



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**HOSPITAL SAN ANGEL INN UNIVERSIDAD  
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA MEDICA E INVESTIGACIÓN**

**IDENTIFICACION DE SOBRECARGA HIDRICA TRAVES DEL PUNTAJE VEXUS  
EN PACIENTES QUE INGRESAN A TERAPIA INTENSIVA DE ACUERDO AL  
SERVICIO DE PROCEDENCIA**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL:  
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:**

**MEDICINA CRITICA**

**PRESENTA:**

**DRA. KAREN ELIZABETH FERNANDEZ ROJAS**

**ASESOR DE TESIS:**

**DR. LUIS JOSE CABRERA MIRANDA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MEXICO, 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

RESUMEN.....	3
1. ANTECEDENTES.....	3
2. JUSTIFICACIÓN.....	7
3. HIPÓTESIS.....	8
3.1 Hipótesis Nula.....	8
4. OBJETIVO GENERAL.....	8
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
6. DISEÑO Y METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	8
6.1 Tipo de Estudio.....	8
6.2 Tamaño de la muestra.....	8
6.3 Definición de las unidades de observación.....	8
6.4 Criterios de inclusión.....	9
6.5 Criterios de exclusión.....	9
6.6 Definición de variables y unidades de medida.....	9
6.7 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.....	10
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD.....	11
8. RECURSOS HUMANOS.....	11
8.1 RECURSOS MATERIALES.....	12
8.2 RECURSOS FINANCIEROS.....	12
9. RESULTADOS.....	12
10. DISCUSIÓN.....	14
11. CONCLUSIÓN.....	15
12. CONFLICTO DE INTERÉS.....	15
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	16

## **RESUMEN**

La evaluación del estado hídrico es fundamental en el paciente crítico, se sabe que la presencia de signos clínicos así como de imagen para identificar sobrecarga de volúmen por sí solos carecen de una alta sensibilidad y especificidad para determinar la presencia de congestión hídrica ya que pueden estar presentes en otras patologías sin que se asocien a sobrecarga de volúmen, lo cual dificulta la toma de decisiones terapéuticas con mayor precisión, es por eso que la valoración ultrasonográfica a la cabecera del paciente es una herramienta valiosa, dinámica, rápida y no invasiva con lo cual se pretende evaluar de forma objetiva el estado de volemia y la capacidad de respuesta de forma individualizada.

Es conocido que los pacientes que ingresan con choque hipovolémico, choque séptico, u otro, requieren de reanimación hídrica, la cual es inicialmente llevada a cabo en los servicios de urgencias o pudiendo también ocurrir durante su transcurso en el área de hospitalización; por lo tanto al ingresar estos pacientes a la unidad de cuidados intensivos es indispensable realizar una evaluación a través del puntaje VEXUS para la toma de decisiones en cuanto a la administración de líquidos o el inicio de terapia con diurético, es así que en aquellos pacientes que se encontraran con un VEXUS 2 ó 3 se beneficiarán de disminuir o suspender la administración de líquidos e incluso la administración de diurético o ultrafiltración ya sea el caso, es por ello que con este estudio se pretende identificar a aquellos pacientes que ingresan con sobrecarga hídrica a la unidad de terapia intensiva a través del sistema VEXUS con la finalidad de aplicar acciones que prevengan las complicaciones asociadas a la sobrecarga de volúmen.

Palabras Clave: VEXUS, sobrecarga de volúmen, congestión hídrica, ultrasonido

### **IDENTIFICACIÓN DE SOBRECARGA HÍDRICA TRAVÉS DEL PUNTAJE VEXUS EN PACIENTES QUE INGRESAN A TERAPIA INTENSIVA DE ACUERDO AL SERVICIO DE PROCEDENCIA**

#### **1. ANTECEDENTES**

El lado venoso de la circulación ha jugado durante mucho tiempo un papel secundario frente al lado arterial tanto en patologías agudas como en crónicas, durante años se ha estudiado las diferentes características de la presión sanguínea arterial y su importancia en el paciente crítico, sin embargo el lado venoso puede ser tan crítico como su contraparte; es más, su impacto fisiológico en la función de los órganos es mucho más importante de lo que se cree (1). El manejo hemodinámico del paciente críticamente enfermo tradicionalmente se ha centrado en mantener un gasto cardiaco adecuado o una presión arterial dentro de metas a través de la administración de líquidos o mediante soporte vasopresor o inotrópico (2, 3). Sin embargo, la perfusión de órganos puede ser afectada por otros factores como la presión venosa que no siempre es considerada como un parámetro hemodinámico de importancia crítica (4).

El desarrollo de congestión de órganos clínicamente significativa es susceptible de ocurrir en pacientes con falla de ventrículo derecho, hipertensión pulmonar y en pacientes con sobrecarga de líquidos, probablemente estos factores sean sinérgicos en pacientes críticamente enfermos, sobretodo cuando la falla renal agrava la retención de líquidos. Una reducción del gradiente arterio-venoso a través de los órganos vitales puede dificultar una perfusión adecuada (5).

La congestión es el primer motivo de hospitalización en pacientes con falla cardíaca y uno de los principales predictores de mal pronóstico (6), se sabe que la congestión hemodinámica (es decir, elevación de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo) precede entre días a semanas a la aparición de manifestaciones clínicas, por otro lado, los estudios han demostrado que las manifestaciones clínicas de sobrecarga de volumen pueden resolverse a pesar de la persistencia de congestión hemodinámica, con exceso de líquido en los compartimentos intravascular e intersticial (7, 8).

