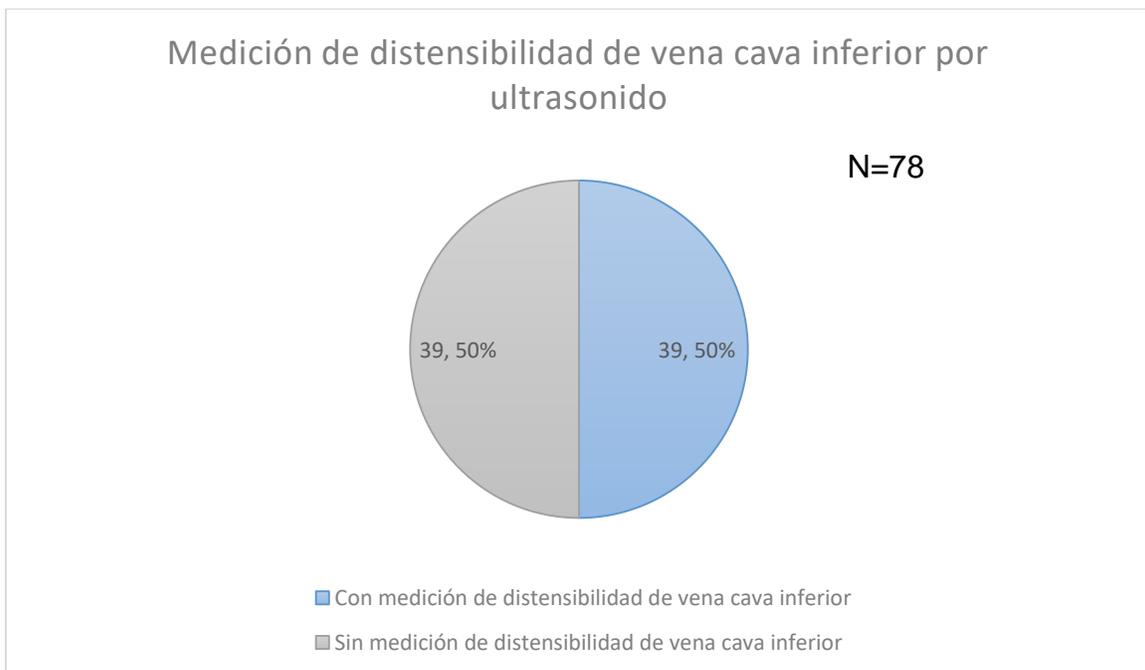
( n= 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

La medición de la distensibilidad de la vena cava como marcador de respuesta a terapia hídrica se efectuó en la mitad de los pacientes que se incluyeron en el estudio, cabe resaltar que se eligió intencionadamente esta proporción de pacientes con medición y sin ella una vez que se conoció el tamaño de la muestra a partir de la población total elegible.

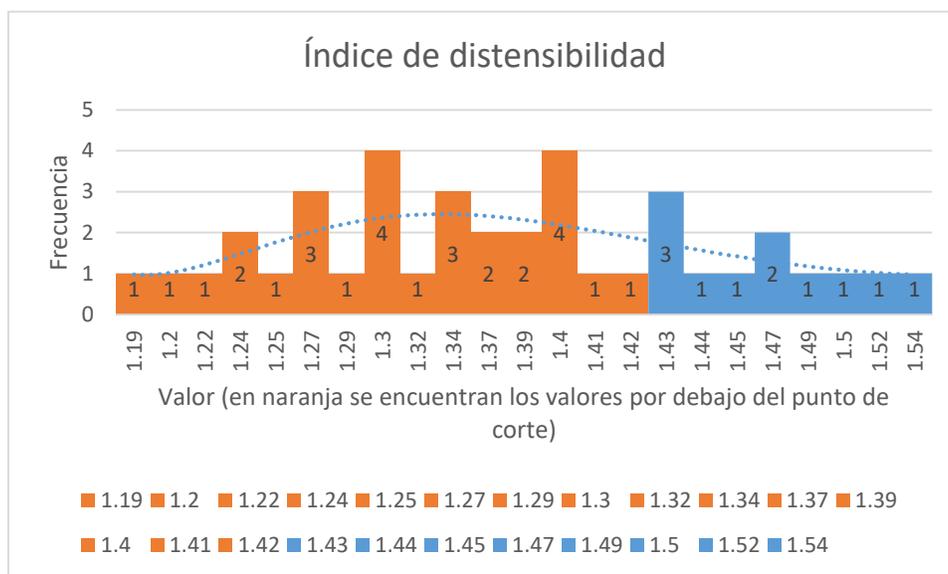
Gráfica 6. Medición por ultrasonido de la distensibilidad de vena cava en pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias. ( n = 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

La distensibilidad de la vena cava inferior medida por ultrasonido se realizó con un equipo Marshall M15 de transductor convexo a 5mHz, en la región subxifoidea. El índice de distensibilidad de vena cava inferior se define como el resultado de la división del máximo diámetro de la vena cava inferior menos el mínimo diámetro de la vena cava inferior sobre el diámetro mínimo de la vena cava inferior por 100. Tomando en cuenta un punto de corte de 1.43, se encontró que la mayoría de los pacientes se encontraban con valores menores al mismo con 28 pacientes en esta situación, correspondientes al 78% del total y solo 11 pacientes con un índice de distensibilidad de vena cava por arriba del punto de corte, correspondientes al 22% del total.

Gráfica 7. Histograma de frecuencias del Índice de distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias (n = 39).



Fuente: Expedientes clínicos.