La evaluación objetiva del estado de volemia representa un rol importante para guiar la terapia de reanimación o descongestiva. Desafortunadamente, no se dispone de un único método exacto para determinar el estado de volumen hídrico, los hallazgos del examen físico no siempre son confiables, por ejemplo la presión venosa yugular puede verse limitada por la constitución corporal del paciente y enfermedad pulmonar subyacente. De la misma manera, la presencia de edema de miembros pélvicos puede ser indicativo de una presión oncótica baja o de aumento de la permeabilidad vascular en lugar de presiones de llenado cardíaco altas, así mismo, la ausencia de crepitantes pulmonares no implica ausencia de congestión (8). En un estudio prospectivo realizado por Lynne Warner y colaboradores evaluaron la confiabilidad limitada de los signos físicos para estimar la hemodinamia en 50 pacientes con insuficiencia cardíaca crónica y encontraron que la sensibilidad combinada de estertores crepitantes, edema periférico y aumento de la presión venosa yugular fue solo del 58% para detectar una presión de enclavamiento capilar pulmonar elevada  $> 22$  mmHg (9).

En insuficiencia cardíaca crónica, aún la congestión hemodinámica severa prodría no condicionar la presencia de estertores o como bien es conocido, la radiografía de tórax no es infalible y aproximadamente el 20% de los pacientes con congestión pueden presentar una radiografía normal (10) debido a los cambios fisiológicos adaptativos como incremento del drenaje linfático y engrosamiento de la membrana alveolar capilar (8).

Estudios de laboratorio como el péptido natriurético o métodos invasivos como el cateterismo de la arteria pulmonar también tienen limitaciones (11, 12).

La congestión de órganos venosos puede ser precipitada por una reanimación excesiva pero exacerbada por condiciones como falla del ventrículo derecho, hipertensión pulmonar, insuficiencia tricuspídea clínicamente significativa (13). Beaubien-Souligny y colaboradores comentan que la congestión venosa incrementa el número de días de ventilación mecánica pero también puede afectar negativamente a la función hepática, intestinal, renal (14). Usando el ultrasonido a la cabecera del paciente para examinar la vena cava inferior, vena hepática, vena porta y las venas

intrarenales, se puede realizar la puntuación VEXUS para guiar el manejo del estado de volumen (15).

El incremento de la congestión eventualmente excederá la capacitancia venosa lo cual causara cambios en las velocidades de flujo sanguíneo y en la dirección de la imagen de los vasos. La puntuación VEXUS recopila la evaluación de la congestión de estos vasos como una puntuación validada para predecir el desarrollo de lesión renal aguda en pacientes cardiacos (13).

El ultrasonido a la cabecera del paciente es una herramienta útil en el contexto perioperatorio o en las unidades de cuidados intensivos. Chang y colaboradores en su articulo comentan que el estado de volemia puede ser rápidamente evaluado midiendo la colapsabilidad o distensibilidad de la vena cava inferior y de forma relativa el estado hiperdinamico del corazón (16,17).

Existes muchas publicaciones en donde ya se encuentra detallada de forma sistematizada la manera de realizar el puntaje VEXUS, cabe mencionar que al realizar este protocolo es importante tener en cuenta que requiere que el operador se encuentre familiarizado con el uso de los diferentes transductores (ya sea sectorial para localizar la vena cava inferior o el convexo para buscar la vena suprahepatica, vena porta y venas intrarenales) así como el uso del Doppler color pulsado de la maquina de ultrasonido.

El protocolo inicia con la colocación del paciente en decúbito supino y con el transductor sectorial se coloca en la ventana subxifoidea eje largo con el objetivo de encontrar la vena cava inferior y evaluar su tamaño y colapsabilidad, la vena cava inferior se encuentra a 2 cm por debajo de la unión de la aurícula derecha, la presión de la aurícula derecha es de 3 mmHg (0-5 mmHg) si el diámetro máximo anteroposterior de la VCI es menos de 2.1 cm y su colapsabilidad mayor al 50% con la inspiración. Si la VCI es mayor de 2.1 cm y colapsa menos del 50%, la presión de la aurícula derecha es de 15 mmHg ( 10-20 mmHg), en pacientes bajo ventilación mecánica no se puede utilizar este método para estimar la presión de la aurícula derecha y se reporta en 8 mmHg (18,19,20).

Una vez obtenida la medición del diámetro de la vena cava inferior, el siguiente paso es realizar la evaluación Doppler de las venas abdominales. En el modo Doppler color, el rojo típicamente indica que el flujo se acerca al transductor y el azul indica que el flujo se aleja del transductor. El modo Doppler pulsado es usado para obtener una representación grafica de las características del flujo sanguíneo sobre el tiempo; una deflección positiva (por arriba de la línea base) indica que el flujo sanguíneo se acerca al haz del transductor, la deflección negativa (por debajo de la línea base) indica que el flujo de sangre se aleja del transductor (21,22).

Existen 3 venas hepáticas (derecha, media e izquierda), ellas aparecen como estructuras anecoicas, las venas hepáticas se distinguen de las ramas de la vena porta siguiendo su confluencia con la vena cava inferior, además la vena porta tiene paredes hiperecoicas mas gruesas. La imagen de una de las venas hepáticas principales se obtiene desde el plano coronal medio axilar derecho o desde la ventana subxifoidea

utilizando el transductor convexo, normalmente aparecen azules en Doppler color ya que la mayor parte del flujo se aleja del transductor (21,22).

La forma normal de la onda de la vena hepática es trifásica y luce similar a las ondas de la presión venosa central compuesta por 4 ondas individuales: S, V, D, A. Siendo la onda S negativa representando así la sístole ventricular. Le sigue una onda V transicional, que se produce al final de la sístole cuando el anillo tricuspideo vuelve a su posición normal, la onda V puede estar por debajo o por encima de la línea base. La onda D es una deflección negativa que ocurre durante la diástole ventricular cuando la válvula tricuspidea se abre y representa el llenado pasivo de la aurícula derecha. En condiciones normales, la onda S es mayor que la onda D. Al final de la diástole, aparece la onda A, una pequeña onda positiva, debido al aumento de la presión de la aurícula derecha por la contracción auricular. Algunos autores usan el termino anterogrado o retrogrado para describir esas ondas (23, 24).

Con el aumento de presión de la aurícula derecha, el gradiente de presión entre la vena hepática y la aurícula derecha se reduce, lo cual conduce a menor retorno venoso durante la sístole por lo cual la onda S será de menor tamaño con respecto a la onda D. Cuanto mas alta es la presión de la aurícula derecha, mas pequeña es la onda S, esto se ve potenciado aun mas ante la presencia de insuficiencia tricuspidea en donde la onda S puede desaparecer o aparecer de forma reversa es decir por arriba de la línea base (25, 26).

Taylor KJW y colaboradores, Mitzner W comentan en sus artículos que la adquisición de la imagen de la vena porta se realiza desde la misma ventana con la que se obtiene la vena suprahepatica, una perla para identificar a la vena porta es buscar paredes ecogenicas cerca de la vesícula biliar, con el Doppler color; la vena porta aparece de rojo ya que el flujo de sangre se dirige hacia el transductor. El flujo normal de la vena porta es continuo porque está separada por los sinusoides hepaticos que previenen la transmisión directa de la presión de la aurícula derecha y se encuentra sobre la línea de base, con ligeras ondulaciones causadas por la contracción auricular al final de la diástole (27,28).

Con el incremento de la transmisión de la presión de la aurícula derecha a la vena porta, la vena se hace más pulsátil, lo cual puede ser cuantificado con la fracción de pulsatilidad expresada de la siguiente manera  $[V_{max} - V_{min} / V_{max}] \times 100$ , en donde  $V_{max}$  y  $V_{min}$  representan la velocidad mas alta y mas baja en un ciclo cardiaco. Una fracción de pulsatilidad menor al 30% es considerado normal, mayor de 30% pero menor del 50% es considerada moderada, mientras que una fracción de pulsatilidad mayor o igual 50% está relacionada con una congestión severa (29). Sin embargo, B P Gallix publica en 1997 que la presencia de flujo pulsátil en la vena porta ha sido documentada sin la presencia de aumento de la presión de la aurícula derecha, lo cual fue visto en individuos de complejión delgada con indice de masa corporal bajo (30); y en 1995 Wachsbreg RH describe también que en pacientes con cirrosis hepática podríamos encontrar ausencia de pulsatilidad aun en presencia de congestión grave (31).

La última parte del puntaje VEXUS corresponde a la evaluación de las venas intrarenales. El flujo de las venas intrarenales refleja los efectos hacia abajo de la presión de la aurícula derecha y del edema dentro de los riñones encapsulados, por lo tanto se realiza la búsqueda con Doppler de las venas interlobares y arcuatas (32).

La imagen del riñón se obtiene con un transductor convexo, en el eje corto y largo a partir de la línea medio axilar aproximadamente a nivel del décimo espacio intercostal, la mayoría de las venas intrarenales aparecen de azul a la aplicación del Doppler color y se presentan con un flujo continuo por debajo de la línea base.

A medida que aumenta la presión de la aurícula derecha, aparecen alteraciones en el flujo venoso intrarenal (32). Esas alteraciones están caracterizadas por un flujo bifásico discontinuo cuando se trata de un grado de congestión moderada, y un flujo monofásico en casos de congestión severa (33,34).

## **2. JUSTIFICACIÓN:**

La evaluación del estado hídrico y hemodinámico en los pacientes críticamente enfermos es indispensable para el médico intensivista pues de esta manera se puede evitar o tratar la congestión venosa y con ello todas las complicaciones de falla orgánica relacionadas con la sobrecarga de volumen. El uso del ultrasonido como herramienta para esta evaluación ha sido extensamente estudiada y validada, es así que la puntuación de ultrasonido de exceso venoso (VEXUS) permite cuantificar la congestión venosa para guiar el manejo del balance hídrico, los parámetros VEXUS se obtienen fácilmente y proporcionan un marcador objetivo y cuantitativo a partir del cual el médico puede optimizar la administración de líquidos o iniciar la terapia descongestiva.

La implementación en la unidad de cuidados críticos de métodos alternativos para la evaluación del estado hídrico del paciente que ingresan a UCI provenientes de los servicios de urgencias, hospitalización, quirófano y hemodinamia nos permitirá conocer de manera sencilla y rápida el grado de congestión venosa y de esta manera evitar las consecuencias que conllevan los balances positivos tanto a corto como a largo plazo; tales como aumento de la mortalidad, falla orgánica abdominal, mayor número de días de ventilación mecánica, así como de estancia en la UCI, entre otras. Esto a su vez nos ayudará a identificar aquellos servicios del hospital en donde aún se realiza una reanimación agresiva basada únicamente en características clínicas o bioquímicas aisladas y por ende nos ayudará a implementar en el futuro estrategias de educación que permitan a todos los médicos de los diferentes servicios realizar en sus pacientes una evaluación de la volemia basada en pruebas dinámicas y en tiempo real, proporcionando una atención médica de mayor calidad y más objetiva en todo el hospital.



### **3. HIPÓTESIS:**

Los pacientes que ingresan a la unidad de cuidados intensivos, provenientes de urgencias, quirófano, hospitalización y hemodinamia; ingresan con sobrecarga hídrica (VEXUS 2 y 3).