La mortalidad total de todos los pacientes incluidos en el estudio por sepsis grave en servicio de urgencias fue de 29 pacientes, correspondiente al 37% de los casos, con supervivencia de 49 pacientes que corresponden al 63% de los casos. (Gráfica 8)

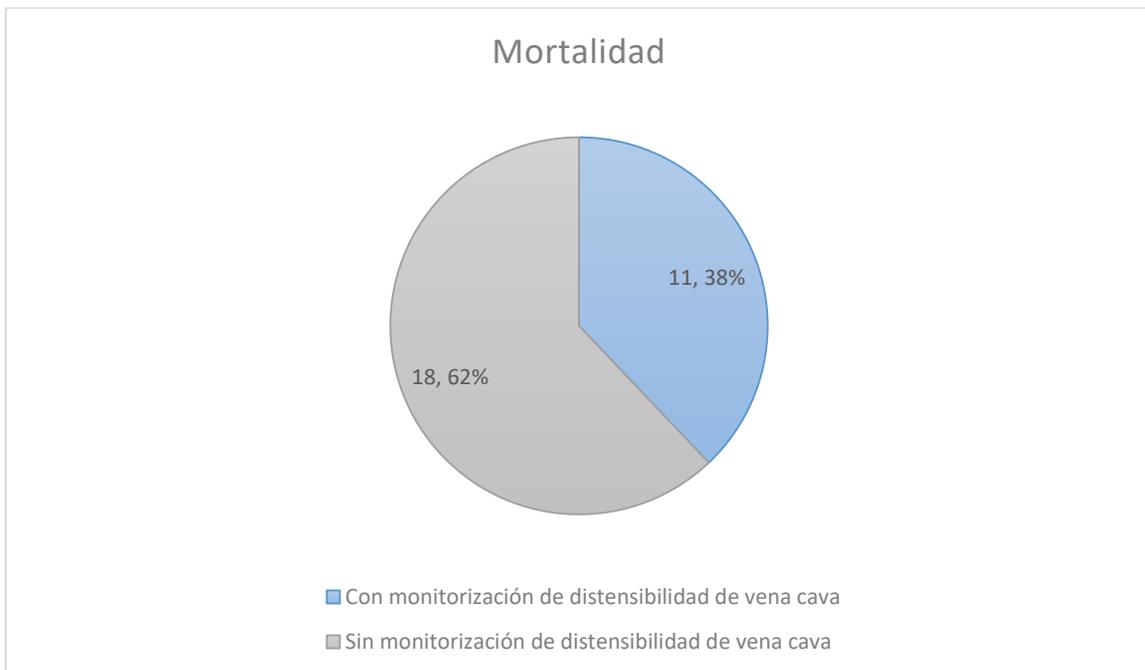
Gráfica 8. Resultado clínico de pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias de acuerdo a mortalidad. ( n = 78 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

La mortalidad de los pacientes atendidos por sepsis incluidos en el estudio, dividida por grupos de acuerdo a la monitorización de distensibilidad de la vena cava inferior, fue de 18 casos, correspondiente al 62% del total en los pacientes sin monitorización de distensibilidad de vena cava inferior, y de 11 casos, correspondiente al 38% de los casos en los pacientes en los que se realizó monitorización de vena cava inferior.

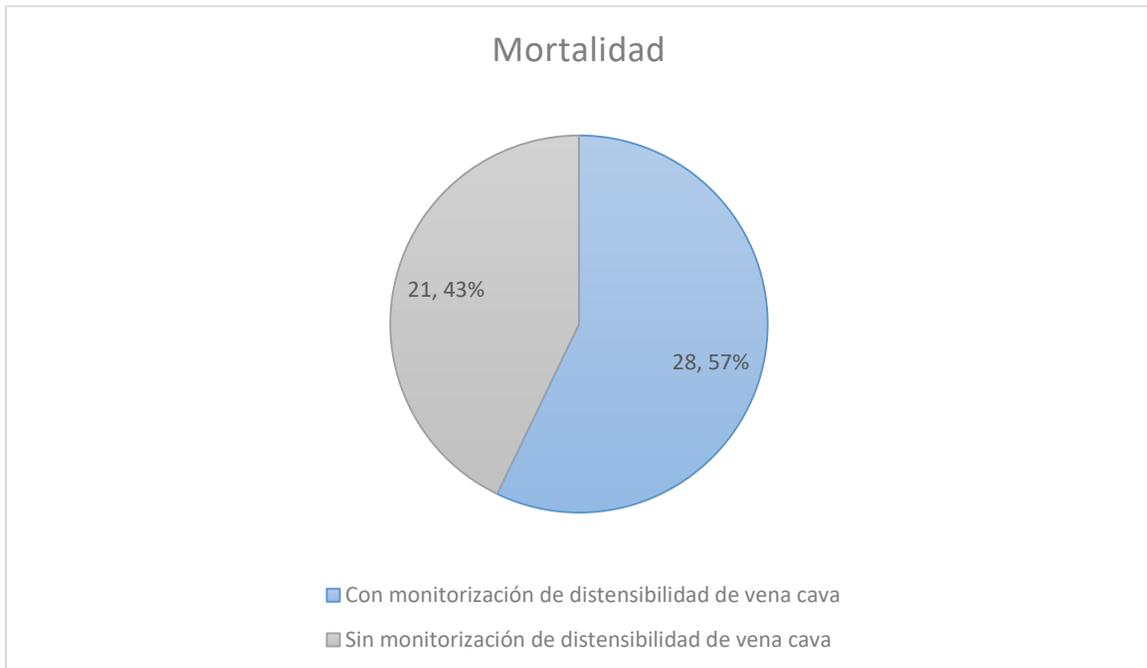
Gráfica 9. Mortalidad de pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias de acuerdo a monitorización de distensibilidad de vena cava inferior. ( n = 29 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

La supervivencia de los pacientes, de acuerdo al uso de monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido fue de 28 pacientes supervivientes con monitoreo, que corresponde al 57% de los casos, mientras que aquellos sin monitoreo de distensibilidad contabilizaron 21 pacientes, equivalentes al 43% del total de 49 supervivientes.