#### **3.1 HIPÓTESIS NULA:**

Los pacientes que ingresan a la unidad de cuidados intensivos, provenientes de urgencias, quirófano, hospitalización y hemodinamia; no ingresan con sobrecarga hídrica (VEXUS 0).

### **4. OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar la incidencia de sobrecarga hídrica moderada a severa (VEXUS 2 y 3) en las primeras horas de ingreso a la unidad de cuidados intensivos de los pacientes provenientes de urgencias, hospitalización, quirófano y hemodinamia.

### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar nuevas herramientas para disminuir la incidencia de sobrecarga hídrica en los pacientes que ingresan a terapia intensiva.
- Disminuir la incidencia de complicaciones relacionadas con la sobrecarga hídrica.
- Mejorar la calidad de atención de los pacientes durante su estancia en los diferentes servicios del hospital.
- Disminuir la terapia de reemplazo renal secundaria a sobrecarga hídrica y con ello sus posibles complicaciones.
- Disminuir los días de estancia hospitalaria en la unidad de cuidados críticos.

### **6. DISEÑO Y METODOLOGIA DEL ESTUDIO**

**6.1 Tipo de Estudio:** Transversal descriptivo.

**6.2 Tamaño de la muestra:** 65 pacientes

**6.3 Definición de las unidades de observación:**

- Pacientes adultos provenientes de los servicios de urgencias, hospitalización, hemodinamia y quirófano que ingresan a la unidad de cuidados intensivos del Hospital San Angel Inn Universidad.

#### 6.4 Criterios de inclusión

- Todos los pacientes adultos provenientes de los servicios de urgencias, hospitalización, hemodinamia y quirófano que ingresan a la unidad de cuidados intensivos dentro de las primeras 24 horas.

#### 6.5 Criterios de exclusión

- Pacientes con valvulopatía ya conocida o que durante la estancia en UCI sea diagnosticada.
- Pacientes con hepatopatía crónica.
- Pacientes postquirúrgicos que cursen con pérdida de la continuidad de la pared abdominal o torácica que dificulte la realización del estudio.
- Pacientes que al ingreso a la UCI sean colocados en posición prono.
- Pacientes con Hipertensión Intra-abdominal.
- Pacientes que al realizar el estudio, se obtenga una inadecuada calidad de la imagen.
- Pacientes con más de 24 horas de ingreso a terapia intensiva.

#### 6.6 Definición de variables y unidades de medida

Tabla 1. Variables y unidades de medida

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Categorías
Diámetro de la vena cava inferior	Se encuentra a 2 cm por debajo de la unión de la aurícula derecha y su medición se realiza en modo M tomando en cuenta el diámetro durante la inspiración y espiración.	Cuantitativa Intervalo	Centímetros	< 2.1 cm > 2.1 cm
Colapsabilidad de la vena cava inferior	Si el diámetro máximo anteroposterior de la VCI es < 2.1 cm y su colapsabilidad > 50% con la inspiración. Si la VCI es > 2.1 cm y colapsa < del 50%, la presión de la aurícula derecha es de 15 mmHg ( 10-20 mmHg)	Cuantitativa Dicotómica	Porcentaje	< 50% >50%
Patrón de la vena hepática	La forma normal de la onda de la vena hepática es trifásica, la onda S negativa representando la sístole ventricular, La onda D es una deflección negativa	Cualitativa	Nominal	Normal: Sístole > diástole Congestión Leve: Sístole = Diástole Congestión Moderada: Sístole < Diástole Congestión Severa: Reversión del flujo sistólico

	que ocurre durante la diástole ventricular cuando la válvula tricuspídea se abre y representa el llenado pasivo de la aurícula derecha. Al final de la diástole, aparece la onda A, una pequeña onda positiva, debido al aumento de la presión de la aurícula derecha por la contracción auricular.			
Patrón de la Vena Porta	Con el Doppler color; la vena porta aparece de rojo ya que el flujo de sangre se dirige hacia el transductor y se encuentra sobre la línea de base, con ligeras ondulaciones causadas por la contracción auricular al final de la diástole	Cualitativa	Nominal	Normal: Continuo Congestión: Pulsátil
Pulsatilidad de la Vena Porta	Con el incremento de la transmisión de la presión de la aurícula derecha a la vena porta, la vena se hace más pulsátil, lo cual puede ser cuantificado con la fracción de pulsatilidad expresada de la siguiente manera $\frac{[V_{max} - V_{min}]}{V_{max}} \times 100$	Cuantitativa Intervalo	Porcentaje	Normal: < 30% Congestión Moderada: 30- 49% Congestión Severa: > /= 50%
Patrón de la Vena Renal	Flujo observado en las venas interlobares y arcuatas que aparecen de azul a la aplicación del doppler color por debajo de la línea base.	Cualitativa	Nominal	Normal: Continuo Congestión Moderada: Flujo Bifásico Congestión Severa: Flujo Monofásico

### **6.7 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.**

Mediante el equipo sonográfico Phillis, el protocolo VEXUS inició con la colocación del paciente en decúbito supino, posteriormente el transductor sectorial se colocó en la ventana subxifoidea eje largo para localizar la vena cava inferior y se evaluó su tamaño y colapsabilidad, la vena cava inferior se

encuentra a 2 cm por debajo de la unión de la aurícula derecha, una vez localizada se procedió a colocar en Modo M en donde se dibuja en la pantalla del ultrasonido la vena cava inferior, en cada paciente se procedió a medir el diámetro anteroposterior de la misma y el resultado de esa medición obtenido en centímetros fue recolectado en la tabla de base de datos. El siguiente paso es localizar la vena suprahepática, para ello con el transductor convexo nos dirigimos hacia la línea medio axilar y buscamos las venas hepáticas que nacen de la vena cava inferior, al aplicar Doppler color se pintan de azul y con Doppler pulsado se dibuja el flujo de la vena hepática el cual fue estadificado dependiendo de las características de las ondas, lo cual se detalla más adelante. Posteriormente en la misma posición y con el mismo transductor se procedió a localizar la vena porta, al aplicar Doppler color se pintaba de rojo y con Doppler pulsado obtuvimos el espectro del flujo sanguíneo de cada paciente, por último nos dirigimos aproximadamente a nivel del décimo espacio intercostal en la línea medio axilar para identificar las venas arcuatas e interlobares en el riñón, aplicamos Doppler pulsado y se obtuvo el espectro del flujo.