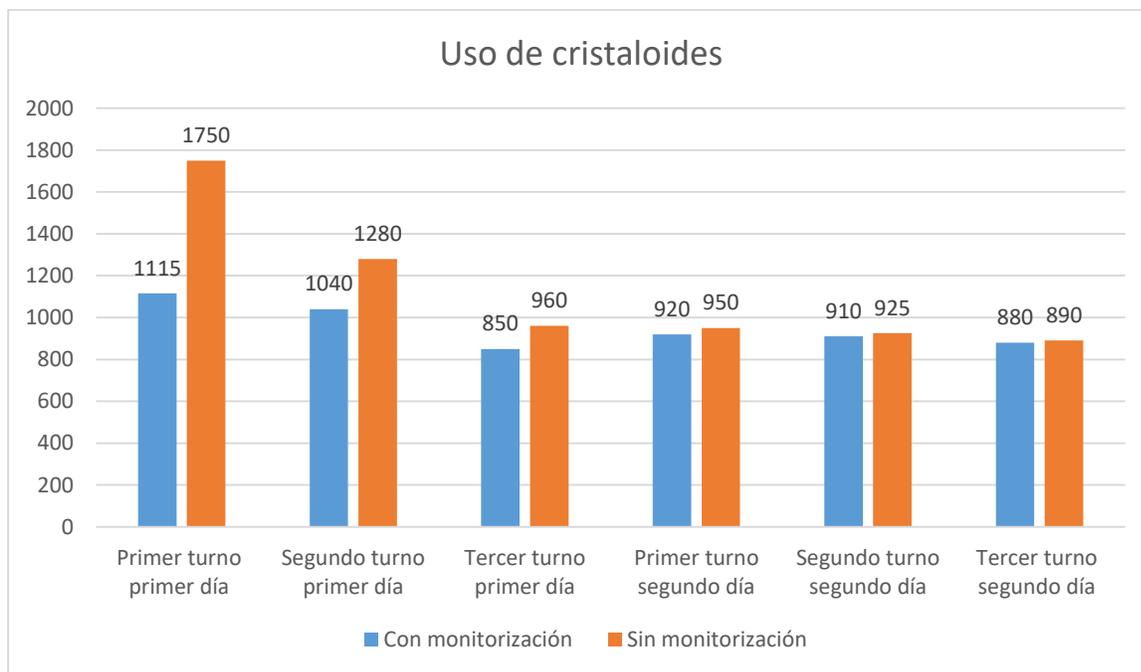
Gráfica 10. Supervivencia de los pacientes con sepsis tratados en el servicio de urgencias dividida de acuerdo a uso de monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior. ( n = 49 ).



Fuente: Expedientes clínicos.

El uso de cristaloides puede ser guiado por el monitoreo de la distensibilidad de vena cava inferior, y fue medido en los grupos sin monitoreo y aquellos que sí contaron con el mismo. Las mediciones sobre la cantidad de cristaloides utilizada se realizaron por turnos matutino, vespertino y nocturno durante los primeros 2 días de internamiento. En la siguiente gráfica se muestra el promedio de uso de cristaloides por turno y de los primeros días de internamiento en cada grupo de pacientes.

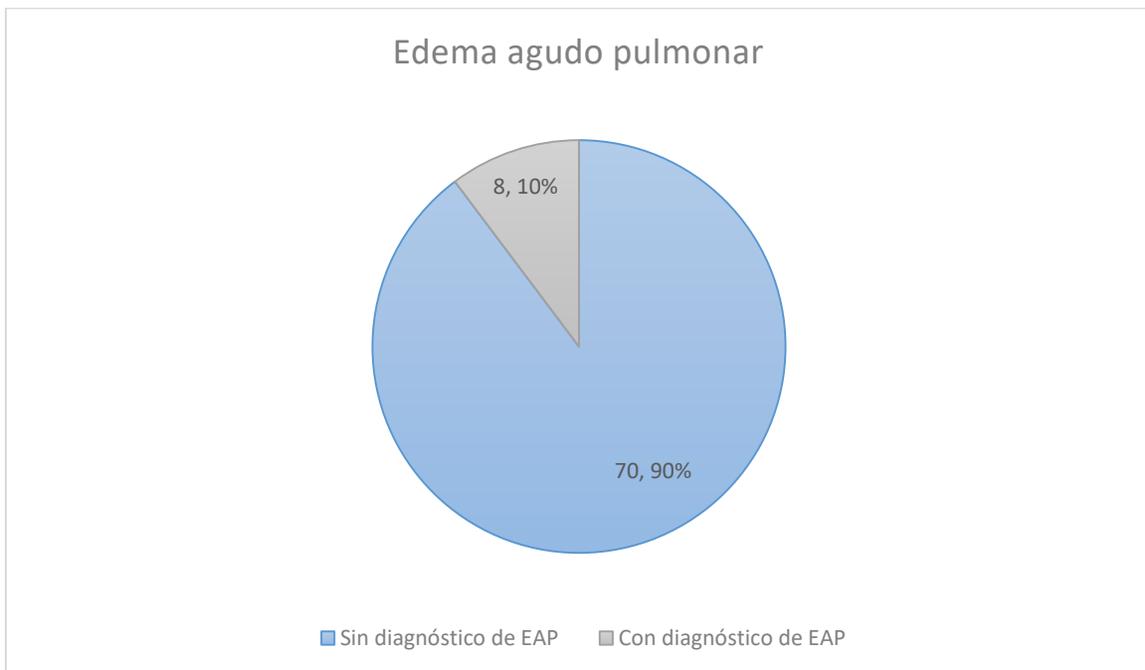
Gráfica 11. Uso de cristaloides en pacientes con sepsis atendidos en urgencias en mililitros.



Fuente: Expedientes clínicos.

El diagnóstico de edema agudo pulmonar se documentó en los pacientes atendidos por sepsis en el servicio de urgencias. La prevalencia global de dicha complicación fue de 8 casos en los pacientes atendidos, correspondiente al 10% de los casos, el 90% de los pacientes, es decir, 70 individuos, no presentaron dicha complicación.

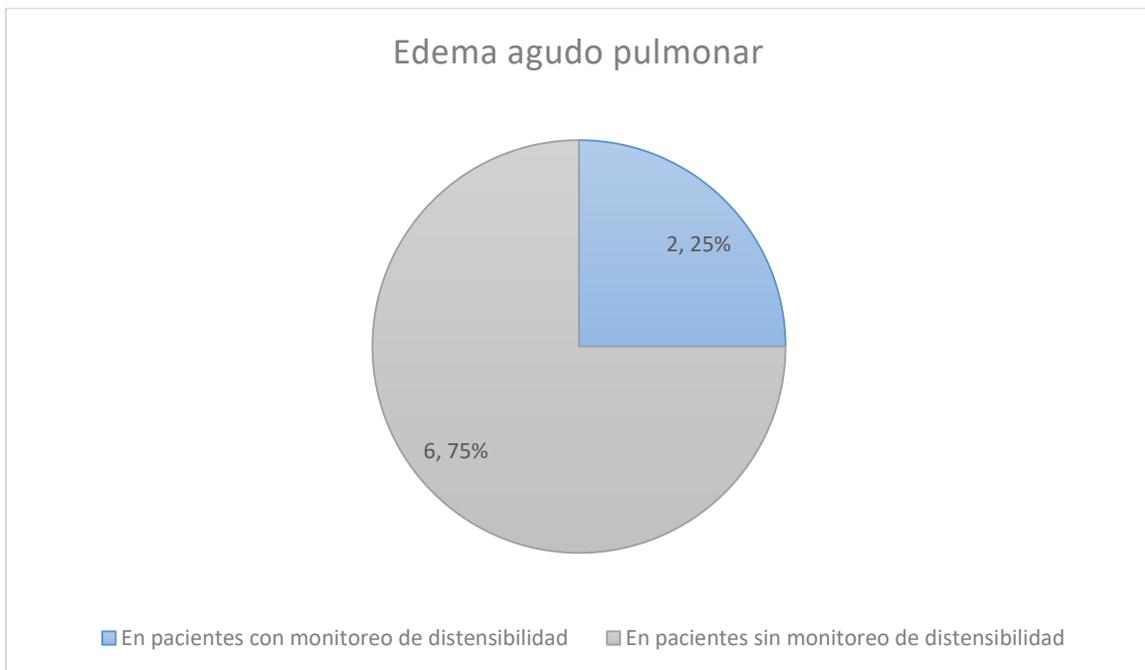
Gráfica 12. Prevalencia global de edema agudo pulmonar en pacientes con sepsis atendidos en urgencias (n=78)



Fuente: Expedientes clínicos.

El desarrollo de edema agudo pulmonar también se estudia en función del monitoreo de la distensibilidad de vena cava inferior. Dividida en los grupos de estudio de este trabajo, los casos de edema agudo pulmonar

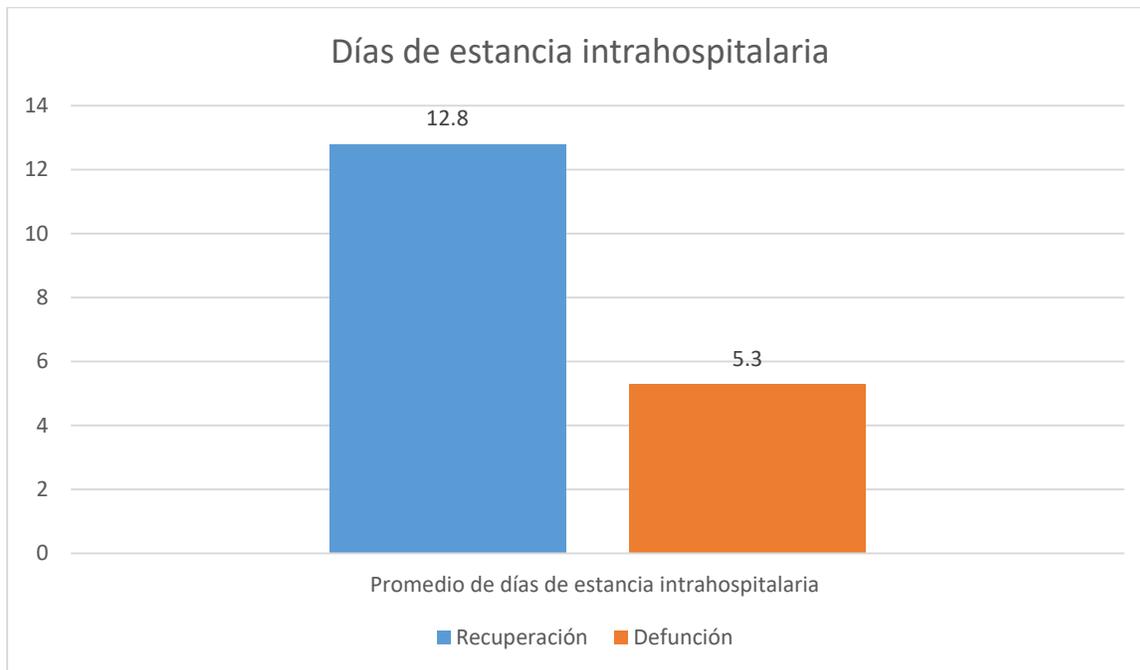
Gráfica 13. Prevalencia de edema agudo pulmonar de acuerdo a monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido (n=8)



Fuente: Expedientes clínicos.

El promedio de la estancia intrahospitalaria de los pacientes fue de 5.3 días en los pacientes en quienes el resultado clínico fue la muerte, mientras que fue de 12.8 días en los pacientes quienes lograron recuperación.

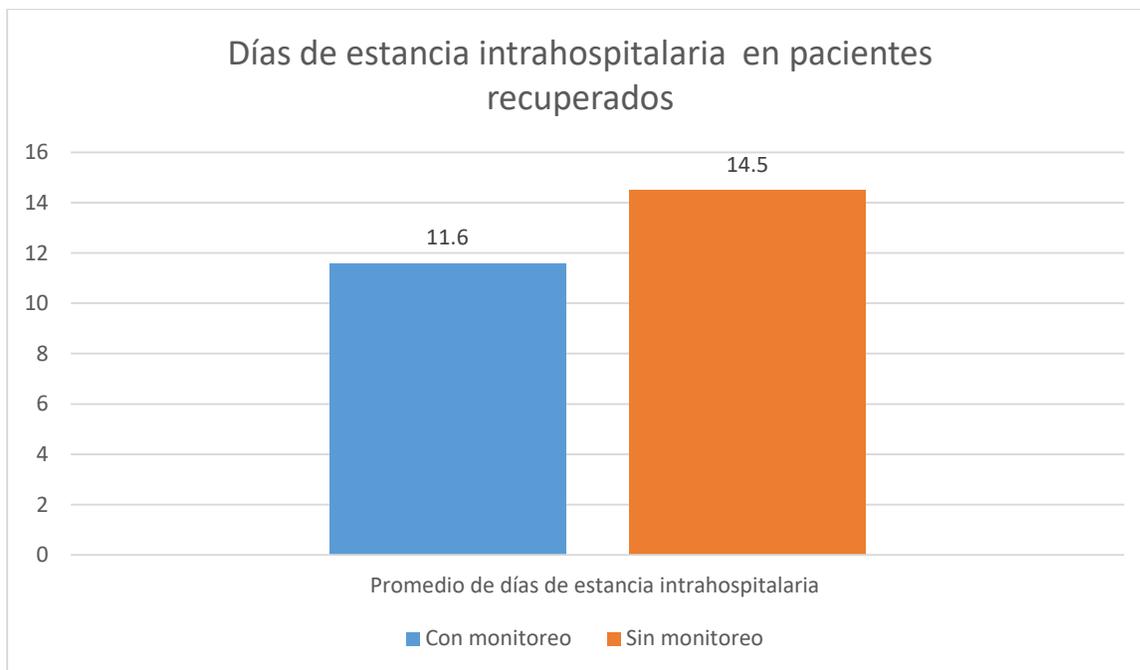
Gráfica 14. Días de estancia hospitalaria de acuerdo a resultado clínico en pacientes con sepsis atendidos en urgencias.