Ahora para establecer el puntaje VEXUS a cada paciente que ingresó a la terapia intensiva nos basamos en el estudio original realizado por Beaubien-Souligny W y colaboradores en el año 2020 <sup>(13)</sup>, en donde la congestión venosa fue clasificada en 4 grados. Si la vena cava inferior se colapsa, inferimos que no hay congestión clasificando al paciente con un VEXUS grado 0 por lo tanto la evaluación con Doppler no es realizada. Cuando observábamos que la vena cava inferior no colapsaba y medía más de 2 cm pero no hay anomalías severas en las ondas de las venas hepáticas, porta e intrarenal, consideramos que el nivel de congestión es leve y se estadificó con un VEXUS grado 1.

Si la vena cava inferior no colapsaba, medía más de 2 cm y existía al menos la presencia de alteración del flujo en una de las venas abdominales se consideraba congestión moderada y se puntuaba con un VEXUS grado 2, mientras que la presencia de 2 o más alteraciones en el flujo de las venas abdominales evaluadas con el Doppler constituye un estado de congestión severa y se clasifica como VEXUS grado 3.

## **7. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD**

Este estudio descriptivo se realizó sin incurrir en violaciones al Código de Ética Internacional delineado en la declaración de Helsinki, revisado por la 58a Asamblea de la Asociación Médica Mundial en Edimburgo, Escocia en Octubre del 2000.

## **8. RECURSOS HUMANOS**

- Pacientes adultos que ingresan a la unidad de cuidados intensivos.

- Investigador Principal: Dra. Karen Elizabeth Fernández Rojas. Residente de segundo año de Medicina Crítica del Hospital San Angel Inn Universidad.
- Asesor científico: Dr. Luis José Cabrera Miranda. Médico adscrito al servicio de terapia intensiva adultos del Hospital San Angel Inn Universidad.

### 8.1 RECURSOS MATERIALES

- Equipo de ultrasonido: Phillips PureWave, Phillips Healthcare, Modelo AA26050L.
- Gel transductor
- Computadora
- Impresora
- Hojas blancas
- Programa estadístico: SPSS versión 21

### 8.2 RECURSOS FINANCIEROS

No se requirió de apoyos financieros y solo se utilizaron los propios del hospital y del investigador.

## 9. RESULTADOS

Se incluyeron los datos de los 65 pacientes incluidos en el estudio. Se inició con la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de las variables cuantitativas, presentando aquellas con distribución normal como media (desviación estándar) y no normales como mediana (rango intercuartilar).

Se utilizó la prueba de razón de verosimilitudes entre el grado vexus y la procedencia con el fin de determinar si existe asociación alguna entre dichas variables. Considerando significativa toda  $p < 0.05$ .

Se incluyeron un total de 65 pacientes, con procedencia de hospitalización del 16.9% (11/65), quirófano 7.7% (5/65), urgencias 60.0% (39/65) y hemodinamia 15.4% (10/65).

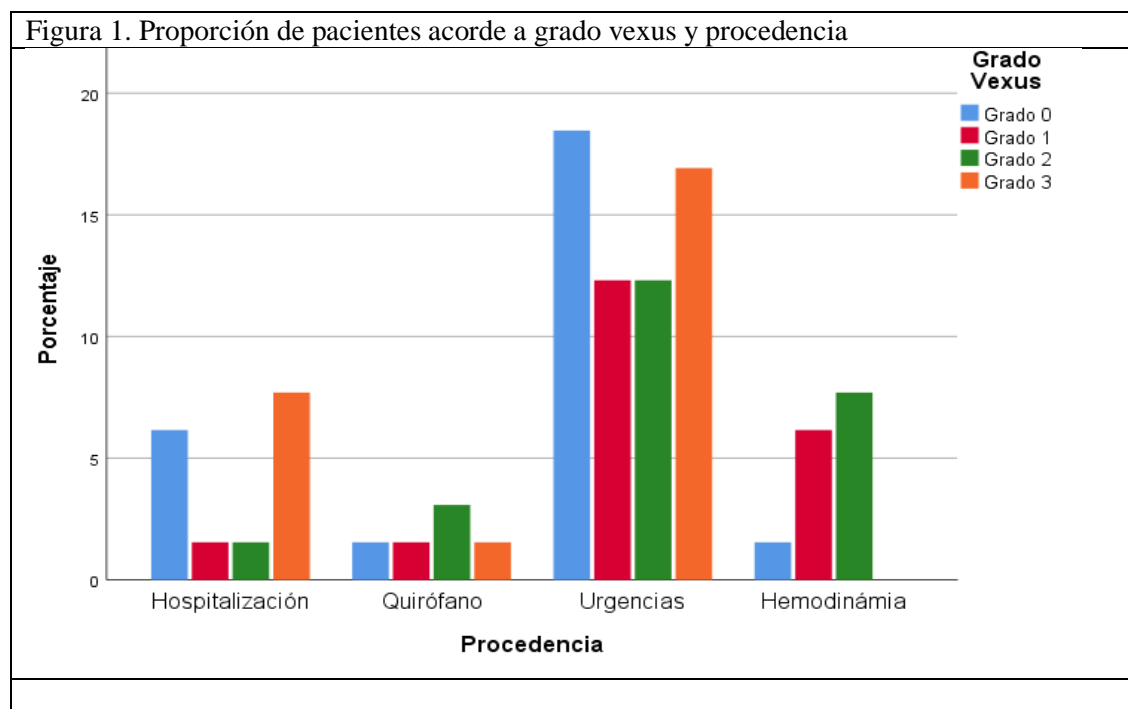
Las características de ultrasonido se muestran en la tabla 1.

		Hospitalización (n=11)	Quirófano (n=5)	Urgencias (n=39)	Hemodinamia (n=10)	Total (n=65)
<b>Diámetro de VCI (cm)</b>		2.4 (1.9-2.6)	2.3 (2.2-2.3)	2.2 (1.9-2.4)	2.2 (2.1-2.3)	2.2 (1.9-2.4)
<b>Colapsabilidad &gt;50%</b>	<50%	7 (63.6)	4 (80.0)	27 (69.2)	9 (90.0)	47 (72.3)
	>50%	4 (36.4)	1 (20.0)	12 (30.8)	1 (10.0)	18 (27.7)
<b>Patrón vena hepática</b>	NA	4 (36.4)	1 (20.0)	12 (30.8)	1 (10.0)	18 (27.7)
	Reversión de flujo sistólico	5 (45.5)	1 (20.0)	11 (28.2)	0 (0.0)	17 (26.2)

	S<D	0 (0.0)	1 (20.0)	5 (12.8)	0 (0.0)	6 (9.2)
	S=D	1 (9.1)	1 (20.0)	1 (2.6)	5 (50.0)	8 (12.3)
	S>D	1 (9.1)	1 (20.0)	10 (25.6)	4 (40.0)	16 (24.6)
<b>Patrón vena porta</b>	NA	4 (36.4)	1 (20.0)	12 (30.8)	1 (10.0)	18 (27.7)
	Continuo	1 (9.1)	1 (20.0)	8 (20.5)	4 (40.0)	14 (21.5)
	Pulsátil	6 (54.5)	3 (60.0)	19 (48.7)	5 (50.0)	33 (50.8)
<b>Porcentaje de pulsatilidad vena porta</b>		53 (38-54)	41.5 (32-49)	44 (25-51)	32 (22-37)	42 (26-51)
<b>Patrón vena renal</b>	NA	4 (36.4)	1 (20.0)	12 (30.8)	1 (10.0)	18 (27.7)
	Bifásico	1 (9.1)	1 (20.0)	9 (23.1)	2 (20.0)	13 (20.0)
	Continuo	1 (9.1)	1 (20.0)	10 (25.6)	7 (70.0)	19 (29.2)
	Monofásico	5 (45.5)	2 (40.0)	8 (20.5)	0 (0.0)	15 (23.1)
<b>Grado Vexus</b>	Grado 0	4 (36.4)	1 (20.0)	12 (30.8)	1 (10.0)	18 (27.7)
	Grado 1	1 (9.1)	1 (20.0)	8 (20.5)	4 (40.0)	14 (21.5)
	Grado 2	1 (9.1)	2 (40.0)	8 (20.5)	5 (50.0)	16 (24.6)
	Grado 3	5 (45.5)	1 (20.0)	11 (28.2)	0 (0.0)	17 (26.2)

No se encontró asociación alguna entre el grado VEXUS y la procedencia (razón de verosimilitudes  $p > 0.05$ ).

En la Figura 1 se muestra la proporción de pacientes acorde a grado VEXUS y procedencia.



## 10. DISCUSIÓN

En este trabajo, el objetivo principal fue investigar la incidencia de sobrecarga hídrica en los pacientes que ingresaron a terapia intensiva provenientes de Urgencias, Hospitalización, quirófano y hemodinamia dentro de las primeras horas.

Nosotros encontramos que el 54.6% de los pacientes provenientes de Hospitalización presentaron congestión moderada a severa; definido como la presencia de un VEXUS grado 2 y VEXUS 3, y el 50.8% de los pacientes provenientes del servicio de urgencias también presentó un grado de congestión de moderada a severa. Aunque en este trabajo no se pudo demostrar significancia estadística entre el grado de VEXUS y el servicio de procedencia, esto probablemente por algunos factores como por ejemplo aquellos pacientes que ingresaron procedentes de hemodinamia no recibieron terapias de reanimación hídrica agresivas pues eran sometidos a procedimientos programados como angioplastias coronarias, colocación de filtro de vena cava, siendo estos procedimientos de corta duración por lo tanto expuestos a menor administración de volumen de líquidos. Así mismo, 2 de los 5 pacientes provenientes de quirófano ingresaron a terapia intensiva por choque hipovolémico quienes a pesar de haber recibido una reanimación hídrica agresiva; por su contexto de hipovolemia continuaron con la reanimación ya sea con líquidos o hemoderivados pues a su ingreso a UCI se encontraron con VEXUS 0 y VEXUS 1 (sin congestión, congestión mínima).

Por lo tanto, pese a que el estudio no fue estadísticamente significativo, nos orienta a una tendencia, dado que la mitad de los pacientes que ingresaron a UCI desde urgencias y hospitalización si presentaron un grado de congestión moderada a severa, sería necesario poder a futuro documentar la relación que existió entre este grado de congestión y la presencia de alguna falla orgánica, pues esta bien demostrado que el tener un VEXUS 3 en pacientes a su ingreso en la UCI tiene una alta especificidad para predecir algún grado de lesión renal aguda <sup>(13)</sup>.

Se sabe que el diámetro y la colapsabilidad de la vena cava inferior por si solas tienen un desempeño diagnóstico deficiente, lo cual nos indica que esta evaluación comúnmente utilizada en los servicios de urgencias no sea suficiente para detectar clínicamente algún grado de sobrecarga significativa, sin embargo la suma de esa variable junto a las otras que evalúa el VEXUS nos aporta mayor información en cuanto a la sobrecarga hídrica que pudieran presentar esos pacientes.

Además este estudio nos ayuda a reconsiderar la importancia de implementar la valoración de la sobrecarga hídrica con el protocolo VEXUS en todos los pacientes que reciban administración de líquidos por vía intravenosa no solo en la unidad de cuidados intensivos, sino también en los diferentes servicios de este hospital; puesto que de esta manera podemos disminuir el porcentaje de pacientes que ingresan a UCI con sobrecarga moderada y severa y junto a ello todas las consecuencias asociadas, teniendo en cuenta que ya se ha estudiado que la hipertensión venosa sistémica resultante de la sobrecarga de líquidos se asocia a lesiones multiorgánicas y resultados adversos <sup>(35)</sup>.

Consideramos relevante también iniciar estrategias educativas basadas en el adiestramiento en POCUS sobretodo en el servicio de hospitalización en donde se obtuvo un 54.6% de pacientes que ingresaron a UCI con sobrecarga moderada y severa, de esta manera los médicos generales que están a cargo de estos pacientes se enfocarán en realizar una valoración objetiva antes de decidir si un paciente requiere o no la administración de líquidos, esto ya ha sido demostrado en múltiples estudios donde la evaluación ultrasonográfica a la cabecera del paciente le permite al medico detectar hipertensión venosa sistémica clínicamente significativa, teniendo en cuenta a su vez las limitaciones que presenta esta evaluación y sobretodo alguno de los factores confusores que pudieran llevar a una interpretación errónea de los hallazgos (25).

Otro factor importante que pudo haber contribuido a la ausencia de significancia estadística podría ser el numero bajo de pacientes incluidos en el estudio, pues de todos los ingresos a la terapia intensiva durante los meses de Abril, Mayo y Junio, un gran porcentaje de ellos fueron excluidos de este estudio, ya sea porque llevaban mas de 24 horas de haber ingresado a UCI o porque algunos de ellos ya presentaban algún grado de valvulopatía; siendo la Insuficiencia tricuspídea moderada la mas frecuentemente encontrada en aquellos pacientes que fueron excluidos, también un número mínimo (3 pacientes) no fueron incluidos debido que al realizar el estudio se obtuvo una mala calidad de las imágenes ultrasonograficas lo cual se consideró podría conducir también a interpretaciones erróneas.

## **11. CONCLUSIÓN**

La administración de líquidos en el paciente críticamente enfermo debería encontrar un balance entre mantener una adecuada presión de perfusión y evitar la sobrecarga hídrica, el uso de sistemas validados como el protocolo VEXUS debería ser implementado en todos los servicios de este hospital para de esta forma disminuir la incidencia de sobrecarga hídrica en aquellos pacientes que ingresan a UCI, con ello poder así disminuir las complicaciones asociadas a la misma, proporcionando a su vez una atención de calidad enfocada en valoraciones objetivas que nos ayuden a decidir cuando deternemos en la administración de líquidos intravenosos.

Se requiere a futuro evaluar las características de los pacientes incluidos en este estudio y su relación con la presencia de VEXUS 2 y 3, su asociación con falla orgánica, así como implementar el entrenamiento de este protocolo al personal medico de otros servicios para mejorar los estándares de atención médica.

## **12. CONFLICTO DE INTERÉS:**

La autora declara no tener conflicto de interés.



### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Winton FR (1931) The influence of venous pressure on the isolated mammalian kidney. *J Physiol* 72(1):49–61. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1931.sp002761>.
2. Seymour CW, Rosengart MR (2015) Septic Shock: advances in diagnosis and treatment. *JAMA* 314:708–717.
3. Van Diepen S, Katz Jason N, Albert Nancy M, Henry Timothy D, Jacobs Alice K, Kapur Navin K, Kilic A, Menon V, Ohman EM, Sweitzer Nancy K, Thiele H, Wash Jeffrey B, Cohen Mauricio G (2017) Contemporary management of cardiogenic shock: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 136:e232–e268.
4. De Backer D, Orbeago Cortes D, Donadello K, Vincent J-L (2014) Pathophysiology of microcirculatory dysfunction and the pathogenesis of septic shock. *Virulence* 5:73–79.
5. Saito S, Uchino S, Takinami M, Uezono S, Bellomo R (2016) Postoperative blood pressure deficit and acute kidney injury progression in vasopressor dependent cardiovascular surgery patients. *Crit Care* 20:74.
6. Gheorghiade M, Filippatos G, De Luca L, Burnett J. Congestion in acute heart failure syndromes: an essential target of evaluation and treatment. *Am J Med.* 2006; 119(12 Suppl 1): S3–10.
7. Gheorghiade M, Follath F, Ponikowski P, Barsuk JH, Blair JE, Cleland JG, et al. Assessing and grading congestion in acute heart failure: a scientific statement from the acute heart failure committee of the heart failure association of the European Society of Cardiology and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine. *Eur J Heart Fail.* 2010; 12(5): 423–33.
8. Miller WL. Fluid volume overload and congestion in heart failure: time to reconsider pathophysiology and how volume is assessed. *Circ Heart Fail.* 2016; 9(8): e002922.
9. Stevenson LW, Perloff JK. The limited reliability of physical signs for estimating hemodynamics in chronic heart failure. *JAMA.* 1989; 261(6): 884–8.
10. Collins SP, Lindsell CJ, Storrow AB, Abraham WT; ADHERE Scientific Advisory Committee, Investigators and Study Group. Prevalence of negative chest radiography results in the emergency department patient with decompensated heart failure. *Ann Emerg Med.* 2006; 47(1): 13–8.
11. Goetze JP, Bruneau BG, Ramos HR, Ogawa T, de Bold MK, de Bold AJ: Cardiac natriuretic peptides. *Nat Rev Cardiol* 17: 698717, 2020 <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0381-0>.

12. Binanay C, Califf RM, Hasselblad V, O'Connor CM, Shah MR, Sopko G, Stevenson LW, Francis GS, Leier CV, Miller LW; ESCAPE Investigators and ESCAPE Study Coordinators: Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: The ESCAPE trial. *JAMA* 294: 1625–1633, 2005 <https://doi.org/10.1001/jama.294.13.1625>
13. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J* 2020; 12:16.
14. Beaubien-Souligny W, Benkreira A, Robillard P, et al. Alterations in portal vein flow and intrarenal venous flow are associated with Acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective observational cohort study. *J Am Heart Assoc* 2018; 7:e009961
15. David Jury, Andrew D. Shaw. Utility of bedside ultrasound derived hepatic and renal parenchymal flow patterns to guide management of acute kidney injury. *Curr Opin Crit Care* 2021, 27:587 – 592.
16. Chang J, Zimmerman J. Preoperative ultrasound: If you don't look, you don't know. *Curr Anesthesiol Rep* 2018; 8:32–37.
17. Fagley RE, Haney MF, Beraud A-S, et al. Critical care basic ultrasound learning goals for American anesthesiology critical care trainees: recommendations from an expert group. *Anesth Analg* 2015; 120:1041–1053.
18. Jue J, Chung W, Schiller NB. Does inferior vena cava size predict right atrial pressures in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr*. 1992;5(6):613-619. Doi: 10.1016/s0894-7317(14)80327-1
19. Magnino C, Omede P, Avenatti E, et al. Inaccuracy of right atrial pressure estimates through inferior vena cava indices. *Am J Cardiol*. 2017;120(9):1667-1673. doi:10.1016/j.amjcard.2017.07.069
20. Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20(7):857-861. doi:10.1016/j.echo.2007.01.005.
21. Argaz E, Koratala A, et al. Comprehensive assessment of fluid status by point of care ultrasonography. *Kidney360* 2: 1326- 1338, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34067/KID.0006482020>
22. Argaz E. VExUS Nexus: Bedside Assessment of Venous Congestion. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2021; 28(3):252-261. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2021.03.004>.
23. McNaughton DA, Abu-Yousef MM. Doppler US of the liver made simple. *RadioGraphics*. 2011;31(1):161-188. doi:10.1148/rg.311105093

24. Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Superior vena cava and hepatic vein Doppler echocardiography in healthy adults. *J Am Coll Cardiol.* 1987;10(5):1032-1039. doi:10.1016/s0735-1097(87)80343-1.
25. Scheinfeld MH, Bilali A, Koenigsberg M. Understanding the spectral Doppler waveform of the hepatic veins in health and disease. *RadioGraphics.* 2009;29(7):2081-2098. doi:10.1148/rg.297095715.
26. Zhang-An, Himura Y, Kumada T, et al. The characteristics of hepatic venous flow velocity pattern in patients with pulmonary hypertension by pulsed Doppler echocardiography. *Jpn Circ J.* 1992;56(4):317-324.
27. Taylor KJW, Burns PN: Duplex Doppler scanning in the pelvis and abdomen. *Ultrasound Med Biol* 11:643–658, 1985 [https://doi.org/10.1016/0301-5629\(85\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0301-5629(85)90036-5).
28. Mitzner W: Hepatic outflow resistance, sinusoid pressure, and the vascular waterfall. *Am J Physiol* 227: 513–519, 1974 <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1974.227.3.513>
29. Beaubien-Souligny W, Benkreira A, Robillard P, et al. Alterations in portal vein flow and Intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective Observational cohort study. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(19):e009961.
30. Gallix BP, Taourel P, Dauzat M, Bruel JM, Lafortune M: Flow pulsatility in the portal venous system: A study of Doppler sonography in healthy adults. *AJR Am J Roentgenol* 169: 141–144, 1997 <https://doi.org/10.2214/ajr.169.1.9207514>
31. Wachsberg RH, Needleman L, Wilson DJ: Portal vein pulsatility in normal and cirrhotic adults without cardiac disease. *J Clin Ultrasound* 23: 3–15, 1995 <https://doi.org/10.1002/jcu.1870230103>
32. Tang WH, Kitai T. Intrarenal venous flow: a window into the congestive kidney failure phenotype of heart failure? *JACC Heart Fail.* 2016;4(8):683-686. doi:10.1016/j.jchf.2016.05.009
33. Nijst P, Martens P, Dupont M, Tang WHW, Mullens W: Intrarenal flow alterations during transition from euvoemia to intravascular volume expansion in heart failure patients. *JACC Heart Fail* 5: 672–681, 2017 <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2017.05.006>.
34. Puzzovivo A, Monitillo F, Guida P, Leone M, Rizzo C, Grande D, Ciccone MM, Iacoviello M: Renal venous pattern: A new parameter for predicting prognosis in heart failure outpatients. *J Cardiovasc Dev Dis* 5: 52, 2018 <https://doi.org/10.3390/jcdd5040052>

35. Prowle JR, Echeverri JE, Ligabo EV, Ronco C, Bellomo R (2010) Fluid balance and acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol* 6:107–115.