Fuente: Expedientes clínicos.

En el caso de los pacientes que recibieron alta hospitalaria por mejoría, se consideraron diferencias de acuerdo a la monitorización de distensibilidad de vena cava inferior. En el caso de los 28 pacientes en quienes se utilizó el monitoreo de distensibilidad de vena cava, el promedio de días de estancia intrahospitalaria fue de 11.6, mientras que en los 21 pacientes en quienes no se realizó monitoreo de distensibilidad de vena cava inferior fue de 14.5 días.

Gráfica 15. Días de estancia intrahospitalaria en pacientes recuperados de acuerdo al uso de monitoreo de distensibilidad de van cava inferior en pacientes con sepsis atendidos en urgencias.



Fuente: Cálculos propios a partir de expedientes clínicos.

Haciendo uso de la fórmula de cálculo de razón de momios (RM) definida como:

$$RM = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}}$$

; se tomó en cuenta el uso de la monitorización de distensibilidad de vena cava inferior como factor de riesgo para mortalidad y edema agudo pulmonar, encontrándose los siguientes resultados para la mortalidad de los pacientes:

RM = 0.44 con un intervalo de confianza de 0.1734 a 1.1295 al 95% y una p de 0.08, lo cual desafortunadamente no alcanza significancia estadística por el valor de p-

Asimismo, realizando el mismo cálculo para edema agudo pulmonar se encontró lo siguiente:

RM = 0.29 con un intervalo de confianza de 0.0561 a 1.5757 al 95% y una p de 0.15, lo cual tampoco cumple con significancia estadística.

## **XV. DISCUSIÓN**

Estudios previos sobre el tema muestran que no existen diferencias significativas en las características sociodemográficas tales como la edad y el sexo respecto a los pacientes que se someten al uso de medición de distensibilidad de vena cava por ultrasonido<sup>21</sup>. En nuestro estudio tampoco se identificaron dichas diferencias.

Los estudios clínicos realizados hasta el momento respecto al uso de medición de distensibilidad de vena cava inferior como marcador de respuesta a terapia hídrica se enfocan en identificar la variación que presenta la misma al someterse los pacientes a la reanimación con líquidos, tal y como se ha demostrado en los trabajos de Youssif en 2020<sup>20</sup>, Yao en 2019<sup>21</sup> y Luján en 2015<sup>22</sup>, entre otros. Sin embargo al realizar búsqueda bibliográfica intencionada sobre el tema no se encontraron estudios a nivel nacional o internacional que correlacionen el impacto que tiene la medición de la distensibilidad de vena cava inferior así como el cálculo del índice de distensibilidad de vena cava inferior en el manejo de los pacientes respecto al uso de cristaloides y variables tales como la mortalidad y la estancia intrahospitalaria de los pacientes.

Existen aún diversos factores a tomar a consideración cuando se lleva a cabo la medición de la distensibilidad de vena cava inferior, tal y como se consideró en el metaanálisis de Long y colaboradores en 2017, en el que el análisis de 17 estudios que incluyeron 533 pacientes respecto a la variabilidad del diámetro de vena cava inferior como respuesta a terapia hídrica, arrojó que un área bajo la curva de entre 0.31 y 0.91, lo que se entiende como una alta variabilidad de los resultados de los mismos y que por tanto pone en tela de juicio el uso de la medición de distensibilidad de vena cava inferior para la orientación de médico tratante respecto a la respuesta a líquidos<sup>41</sup>. Es por ello que aún se necesitan estudios que logren demostrar los beneficios que supone el uso de la medición de la distensibilidad de vena cava inferior en los pacientes con ventilación mecánica, y en este caso la descripción de los hallazgos de presente trabajo puede representar un primer paso para el diseño de nuevos protocolos de investigación que demuestren las potenciales ventajas de su utilización en el paciente séptico.

## **XVI. CONCLUSIONES**

Las características demográficas de los pacientes incluidos en el estudio, como han sido comentadas en secciones previas de este documento, mostraron una ligera predominancia del sexo masculino sobre el femenino con un 53% de los pacientes contra un 47% de femeninas, asimismo el grupo de edad más frecuentemente encontrado en los sujetos de estudio fue de 56 a 60 años en hombres y de 61 a 65 años en mujeres. La escolaridad de los pacientes más comúnmente encontrada fue la secundaria mientras que en el caso de la ocupación en el caso de los hombres se encontró que el grupo más numeroso se dedicaba a oficios mientras que en el caso de las mujeres se trataba de aquellas dedicadas al hogar. En cuanto al estado civil de los pacientes, la unión libre fue la situación más común tanto para hombres como para mujeres.

La distensibilidad de la vena cava inferior medida por ultrasonido se llevó a cabo en la mitad de los pacientes incluidos en el estudio, es decir en 39 pacientes en total. Es importante recalcar que el uso de un punto de corte de 1.43, de acuerdo a evidencia previa<sup>21</sup>, en el índice de distensibilidad de vena cava superior permite catalogar a los pacientes en el grupo de respondedores a líquidos y aquellos que no son respondedores, por tanto a los 28 pacientes que no alcanzaron el punto de corte se les consideró no respondedores, equivalente al 71.8% de los casos y son quienes tuvieron la necesidad del uso temprano de aminas vasoactivas para mantener tensión perfusoria, mientras que a los 11 restantes, equivalentes al 28.2% de los casos fueron respondedores líquidos, lo que significa que el uso de cristaloides puede mantenerse porque se encuentra una variable positiva en cuanto a la precarga del corazón con su uso corroborada por ultrasonido. Tomando en cuenta dichas consideraciones al manejo se debe tomar en cuenta que las variables dependientes de mortalidad, uso de cristaloides, incidencia de edema agudo pulmonar y estancia intrahospitalaria pueden ser influidas por las decisiones de tratamiento basadas en los datos arrojados por el índice de distensibilidad de vena cava inferior.

Los hallazgos de este estudio indican que el uso de la monitorización de distensibilidad de vena cava inferior disminuye en hasta un 23.08% el uso de líquidos en pacientes en

el área de urgencia en el primer turno de su manejo en pacientes con sepsis, lo cual puede suponer un beneficio clínico para los pacientes dado que se disminuye el riesgo de sobrecarga hídrica y se optimiza el manejo de recursos hospitalarios, asimismo la estancia intrahospitalaria disminuye hasta en un 25% en los pacientes con monitorización de distensibilidad de vena cava inferior. El análisis de la mortalidad y la incidencia de EAP arrojó que la monitorización de distensibilidad de vena cava inferior puede considerarse como un factor protector en el paciente en ambos casos ya que se obtuvo una razón de momios de 0.44 y 0.29 respectivamente, aunque es importante destacar que en ambos casos la p fue mayor a 0.05.

Las limitaciones del estudio tienen que ver con la cantidad de pacientes incluidos en el mismo y dado que la monitorización de distensibilidad de vena cava por ultrasonido es relativamente frecuente, aún no existen grandes números de pacientes atendidos con este método. Asimismo existe riesgo de sesgo en el caso de los resultados clínicos de los pacientes dado que hay otros factores que pueden contribuir en el desarrollo de los mismos, tales como el tratamiento médico y antibiótico específicos que se siguen en cada caso, lo cual representa un problema de homogenización de la muestra que se ha observado en otros estudios.

La validación gradual de la monitorización de la distensibilidad de la vena cava inferior por ultrasonido como un método no invasivo de evaluación de respuesta a líquidos permitirá a los médicos tener mejores posibilidades de brindar mejores esquemas de tratamiento a los pacientes no solo con sepsis grave si no con condiciones diversas que ameriten el restablecimiento de la tensión perfusoria mediante líquidos por lo menos en fases tempranas del manejo, por lo que los aportes como los realizados en este trabajo de investigación pueden representar una pequeña contribución al quehacer médico en torno al paciente grave.

Los resultados clínicos observados en ambos grupos de pacientes nos pueden orientar sobre la modificación al tratamiento que existe cuando se utilizan métodos como la medición de la distensibilidad de vena cava inferior para guiar el tratamiento de los

pacientes graves. La mortalidad global del 37% de los pacientes incluidos en el estudio se vio reducida al 28.1% de los pacientes considerando 11 muertes en 39 pacientes correspondientes a la mortalidad en aquellos a quienes se realizó medición de la distensibilidad de vena cava inferior, comparado con la mortalidad de 46.1% que se presentó en el grupo de aquellos a quienes no se realizó esta intervención, lo cual puede reflejar una mejora en el manejo de los pacientes con sepsis.

La disminución de la mortalidad mencionada debería relacionarse con una mejora de la atención médica prestada a los pacientes, por lo que se analiza asimismo el uso de cristalodes en los pacientes, que representa fisiológicamente la causa directa más apreciable de la modificación de los parámetros de la distensibilidad de la vena cava inferior. La comparación del uso de cristaloides por turno en los dos primeros días de internamiento en los pacientes indica que en el primer turno de atención a los pacientes se usaron en promedio 1750cc de soluciones en los pacientes sin monitorización contra únicamente 1115cc en los pacientes en quienes se llevo a cabo la monitorización, lo cual representa un aumento del 56.95% del uso de cristaloides, dicho aumento se observó en todos los turnos hasta el tercero del segundo día aunque con una tendencia a la baja, con aumentos del 23.08%, 12.94%, 3.26%, 1.65% y 1.14% en uso de soluciones en pacientes en los turnos del segundo del primer día a tercer del segundo día respectivamente.

El edema agudo pulmonar es una complicación relativamente frecuente en los servicios de cuidados intensivos, en el caso de los pacientes de este estudio, se presentaron 8 casos de edema agudo pulmonar identificados por cuadro clínicos y estudios radiológicos y constatados en el expediente de los mismos, lo cual representa un 10% de los casos atendidos. Los casos de edema agudo pulmonar se clasificaron como de origen no cardiaco al haberse excluido a los pacientes con condiciones cardiacas preexistentes que pueden provocar edema agudo pulmonar. Debe resaltarse que de los 8 casos de EAP. El 75% se presentó en pacientes sin monitorización de distensibilidad de vena cava inferior como parte del manejo, lo cual como se ha comentado se relaciona con un aumento en el uso de cristaloides lo cual es un factor de riesgo para el desarrollo de

sobrecarga hídrica y EAP. En el caso de los pacientes sin monitorización de distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido se presentó EAP en el 15.38% de los pacientes mientras que en el caso de aquellos con monitorización se presentó en un 5.13% de los pacientes.

El promedio de estancia intrahospitalaria en el caso de los pacientes recuperados fue de 12.8 días incluyendo la estancia en otros servicios hospitalarios fuera de urgencias. Mientras que fue de 5.3 días hasta el fallecimiento en el caso de los pacientes que presentaron dicho resultado clínico. Tomando en cuenta a los grupos de estudio de pacientes, se encontró que el promedio de días de estancia intrahospitalaria de los pacientes recuperados en quienes se utilizó monitorización de la distensibilidad de vena cava inferior fue de 11.6 días contra 14.5 días de los pacientes sin dicha intervención. Lo cual representa un aumento del 25% de dicha cifra.

---

## **XVII. RECOMENDACIONES**

Dado que la medición de la distensibilidad de la vena cava inferior por ultrasonido es un manejo que se puede realizar a pie de cama del paciente, no requiere de equipo altamente especializado para su realización y puede realizarse con un entrenamiento relativamente sencillo, se debe considerar como una opción útil y viable en los servicios de urgencias y terapia intensiva para el seguimiento de los pacientes con ventilación mecánica y necesidad de terapia hídrica, ya que en sí mismo no representa un riesgo para el paciente y se ha demostrado con anterioridad que puede proveer de información valiosa para guiar el tratamiento.

La sobrecarga hídrica es un problema que puede a su vez condicionar otras condiciones potencialmente mortales tales como el edema agudo pulmonar, por lo que la correcta interpretación del índice de distensibilidad de vena cava inferior, que puede indicarnos la inutilidad de la terapia con líquidos agresiva y el inicio de tras terapéuticas tales como el uso de aminos vasoactivas, por lo que contar con métodos como la medición de distensibilidad de vena cava inferior en este contexto se vuelve importante para evitar este tipo de complicaciones.

Nueva evidencia científica correctamente sustentada debe realizarse con el fin de demostrar completamente la seguridad y la utilidad de métodos de monitoreo no invasivo del estado hemodinámico de los pacientes, por lo que se recomienda continuar con la adopción de herramientas como la medición de la distensibilidad de vena cava inferior por ultrasonido para la generación de nuevo conocimiento en el área médica que permita la mejora sustancial del manejo de entidades de alto impacto y mortalidad en la población como es el caso de la sepsis grave.

## **XVIII. BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

1. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of sepsis and Septic Shock: 2016. *Crit Care Med* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 24];45(3):486–552. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28098591/>
2. Gavelli F, Castello LM, Avanzi GC. Management of sepsis and septic shock in the emergency department. *Intern Emerg Med* [Internet]. 2021 [cited 2022 Feb 24];16(6):1649–61. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC8354945/>
3. Instituto Mexicano del Seguro Social. Diagnóstico y Tratamiento de Sepsis Grave y Choque Séptico en el Adulto. 1ra edición. Ciudad de México: División de Excelencia Clínica. 2009. Consultado el 31.03.22. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Pages/guias.aspx>
4. Gotts JE, Matthay MA. Sepsis: pathophysiology and clinical management. *BMJ* [Internet]. 2016 [cited 2022 Feb 24];353:i1585. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27217054/>
5. Maloney PJ. Sepsis and septic shock. *Emerg Med Clin North Am* [Internet]. 2013 [cited 2022 Feb 24];31(3):583–600. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23915595/>
6. Russell JA, Rush B, Boyd J. Pathophysiology of septic shock. *Crit Care Clin* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 24];34(1):43–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29149941/>
7. Kuttub HI, Lykins JD, Hughes MD, Wroblewski K, Keast EP, Kukoyi O, et al. Evaluation and predictors of fluid resuscitation in patients with severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med* [Internet]. 2019 [cited 2022 Feb 24];47(11):1582–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31393324/>
8. Marik PE, Linde-Zwirble WT, Bittner EA, Sahatjian J, Hansell D. Fluid administration in severe sepsis and septic shock, patterns and outcomes: an analysis of a large national database. *Intensive Care Med* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 24];43(5):625–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28130687/>
9. Silva J, Gonçalves L, Sousa PP. Fluid therapy and shock: an integrative literature review. *Br J Nurs* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 24];27(8):449–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29683753/>
10. Zhang Z, Xu X, Ye S, Xu L. Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*

- [Internet]. 2014 [cited 2022 Feb 24];40(5):845–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24495437/>
11. Yildizdas D, Aslan N. Ultrasonographic inferior vena cava collapsibility and distensibility indices for detecting the volume status of critically ill pediatric patients. *J Ultrason* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 24];20(82):e205–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33365158/>
  12. Guarracino F, Ferro B, Forfori F, Bertini P, Magliacano L, Pinsky MR. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients. *Crit Care* [Internet]. 2014 [cited 2022 Feb 24];18(6):647. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25475099/>
  13. Long E, Oakley E, Duke T, Babl FE, Paediatric Research in Emergency Departments International Collaborative (PREDICT). Does respiratory variation in inferior Vena Cava diameter predict fluid responsiveness: A systematic review and meta-analysis. *Shock* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 24];47(5):550–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28410544/>
  14. Preau S, Bortolotti P, Colling D, Dewavrin F, Colas V, Voisin B, et al. Diagnostic accuracy of the inferior Vena Cava collapsibility to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with sepsis and acute circulatory failure. *Crit Care Med* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 24];45(3):e290–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27749318/>
  15. Llamamiento de la OMS a la acción mundial contra la septicemia, causa de una de cada cinco muertes en el mundo. Comunicado de Prensa. Actualizado el 08.09.20. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/08-09-2020-who-calls-for-global-action-on-sepsis---cause-of-1-in-5-deaths-worldwide>
  16. Boyd J, Forbes J, Nakada T, Walley K, Russell J. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med*. 2011 Feb;39(2):259-65.
  17. Por La A. Declaración de Helsinki de la AMM Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. Gob.mx. Disponible en: [http://conbioeticamexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/Declaracion\\_Helsinki\\_Brasil.pdf](http://conbioeticamexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/Declaracion_Helsinki_Brasil.pdf)
  18. Ley General de Salud. Decreto de Reforma. Diario Oficial de la Federación, publicado el 07.02.1984.
  19. Corl K, Napoli A, Gardiner F. Bedside sonographic measurement of the inferior vena cava caval index is a poor predictor of fluid responsiveness in emergency department patients. *Emerg Med Australas*. 2012 Oct;24(5):534-9.

20. Youssif K, El Sayed Z, Ali M, Moghazy A. Role of inferior vena cava ultrasound in diagnosis of shock in patients with trauma. *The Egyptian Journal of Surgery*. 2020(39): 1
21. Yao B, Liu J, Sun Y, Zhao Y, Li L. The value of the inferior vena cava area distensibility index and its diameter ratio for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *SHOCK*, Vol. 52, No. 1, pp. 37–42, 2019.
22. Luján J, Martínez C, Blancas R, Martínez O, Llorente B, Molina R et al. Inferior vena cava distensibility index predicting fluid responsiveness in ventilated patients. *Intensive Care Med Exp*. 2015 Dec; 3(Suppl 1): A600.
23. Akyldiz B, Özsoylu S. Comparison of vena cava distensibility index and pulse pressure variation for the evaluation of intravascular volume in critically ill children. *PBP Jornal de Pediatria*. 2021. Vol. 98. Issue 1.
24. Abdou A, Abdou K, Kamal M. The accuracy of Pleth Variability Index for directed fluid optimization in donors in living donor liver transplantation. *Ain-Shams J Anesthesiol* 2022 (14): 2.
25. Aboelnile D, Elseidy M, Kenaway Y, Elsherif I. Prediction of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients in surgical intensive care unit by pleth variability index and inferior vena cava diameter. *Ain-Shams Journal of Anesthesiology*. 2020. Vol 12: 48
26. Jongitud P, Trujillo R, Rosas B, Méndez R, Villagómez O. Correlation between distensibility of the inferior vena cava and pulmonary capillary wedge pressure to assess the fluid responsiveness patient in the Intensive Care Unit. *Med Crit* 2014; 28 (2).
27. Charbonneau C, Riu B, Faron M, Mari A, Kurrek M, Ruiz J, et al. Predicting preload responsiveness using simultaneous recordings of inferior and superior vena cavae diameters. *Crit Care* 2014 Sep 5;18(5):473.
28. Theerawit P, Morasert T, Sutheresan Y. Inferior vena cava diameter variation compared with pulse pressure variation as predictors of fluid responsiveness in patients with sepsis. *J Crit Care*. 2016 Dec;36:246-251.
29. Orso D, Paoli I, Piani T, Cilenti F, Cristiani L, Guglielmo N. Accuracy of Ultrasonographic Measurements of Inferior Vena Cava to Determine Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Intensive Care Med*. 2020 Apr;35(4):354-363.

30. Vignon P, Repessé X, Bégot E, Léger J, Jacob C, Bouferrache K, et al. Comparison of Echocardiographic Indices Used to Predict Fluid Responsiveness in Ventilated Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2016; (195):8.
31. Airapetian N, Maizel J, Alyamani O, Mahjoub Y, Lorne E, Levrard M, et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care*. 2015 Nov 13;19:400.
32. Pereira R, Leite A, Faller J, Cardoso B, Silva J. Comparative Analysis of the Collapsibility Index and Distensibility Index of the Inferior Vena Cava Through Echocardiography with Pulse Pressure Variation That Predicts Fluid Responsiveness in Surgical Patients: An Observational Controlled Trial. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2020(34):8.
33. Real Academia Española. Mortalidad. Diccionario de la lengua española. Actualizado al 2021. Consultado el 20.04.22. Disponible en: <https://dle.rae.es/mortalidad>
34. Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. Diario Oficial de la Federación, publicado el 6 de enero de 1987
35. World Health Organization. Global report on epidemiology and burden of sepsis. 2020.
36. Rhee C, Dantes R, Epstein L, Murphy D, Seymour S, Iwashyna T, et al. Incidence and Trends of Sepsis in US Hospitals Using Clinical vs Claims Data, 2009-2014. *JAMA*. 2017 Oct 3;318(13):1241-1249. doi: 10.1001/jama.2017.13836.
37. Amézquita J, Molina A. La sepsis como causa de egreso hospitalario en México; una revisión retrospectiva 2008-2015. *Boletín CONAMED-OPS*. 2018; (3)17.
38. Au S, Vieillard-Baron A. Bedside echocardiography in critically ill patients: a true hemodynamic monitoring tool. *J Clin Monit Comput*. 2012;26(5):355–360.
39. Akkaya A, Yesilaras M, Aksay E, Sever M, Atilla O. The interrater reliability of ultrasound imaging of the inferior vena cava performed by emergency residents. *Am J Emerg Med*. 2013;31(10):1509–1511
40. Mazlan M, Subakir F, Hassanin S. Determining the Merit of Inferior Vena Cava Distensibility Index in The Estimation of Fluid Responsiveness in Ventilated Septic Patient in Intensive Care Unit. *Mal J Med Health Sci*. 2019; 15(2): 77-83.

41. Long E, Oakley E, Duke T, Babl F. Does Respiratory Variation in Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. Shock (Augusta, Ga). 2017.

**Anexo 1. Hoja de recolección de datos**



Secretaría de Salud de Hidalgo  
Hospital General de Pachuca  
Subdirección de Enseñanza e Investigación  
Jefatura de Investigación



Hoja de recolección de datos.

Ficha de identificación

Nombre (iniciales):

Sexo (masculino o femenino):

Edad (en años):

Índice de distensibilidad de vena cava inferior:

Estado Civil:

Soltero	Unión Libre	Casado	Divorciado	Viudo
---------	-------------	--------	------------	-------

Escolaridad: (especificar si se trata de grado incompleto)

Analfabeta	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciatura	Posgrado
------------	----------	------------	--------------	--------------	----------

Ocupación:

Desempleado	Obrero	Profesionista	Hogar
-------------	--------	---------------	-------

Resultado clínico:

Paciente fallecido	Paciente recuperado
--------------------	---------------------

Cantidad de cristaloides usada en mililitros:

Día	Primero	Segundo
Turno matutino		
Turno vespertino		
Turno nocturno		
Total de 3 días:	Total del día:	Total del día:

¿Presentó el paciente edema agudo pulmonar?

Sí	No
----	----

Días de estancia intrahospitalaria:

**Anexo 2. Consentimiento informado.**



Secretaría de Salud de Hidalgo  
 Hospital General de Pachuca  
 Subdirección de Enseñanza e Investigación  
 Jefatura de Investigación



Consentimiento informado.

Hospital General de Pachuca; Pachuca, Hidalgo a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2021

Por medio del presente autorizo al equipo médico del Hospital General de Pachuca a tomarme en cuenta para participar en el estudio de investigación titulado: “Ventajas de la medición de la distensibilidad de la vena cava inferior por ultrasonido para valorar la tolerancia a volumen en el paciente séptico en el área de urgencias en el Hospital General de Pachuca durante 2021”, el cual tiene por objeto demostrar la utilidad del monitoreo no invasivo por ultrasonido de distensibilidad de vena cava inferior, por lo que se realizará dicha actividad con el objeto de encontrar beneficios clínicos en cuanto al manejo de líquidos intravenosos, con molestias esperadas únicamente durante la ejecución del ultrasonido habiendo recibido una amplia explicación de las actividades a realizar en el mismo y habiéndome asegurado que se velará por mi integridad en todo momento del estudio y se suspenderá cualquier actividad relacionada que se identificara como riesgosa para mi salud en el mismo, asimismo se garantiza que recibiré información sobre el estudio en momento y seré libre de retirarme del mismo si así lo decidiera. El equipo médico se compromete a informar activamente sobre asuntos relacionados al trabajo de investigación y a mantener la confidencialidad de los datos de los pacientes implicados. Autorizo al investigador a usar lo datos vertidos en mi expediente clínico con fines de investigación.

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA DE TESTIGO

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO