



**BUAP**

**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado  
Facultad de Medicina**

**Instituto Mexicano del Seguro Social  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Especialidades Puebla  
Centro Médico Nacional General de División  
“Manuel Ávila Camacho”**

**“RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL  
VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL  
CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE  
ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA”**

**Tesis para obtener el Grado de:  
Especialidad en Medicina del Enfermo en Estado Crítico**

**Presenta:  
Dr. Carlos Martínez Guevara**

**Directores:  
Dr. Filemón Ledezma Ruiz  
Dra. Irma Aidé Barranco Cuevas**



**REGISTRO NACIONAL R-2023-2101-127**

**Heroica Puebla de Zaragoza. Febrero 2024**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud 2101.  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 055  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 21 CEI 002 2018073

FECHA Martes, 19 de diciembre de 2023

**Médico (a) FILEMON LEDEZMA RUIZ**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de Investigación con título **RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional  
R-2023-2101-127

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Doctor (a) JOSE ALVARO PARRA SALAZAR**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2101

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité de Ética en Investigación **21018**.  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 055  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 21 CEI 002 2018073

FECHA **Martes, 19 de diciembre de 2023**

**Médico (a) FILEMON LEDEZMA RUIZ**

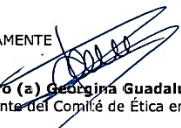
**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional  
Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

  
**Maestra (a) Georgina Guadalupe Quiroz Bayardo**  
Presidenta del Comité de Ética en Investigación No. 21018

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

CENTRO MÉDICO NACIONAL  
"GRAL. DE DIV. MANUEL ÁVILA CAMACHO"  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

PUEBLA, PUE., A 12 DE ENERO DE 2024.

**AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD**

LOS ASESORES: DR. FILEMON LEDEZMA RUIZ

DRA. IRMA AIDE BARRANCO CUEVAS

DE LA TESIS TITULADA:

"RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE  
ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE  
CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA"

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: DR. CARLOS MARTINEZ GUEVARA

DE LA ESPECIALIDAD: MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS  
CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2023-2101-127

**AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN**



Dr. Filemon Ledezma Ruiz. 12/01/24  
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)



Dra. Irma Aide Barranco Cuevas  
Coordinación de Educación e Investigación en Salud  
IMSS  
Mat. 98220485  
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 12 de enero de 2024.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Carlos Martínez Guevara, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la especialización médica/maestría/doctorado en Medicina del Enfermo en Estado Crítico de fecha 2022 - 2024 manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado: "RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA", el cual ha sido asesorado por el (los) doctor (es): Filemón Ledezma Ruiz e Irma Aidé Barranco Cuevas, en las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología, resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos de propiedad industrial e intelectual como resultado de su desarrollo, tomando en consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi participación en relación con los demás autores en colaboración

Atentamente

  
Carlos Martínez Guevara

Nombre y firma

## CONTENIDO

---

INTRODUCCIÓN.....	6
<b>Antecedentes generales</b> .....	7
<b>Antecedentes específicos</b> .....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
JUSTIFICACIÓN .....	25
OBJETIVOS .....	27
<b>Objetivo general</b> .....	27
<b>Objetivos específicos</b> .....	27
HIPÓTESIS .....	28
MATERIAL Y MÉTODOS .....	28
<b>Tipo de estudio</b> .....	28
<b>Ubicación espacio-tiempo</b> .....	28
<b>Pacientes</b> .....	28
<b>Instrumentos de recolección de datos</b> .....	30
<b>Análisis estadístico</b> .....	33
<b>Aspectos éticos</b> .....	34
RESULTADOS .....	37
DISCUSIÓN.....	48
CONCLUSIONES.....	54
PROPUESTAS .....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	62

## INTRODUCCIÓN

---

### “RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA”

**Autores:** \*Dr. Filemón Ledezma Ruiz, \*\*Dra. Irma Aidé Barranco Cuevas, \*\*\*Dr. Carlos Martínez Guevara.

\*Médico Especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico adscrito al Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

\*\*Médico familiar y Maestra en Ciencias de la Salud adscrita a la Unidad Médico Familiar N° 07.

\*\*\*Médico Residente de segundo año de la residencia en Medicina del Enfermo en Estado Crítico en la Unidad Médica de Alta Especialidad Manuel Ávila Camacho.

**Introducción:** La lesión renal aguda (LRA) es un síndrome clínico heterogéneo caracterizado por una disminución repentina en la tasa de filtración glomerular (TFG), con múltiples etiologías, patogénesis variable y resultados diversos, se estima que esta entidad afecta a 2 o 3 personas por cada 1.000 en los EE. UU. La incidencia de LRA oscila entre el 30 y el 60% en pacientes críticos, de los cuales entre el 10 y el 20% requieren terapia de reemplazo renal (TRR), con una mortalidad asociada cercana al 50% en los casos graves. Recientemente se ha estudiado un protocolo ultrasonográfico para cuantificar la congestión venosa sistémica, llamado ultrasonido de exceso venoso (VExUS) en pacientes críticamente enfermos y la implementación de este protocolo en el monitoreo de la TRRC podría proporcionarnos una herramienta precisa para evaluar la respuesta adecuada a la depleción de líquidos.

**Objetivo:** Determinar la relación entre el protocolo VEXUS, la PVC y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la UCI.

**Material y métodos:** Estudio observacional, relacional, prospectivo, unicéntrico, homodémico; Se incluyeron 50 pacientes ingresados a la UCI con diagnóstico LRA, que desarrollaron cuadro clínico de congestión como complicación, que no respondieron a diuréticos y que requirieron de terapia de reemplazo renal continua (TRRC), se realizaron mediciones ultrasonográficas antes y durante la TRRC cada 8 h hasta la resolución de la congestión y posteriormente cada 24 h hasta el término de la TRRC, se determinó la relación entre el protocolo ultrasonográfico VExUS con la medición de PVC y el volumen de ultrafiltrado al final de la TRRC, por medio de la prueba estadística Rho de Spearman.

**Resultados:** Se estudiaron 50 pacientes, 36 hombres (72%), 14 mujeres (28%), edad mínima 29 años y máxima 88 años, media de 58.1 años. 16 casos (32%) con diagnóstico de choque séptico, 8 casos (16%) con diagnóstico de infarto agudo de miocardio y 6 casos (12%) complicado con choque cardiogénico. Se estadificó el grado de congestión en 3 grados utilizando el protocolo ultrasonográfico VExUS, se encontraron 15 (30%) en grado 1, 21 (42%) en grado 2 y 14 (28%) en grado 3, se observó una relación positiva moderada entre el grado de congestión por VExUS y la PVC, de acuerdo al coeficiente de correlación de Spearman ( $p=0.000$ ), así como una relación negativa débil entre el volumen de UF y el grado de congestión por VExUS al final de la TRRC mediante prueba de correlación de Spearman con un valor de  $p$  de 0.029, la mortalidad a 30 días fue del 40% y se observó el mayor porcentaje en los grados 1 y 2.

**Conclusiones:** Se demuestra una correlación positiva entre el protocolo VExUS y la PVC en el diagnóstico de congestión, así mismo el descenso en el score de VExUS se relaciona con un mayor volumen de ultrafiltrado durante la TRRC, lo que nos podría indicar que el protocolo VExUS es un buen parámetro para guiar la eliminación del exceso de líquidos durante la TRRC.

## Antecedentes generales

---

La lesión renal aguda (LRA) es un síndrome clínico heterogéneo caracterizado por una disminución repentina en la tasa de filtración glomerular (TFG), con múltiples etiologías, patogénesis variable y resultados diversos, se estima que esta entidad afecta a 2 o 3 personas por cada 1.000 en los EE. UU. Sin embargo, es probable que esta aproximación sea una estimación insuficiente debido a la naturaleza silenciosa de la LRA, la incidencia podría llegar a 15 de cada 1.000 adultos por año en el Reino Unido, (1). Representa un insulto repentino a la función renal que abarca varios escenarios clínicos, desde un aumento leve de la creatinina sérica hasta la enfermedad renal en etapa terminal, (2).

En 2012 el grupo de trabajo KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) propuso una definición y un sistema de estadificación para la práctica clínica, basada en la disminución abrupta de la función renal caracterizada por el aumento de la creatinina sérica  $\geq 0,3$  mg/dl en 48 h o un aumento de la creatinina sérica basal  $\geq 1,5$  veces en los 7 días anteriores; Volumen de orina  $<0,5$  ml/kg/h durante 6 h. Esta definición establece 3 grados de acuerdo a la severidad de la LRA (Ver anexo 3), (3).

Durante la última década, se reconoce cada vez más que la LRA es un síndrome heterogéneo no sólo con respecto a la exposición (bajo gasto cardíaco, sepsis, cirugía mayor, toxicidad, etc.) y la fisiopatología (hipoperfusión, inflamación, etc.) sino también en cuanto a la presentación clínica (gravedad y evolución), (4).

### **Fisiopatología de la lesión renal aguda.**

La fisiopatología de la LRA varía desde una TFG disminuida mediada puramente por alteraciones hemodinámicas sistémicas a través de estrés/lesión tubular reversible hasta necrosis tubular franca. Dentro de esta compleja fisiopatología, surgen varios temas comunes con patrones de lesión renal inflamatoria, isquémica y nefrotóxica que pueden

ocurrir de forma secuencial o concomitante y que pueden estar influenciados de manera diferente por enfermedades subyacentes, la importancia del contexto clínico como por ejemplo en el síndrome cardiorrenal debido a la descompensación aguda de la insuficiencia cardíaca crónica, donde la congestión renal es el factor predominante del empeoramiento de la función renal (5).

Durante el desarrollo de la LRA en el enfermo en estado crítico, prácticamente todos los órganos no renales se ven afectados. Este proceso sistémico generalizado podría estar representando el impacto de la enfermedad subyacente (shock, inflamación sistémica, sepsis, congestión) en múltiples sistemas de órganos. Una explicación sugiere que el impacto mutuo de los órganos defectuosos, conocido como diafonía de órganos, desempeña un papel importante, siendo los ejemplos más conocidos el síndrome cardiorrenal, por un corazón que falla, el síndrome hepatorenal, por un hígado que falla, cuando los pulmones fallan en el SDRA y la ventilación mecánica pueden afectar la función renal, los posibles mecanismos son las consecuencias de la disminución de la función renal, lo que conduce a la acumulación de toxinas urémicas, liberación de marcadores proinflamatorios, sobrecarga de líquidos, alteraciones electrolíticas y desequilibrio ácido-base (6).

La incidencia de LRA en el paciente en estado crítico es considerablemente alta, ya que oscila entre el 20 y el 35% según los estudios, esta patología también se ve afectada por una mayor tasa de complicaciones, días de estancia y utilización de fuentes de atención médica. Además, cuanto más deteriorada está la función renal, mayor es la mortalidad, por lo que los pacientes que requieren mayor soporte como hemodiálisis, presentan peores resultados que aquellos que no la necesitan (7).

## **Manejo de la LRA.**

La LRA produce una amplia gama de consecuencias clínicas desde la retención de líquidos, alteración de electrolitos, acidosis metabólica y alteración de la farmacocinética de los fármacos. El aclaramiento de mediadores inflamatorios se reduce, lo que resulta en un aumento significativo de la carga proinflamatoria, esto, en combinación con la acumulación de toxinas urémicas, contribuye a la lesión endotelial y al aumento de la permeabilidad vascular lo que perpetúa la lesión, por lo que durante el manejo del paciente críticamente enfermo se implementan medidas preventivas generales aplicadas a la mayoría de los pacientes ingresados en la UCI, estas intervenciones están encaminadas a corregir la hipotensión y el estado de volemia, por lo que se debe prestar atención al equilibrio general de líquidos, la suspensión de agentes nefrotóxicos, el manejo de la causa subyacente de la LRA y la corrección alteraciones metabólicas (8).

La fluidoterapia intravenosa es el tratamiento más comúnmente usado en pacientes críticos con varios objetivos: reposición hídrica en los estados de hipovolemia o cambios distributivos, terapia de mantenimiento, reanimación para restablecer la circulación a órganos vitales. Una de las limitaciones clave de la administración de líquidos intravenosos disponibles es su efecto transitorio sobre la hemodinamia, se estima que menos del 5% del líquido infundido puede permanecer en el espacio intravascular después de 1 hora, por lo que la administración de grandes volúmenes de líquidos a menudo resulta en sobrecarga de líquidos significativa y congestión. (9)

La homeostasis de los líquidos con frecuencia se encuentra alterada, especialmente en pacientes con lesión renal aguda (LRA) y el balance de líquidos positivo o negativo es común, hasta un 40% de los pacientes ingresados en la UCI se reportan balances

positivos; un balance positivo de más del 10% del peso corporal se asocia con un mayor riesgo de mortalidad a corto plazo (10).

### **Sobrecarga de volumen en el paciente crítico con lesión renal aguda.**

La sobrecarga de volumen, es definida como un aumento absoluto en el volumen corporal total o un aumento relativo en el porcentaje del volumen extracelular sobre el estado eurolémico del paciente. (11)

Para fines operativos y epidemiológicos, la sobrecarga de líquidos se ha definido como el aumento de >10 % de la acumulación de líquidos durante la estancia hospitalaria, se calcula dividiendo el balance de líquidos acumulados por el peso corporal inicial del paciente, multiplicando por 100. (12).

En la mayoría de los pacientes críticamente enfermos, la sobrecarga de líquidos se produce debido a la administración iatrogénica de líquidos, medicamentos intravenosos y nutrición, junto con una disminución en la eliminación del exceso de líquido debido a la LRA. El estudio DoReMIFA, publicado en 2016 reporta que la velocidad de acumulación de líquido se asoció de forma independiente con la mortalidad en la UCI, esta acumulación de líquidos aumentó significativamente en el período de 3 días antes del diagnóstico de LRA y alcanzó su punto máximo 3 días después (13), estudios más recientes han documentado que la sobrecarga de líquidos se asocia con múltiples eventos adversos, considerándola como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de LRA (14), así mismo un mayor grado de sobrecarga de líquidos predice una peor recuperación de la lesión renal aguda (15), requerimiento prolongado de ventilación mecánica invasiva, más días de estancia en la UCI (16), retraso en la cicatrización de heridas y síndrome compartimental abdominal (17).

**Diagnóstico.** El disponer de un buen marcador de congestión no asegura que este sea confiable al momento de guiar la depleción hídrica, por lo que los parámetros deben ser influidos solo por la descongestión, señalar un punto cercano a la euvolemia para interrumpir la depleción de líquidos, ser dinámico y práctico, la medición directa de presión venosa central (PVC) y presión capilar pulmonar (PCP) son excelentes predictores invasivos de congestión hemodinámica tanto derecha como izquierda, y podrían considerarse como el estándar de oro para el diagnóstico de sobrecarga e incluso en la validación de otros marcadores de congestión. Sin embargo, su medición depende de un procedimiento invasivo con alto riesgo de complicaciones y que no se encuentra disponible en todos los centros hospitalarios.

Como órganos retroperitoneales encapsulados, los riñones pueden ser más susceptibles a los aumentos en las presiones de llenado, por reflujo venoso. La oliguria y el aumento de la creatinina son marcadores tardíos y fácilmente reconocibles de lesión renal que forman parte de las definiciones actuales. Sin embargo, la sobrecarga de volumen manifiesta suele estar precedida por un espectro de señales de advertencia tempranas, desde el punto de vista cardiovascular los signos clínicos clásicos de presiones venosas elevadas pueden reflejarse en incremento de la presión venosa central (PVC), distensión venosa yugular, edema periférico, anormalidades en la auscultación como soplos o estertores y disnea, (18).

La anamnesis cuidadosa y el examen físico del sistema cardiopulmonar son los primeros pasos en el tratamiento de pacientes con sobrecarga. Su objetivo es detectar el aumento de las presiones de llenado cardíaco y sus consecuencias. Sin embargo, puede existir congestión hemodinámica en ausencia de congestión clínica, lo que indica que la

sensibilidad de estos hallazgos sea relativamente baja para detectar la congestión en curso, (19).

### **Presión Venosa Central (PVC)**

La PVC es un indicador de la precarga del ventrículo derecho, refleja el límite del retorno venoso e informa sobre la función ventricular derecha. Como tal, las mediciones de PVC pueden ser útiles para guiar el manejo de líquidos. La PVC, es una aproximación directa de la presión auricular derecha, depende del volumen sanguíneo total y de la distensibilidad del compartimento venoso central, está influenciado por una gran cantidad de factores, incluido el gasto cardíaco, la ortostasis (cambiar de una posición de pie a una posición supina), la dilatación arterial y la precarga (que puede aumentar por la contracción de los músculos abdominales o las extremidades, así como por la lesión renal que resulta en retención aguda de líquidos y sobrecarga). La PVC se puede medir utilizando un catéter venoso central que se avanza a través de la vena yugular interna y se coloca en la desembocadura de la vena cava superior cerca de la aurícula derecha. Una lectura normal de la presión venosa central está entre 8 y 10 mmHg. Este valor se ve alterado por el estado del volumen y/o la distensibilidad venosa. (20).

Así mismo se han estudiado diversos biomarcadores en el contexto de pacientes con falla cardíaca, que pueden clasificarse a grandes rasgos en marcadores de fibrosis y remodelación extracelular (procolágeno, galectina-3, ST2), tensión/ estiramiento mecánico (péptidos natriuréticos, CD146, antígeno carbohidrato 125 [CA125]), perfusión tisular (lactato), que en el entorno de la UCI, su utilidad suele ser limitada debido a la poca disponibilidad, especificidad variable y la presencia de múltiples factores de confusión, (21).

Considerando las limitaciones de los parámetros de evaluación de la congestión, actualmente se recomienda el uso de monitorización multimodal del tratamiento depletivo, una alternativa más para la estimación del volumen plasmático total es través del uso de ultrasonido en el punto de atención.

**Ultrasonografía en el Punto de Atención (POCUS).** El POCUS es un examen ultrasonográfico a la cabecera del paciente realizado por el clínico para responder preguntas específicas para confirmar un diagnóstico, reducir los diagnósticos diferenciales o guiar un procedimiento. En los últimos años, el POCUS multiorgánico ha evolucionado como complemento del examen físico en especialidades como medicina de emergencia, cuidados intensivos y nefrología (22), este estudio propone un enfoque basado en la evaluación de la bomba, las tuberías y las fugas, donde la bomba representa la ecografía cardíaca enfocada (FoCUS), los tubos representan la evaluación vascular de la congestión venosa mediante mediciones de la vena cava inferior (VCI) y la evaluación Doppler de vasos intrahepáticos y renales, las fugas representan el líquido extravascular tanto pulmonar como abdominal (23).

**Evaluación de la congestión venosa mediante ultrasonido Doppler.** La evaluación Doppler de las venas sistémicas nos permite medir los efectos posteriores de la presión elevada en la aurícula derecha. Esto es importante ya que la perfusión orgánica depende tanto de las presiones de entrada como de salida; El aumento de la presión de salida en la aurícula derecha altera la perfusión y conduce a disfunción orgánica (p. ej., LRA). Recientemente se ha validado un protocolo para cuantificar la congestión venosa sistémica llamado ultrasonido de exceso venoso (VExUS) en pacientes de cirugía cardíaca y está ganando rápidamente aceptación en diversos entornos clínicos, incluido el estado de choque, la insuficiencia cardíaca y las enfermedades críticas.

El protocolo VExUS consiste en la clasificación del exceso venoso por ultrasonido analizando el diámetro de la vena cava inferior (VCI), venas intrahepáticas, vena porta y renal: cuando el diámetro de la VCI es  $>2$  cm, se realiza una evaluación del sistema venoso hepático, portal y renal y se establecen tres grados de congestión según la gravedad de las anomalías encontradas. El Doppler de la vena hepática se considera levemente anormal cuando la onda sistólica (S) es más pequeña que la onda diastólica (D), pero aún por debajo de la línea base; se considera gravemente anormal cuando se invierte la onda S. El Doppler de la vena porta se considera levemente anormal cuando la pulsatilidad es de 30 a 50% y gravemente anormal cuando es  $\geq 50\%$ . El Doppler de la vena renal es levemente anormal cuando es pulsátil con distintos componentes S y D, y severamente anormal cuando es monofásico con patrón solo D, (Ver anexo 4), (24).

### **Terapia de Reemplazo Renal Continua en el manejo de la congestión.**

La incidencia de LRA oscila entre el 30 y el 60% en pacientes críticamente enfermos, de los cuales entre el 10 y el 20% requieren terapia de reemplazo renal (TRR), con una mortalidad asociada cercana al 50% en los casos graves, (5, 25).

Ninguna terapia farmacológica específica es eficaz en pacientes con LRA establecida, y la atención de dichos pacientes se limita al tratamiento de soporte, incluida la TRR. Habitualmente la lesión renal aguda con sobrecarga hídrica que no responde a diuréticos se ha manejado con hemodiálisis (HD) intermitente, las ventajas de la HD intermitente incluyen la rápida eliminación de solutos y volumen intravascular, con la principal desventaja del riesgo de hipotensión sistémica, que ocurre en aproximadamente del 20 al 30% de los tratamientos de hemodiálisis.

La terapia de reemplazo renal continuo (TRRC) incluye un espectro de métodos de diálisis desarrollados en la década de 1980 específicamente para el tratamiento de pacientes críticamente enfermos con lesión renal aguda que no podían someterse a la HD intermitente, debido a la inestabilidad hemodinámica o en quienes la HD intermitente no podía controlar el volumen o trastornos metabólicos.

Los criterios para inicio de TRRC en la práctica clínica incluyen: anomalías electrolíticas (hipercalcemia severa), acidosis metabólica grave, pacientes con inestabilidad hemodinámica, complicaciones urémicas, intoxicación por fármacos o drogas, oliguria o anuria y sobrecarga de líquidos resistente a diuréticos, equilibrio de líquidos alterado (debido a shock cardiogénico, insuficiencia cardíaca o insuficiencia multiorgánica), la TRRC consiste en el soporte renal extracorpóreo en la cual el agua y los solutos pasan a través de una membrana semipermeable y los productos de desecho se eliminan. Los procesos involucrados son la ultrafiltración, la convección y la difusión: La ultrafiltración es el proceso mediante el cual el agua del plasma se fuerza a través de una membrana semipermeable mediante presión hidrostática. La convección ocurre cuando el gradiente de presión transmembrana impulsa el agua del plasma a través de una membrana semipermeable, pero arrastra los solutos con el plasma. En la difusión, la eliminación del soluto a través de la membrana está impulsada por un gradiente en la concentración del soluto entre la sangre en un lado de la membrana y una solución electrolítica (dializante) en el otro lado de la membrana (26).

Existe una variación significativa en la práctica clínica actual en cuanto a la tasa de eliminación de líquidos, los riesgos y beneficios netos de tasas de ultrafiltrado (UF) más lentas o más rápidas sobre los resultados clínicos no están claros debido a las limitaciones de los estudios observacionales, mientras que las tasas de UF más lentas

se toleran desde el punto de vista hemodinámico, exponen a los pacientes a una sobrecarga prolongada de líquidos, edema de órganos y un mayor riesgo de muerte. Mientras que tasas de UF más rápidas se asocian con un logro más temprano de un equilibrio de líquidos negativo y una menor sobrecarga de líquidos, pero también pueden causar arritmias cardíacas, inestabilidad hemodinámica, lesión isquémica de órganos y mortalidad.

Un análisis secundario de ensayo RENAL en 2019, se enfocó en la asociación de la tasa neta de UF con la mortalidad entre adultos críticamente enfermos con lesión renal aguda que reciben TRRC, encontrando que los pacientes que recibieron tasas de UF de 1,01 a 1,75 ml/kg/hora tuvieron las tasas más bajas de mortalidad y dependencia de TRRC en comparación con pacientes que recibieron tasas más lentas de menos de 1,01 ml/kg/hora o tasas más rápidas de más de 1,75 ml/kg/hora, además, tasas de UF superiores a 1,75 ml/kg/hora se asociaron con un mayor riesgo de arritmias cardíacas que requirieron tratamiento (27).

## Antecedentes específicos

---

Actualmente existen pocos estudios enfocados en la monitorización no invasiva y su potencial para guiar la eliminación de líquidos mediante la terapia de reemplazo renal continua (TRRC).

Recientemente, se ha propuesto que la ecografía en el punto de atención (POCUS) sea un complemento útil para evaluar el estado del volumen y guiar la eliminación del volumen mediante TRRC, tanto para detectar pacientes con probabilidad de tolerar la UF, como para pacientes con un grado severo de congestión que necesiten una eliminación urgente de líquidos, el POCUS se puede utilizar de cuatro maneras para evaluar el estado del volumen, incluida la ecografía pulmonar (LUS), la ecografía de la vena cava inferior (VCI), el Doppler venoso integrando el protocolo VExUS y la estimación ecocardiográfica del volumen sistólico.

En este sentido una de las primeras evaluaciones ultrasonográficas fue el ultrasonido pulmonar (LUS), el ensayo LUST realizado en 2016 comparó una política de prescripción de UF guiada por ultrasonido pulmonar versus una política estándar en la atención de pacientes de alto riesgo en hemodiálisis, en este ensayo se realizaron 1.106 estudios de ecografía pulmonar pre y postdiálisis (79 pacientes) simultáneos con auscultación pulmonar estandarizada (crepitantes en las bases pulmonares) y cuantificación del edema periférico. La congestión pulmonar por crepitantes, edema o una combinación de los mismos reflejó mal la gravedad de la congestión detectada por las líneas B de ultrasonido en varios análisis. En general, la auscultación tuvo un poder discriminatorio muy bajo para el diagnóstico de enfermedad pulmonar congestiva leve (AUC=0,61),

moderada (AUC=0,65) y grave (AUC=0,68), y lo mismo ocurrió con el edema periférico (AUC=0,56 o inferior) y la combinación de los dos signos físicos, (28).

El uso del índice de colapsabilidad (IC) de la VCI para guiar la eliminación de líquidos se ha estudiado tanto en pacientes con ERC como en LRA, en 2006 se publica un estudio que buscó determinar la viabilidad de utilizar ultrasonido para evaluar las dimensiones de la VCI utilizando ultrasonidos portátiles en el entorno clínico ambulatorio. Se evaluó a 89 pacientes en dos consultas externas antes y después de la Hemodiálisis (HD). La VCI intradiálisis se registró durante los episodios de hipotensión, dolor torácico o calambres. A pesar de que el 89% de los pacientes presentaban un peso seco en o por encima del ideal, el 39% de estos pacientes presentaban hipovolemia mediante ultrasonografía. Del 75% de los pacientes que abandonaron la HD con el peso ideal o por debajo de él, el 10% persistió hipervolémico según los estándares de ultrasonido portátil. Los pacientes hipovolémicos tuvieron más episodios de dolor en el pecho y calambres (33 vs 14%,  $p=0,06$ ) y más episodios de hipotensión (22 vs 3%,  $p=0,02$ ). Los pacientes con mayor prevalencia de hipovolemia pre-diálisis tuvo significativamente más eventos adversos intradiálisis (58 vs 27%;  $p=0,01$ ). Concluyendo que la medición ultrasonográfica de la VCI es una opción factible para la evaluación rápida del estado del volumen intravascular en un entorno de HD ambulatoria. Existe una mala relación entre los objetivos de peso seco y la colapsabilidad de la VCI, (29).

En 2010 se publica un estudio piloto en el que se investiga si la determinación ecográfica del diámetro de la VCI y su IC podría usarse para optimizar la tasa de UF y al mismo tiempo evitar la hipotensión durante la ultrafiltración continua lenta, se incluyeron 24 pacientes (13 hombres y 11 mujeres, edad media 72 +/- 5 años) con insuficiencia cardiaca

congestiva, clases funcionales III-IV de la New York Heart Association (NYHA) y resistencia a los diuréticos, el diámetro de la VCI y su índice de colapsabilidad (IC-VCI) fue evaluada mediante ecocardiografía subcostal en modo M durante la respiración espontánea, se evaluó antes de iniciar el ultrafiltrado, a las 12 h y justo después del cese del procedimiento, con tiempo medio de UF de 20,3 +/- 4,6 h con un volumen medio de 287,6 +/- 96,2 ml h y una extracción total de 5780,8 +/- 1994,6 ml, no se encontraron diferencias significativas en la presión arterial media, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y diámetro de la VCI antes y después del UF. El índice de colapsabilidad (IC-VCI) aumentó significativamente después de la UF ( $P < 0.001$ ). Se observó hipotensión en aquellos pacientes que alcanzaron un IC-VCI  $> 30\%$ , (30).

Recientemente un estudio publicado en 2022 en el cual se explora el valor de la aplicación de la monitorización dinámica por ultrasonido a pie de cama de la VCI y el IC-VCI para guiar el ajuste de la UF en la TRRC en pacientes con LRA combinada con ICC, se estudiaron 90 pacientes, se realizaron mediciones por ultrasonido seriadas cada 4 h y se ajustó el volumen de UF objetivo de 1000 ml en 4 h para pacientes en un estado de alto volumen y 500 ml para pacientes en un estado de volumen sanguíneo equilibrado, se encontró que el tiempo hasta la mejora de los síntomas de ICC, el tiempo de TRRC y la duración de la estancia en la UCI en el grupo de pacientes guiado por ultrasonido fueron menores que en el grupo de control ( $p < 0.05$ ) así mismo los pacientes en el grupo de ultrasonido tuvieron menos días de ventilación mecánica, menos días de uso de vasopresores y menor incidencia de eventos adversos, estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), (31).

En febrero de 2022 el departamento de Nefrología del Medical College of Wisconsin, Milwaukee en Estados Unidos, publica el reporte de un caso clínico de un paciente con antecedente de ERC estadio 3 así como ICC con FEVI reducida 20%, es ingresado a la UCI con diagnóstico de exacerbación aguda de la falla cardíaca con criterios clínicos de congestión, recibe manejo con diuréticos durante 5 días sin respuesta por lo que se inicia manejo con TRRC realizando evaluación ultrasonográfica mediante protocolo VExUS con patrón de congestión severa ajustando el UF, al término de 4 días se logra extracción hídrica de 10 L aproximadamente presentando mejoría del patrón Doppler, con un VExUS 0 (sin congestión) al final de la terapia, (32).

Otro estudio publicado por Guinot y colaboradores en 2022 en el que se incluyeron pacientes adultos con LRA y congestión a quienes el médico decidió iniciar tratamiento con diuréticos de asa. Se realizaron mediciones hemodinámicas y ecográficas (incluido el índice de pulsatilidad portal (IPP), el índice de impedancia venosa renal y la puntuación VEXUS) en el momento de la inclusión y 2 horas después del inicio de los diuréticos. Se incluyeron 81 pacientes, 43 (53%) presentaron una puntuación de congestión clínicamente significativa en el momento de la inclusión. 34 pacientes (42%) tuvieron una respuesta adecuada a la depleción de líquidos inducida por diuréticos. El índice de pulsatilidad portal inicial fue el mejor predictor de la respuesta adecuada a la depleción de líquidos inducida por diuréticos (AUC = 0,80,  $p = 0.001$ ), seguido del índice de impedancia venosa renal (AUC = 0,72,  $p = 0.001$ ). La puntuación VEXUS inicial (AUC de 0,66;  $p = 0.012$ ) predijo mal la respuesta adecuada a la depleción de líquidos inducida por diuréticos, (33).

Una tesis publicada en 2022 por el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, titulada: “Evaluación de la congestión venosa en pacientes con hemodiafiltración crónica”, se trató de un estudio prospectivo unicéntrico en el que realizaron mediciones mediante ultrasonido durante 32 sesiones de hemodiafiltración en 20 pacientes, las mediciones ultrasonográficas se realizaron en 3 ocasiones y fueron promediadas así mismo se realizaron mediciones de PVC en 6 momentos, previo a la sesión y cada hora durante la sesión, inmediatamente al finalizar y 1 hora posterior a la hemodiafiltración. El volumen de UF promedio fue de 2501 +/- 666 ml, y correlacionó en sus distintos puntos de medición con el diámetro de la VCI ( $p < 0.001$ ), el IPP ( $p < 0.001$ ) y modificación del patrón de pulsatilidad de la vena supra hepática ( $p = 0.035$ ). La normalización de las mediciones ultrasonográficas se observó en la primera hora de UF en la mayoría de los pacientes, la PVC y PVP se relacionó con el UF y el patrón ecográfico VEXUS ( $p = 0.01$ ) también se realizaron mediciones mediante Bioimpedancia eléctrica las cuales no se correlacionaron con ninguna de las mediciones ultrasonográficas, (34).

Recientemente en 2023, se publica el estudio AKIVEX en el que se utiliza la puntuación VExUS en el tratamiento de pacientes con lesión renal aguda en la unidad de cuidados intensivos, se incluyeron 90 pacientes con diagnóstico de LRA. Los pacientes con una puntuación VExUS  $> 1$  ( $n = 36$ ) en el momento de la inscripción tuvieron un mayor uso de diuréticos en las siguientes 48 horas (75%,  $n = 27$ ) que los pacientes con una puntuación VExUS  $\leq 1$  ( $n = 54$ ) en el momento de la inscripción (38.9%,  $n = 21$ ),  $p = 0,001$ . Los pacientes que redujeron la puntuación VExUS tuvieron una cantidad significativamente mayor de días sin TRR el día 28 en comparación con aquellos que no la redujeron ( $p = 0.012$ ), (35).

Este mismo año se publica en la universidad autónoma de Aguascalientes una tesis titulada: "Protocolo VExUS como método de evaluación de sobrecarga de volumen en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis", en la cual se realizan mediciones ultrasonográficas para integrar protocolo VExUS pre y posterior a las sesiones de HD en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) y de manera simultánea se evaluó la sobrecarga de volumen mediante bioimpedancia y PVC, se analizaron resultados de 39 pacientes, observando que por VExUS el 81.17% de los pacientes fue detectado con sobrecarga de volumen de grado leve a grave previo a la sesión de HD, posteriormente a la sesión de HD se encontró sobrecarga residual por VExUS en el 46.15% de pacientes, encontrando una buena relación en la evaluación de la sobrecarga de volumen previo a las sesiones de HD entre la bioimpedancia y el protocolo VExUS (alfa Cronbach 0.84) sin embargo esta correlación se pierde una vez que se ha realizado la sesión de hemodiálisis debido a que la HD solo permite eliminar la sobrecarga de volumen intravascular sin modificarse de manera significativa la fuga de volumen a tercer espacio debido a que se llega a superar la tasa de recambio vascular (alfa Cronbach 0.69), (36).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

La Lesión renal aguda es un problema de salud pública que se presenta muy frecuentemente en la unidad de cuidados intensivos, se estima una incidencia de 2-3 casos por cada 1,000 habitantes en Estados Unidos, sin embargo, es probable que esta aproximación sea una estimación insuficiente debido a la naturaleza silenciosa de la LRA, la incidencia podría llegar a 15 de cada 1.000 adultos, se calcula que afecta al 30-60% de los pacientes críticamente enfermos de los cuales entre el 10 y el 20% requieren terapia de reemplazo renal (TRR), con una mortalidad asociada cercana al 50% en los casos graves.

Actualmente existen pocos estudios enfocados en la monitorización no invasiva y su potencial para guiar la eliminación de líquidos mediante la terapia de reemplazo renal continua (TRRC), como ya se ha descrito previamente un número grande y creciente de estudios observacionales ha establecido que el equilibrio positivo de líquidos y la sobrecarga en pacientes con LRA, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), sepsis y las enfermedades críticas generales se asocian con malos resultados, incluida la disfunción renal progresiva, menores probabilidades de recuperación renal, ventilación mecánica prolongada y mayor mortalidad.

El uso de TRRC para lograr una adecuada eliminación de líquidos en pacientes con sobrecarga hídrica puede beneficiar a los pacientes a limitar la gravedad o la duración de la sobrecarga de líquidos, pero los beneficios potenciales del tratamiento de la sobrecarga de volumen deben sopesarse con los riesgos potenciales de una eliminación excesiva de líquidos que potencialmente puede conducir a complicaciones importantes como hipotensión intradiálisis, hipoperfusión a órganos terminales, por ejemplo,

aturdimiento miocárdico, un fenómeno bien descrito en pacientes con enfermedad renal crónica en fase terminal, sometidos a hemodiálisis intermitente y asociado con tasas más altas de ultrafiltrado, hipoperfusión miocárdica y mayor mortalidad, se ha demostrado recientemente en pacientes con LRA sometidos a TRRC, que la capacidad de lograr un equilibrio de líquidos negativo se asocia con una mayor supervivencia y el hecho de no lograr el objetivo de equilibrio de líquidos prescrito se asocia con mayor mortalidad, la relación entre la tasa de eliminación de líquidos con TRRC y los resultados es compleja, lo que sugiere que algunos pacientes pueden beneficiarse de la eliminación continua de volumen mediante ultrafiltración a pesar de la hipotensión, esto subraya la necesidad de desarrollar medidas individualizadas precisas para determinar el estado de volumen en el paciente críticamente enfermo. Sin embargo, las mediciones tradicionales como el examen físico o medidas estáticas como la PVC, tienden a valorar la respuesta a los líquidos intravenosos de forma deficiente en pacientes críticos, lo que contribuye a una variación sustancial en la práctica clínica mundial en el manejo de líquidos y el enfoque óptimo de la tasa de ultrafiltrado en pacientes con TRRC.

Recientemente, se ha propuesto que la ecografía en el punto de atención (POCUS) sea un complemento útil para evaluar el estado del volumen y guiar la eliminación del exceso líquidos mediante TRRC, tanto para detectar pacientes con probabilidad de tolerar la ultrafiltración, como para pacientes con un grado severo de congestión que necesiten una eliminación urgente de líquidos, lo que puede llevar a complicaciones asociadas a una inadecuada prescripción de la terapia de reemplazo renal, esto representa mayor riesgo de complicaciones y muerte, en consecuencia, el manejo pudiera ser subóptimo, permitiendo la evolución hasta fases irreversibles, elevando la mortalidad y generando

mayores costos económicos y sociales, es por ello que la presente investigación se enfocó en determinar existe relación entre el protocolo VEXUS, la PVC y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la UCI.

## JUSTIFICACIÓN

---

La lesión renal aguda es una patología frecuente en la unidad de cuidados intensivos con una alta mortalidad que se asocia a una elevada incidencia, así como a múltiples complicaciones, entre las cuales se encuentra la incapacidad de eliminar de forma adecuada los líquidos administrados, lo que conlleva a una acumulación excesiva y progresiva de volumen denominada sobrecarga hídrica que se traduce en congestión. Los parámetros clínicos son variables subjetivas frecuentemente valorados de forma incorrecta y aunque en la actualidad se tienen diferentes herramientas para un mejor abordaje, es común en nuestro medio contar con recursos tecnológicos o estudios avanzados limitados, por lo que resulta útil disponer de parámetros hemodinámicos confiables, exactos y de fácil acceso para la correcta evaluación, identificación temprana, abordaje inicial y la implementación de las medidas terapéuticas para aquellos pacientes con mayor riesgo de complicaciones y muerte.

Para evaluar el estado de sobrecarga en el paciente crítico, disponemos de múltiples instrumentos sin que alguno haya demostrado superioridad en la disminución del riesgo de mortalidad, en los últimos años se ha publicado literatura sobre el valor de los protocolos ultrasonográficos en la evaluación multiorgánica del paciente en estado crítico como una de las herramientas más importantes para determinar la gravedad de una enfermedad en el entorno de cuidados agudos. El protocolo VExUS es un parámetro útil,

accesible, que se obtiene de forma rápida en tan solo minutos a la cabecera del paciente, sin embargo, hay pocos estudios que enfoquen su uso en la monitorización de la fase de des reanimación aplicada en la terapia de reemplazo renal continua, teniendo potencial uso en la adecuada prescripción de esta terapia, y la prevención de complicaciones asociadas como hipotensión intradiálisis, infradiálisis, arritmias cardíacas, falla orgánica múltiple y muerte, por tal motivo es importante estudiar la relación entre la evaluación ultrasonográfica mediante protocolo VExUS y su potencial uso en el paciente sometido a terapia de reemplazo renal continua, lo que representa una oportunidad para medir de manera objetiva la gravedad del paciente en la unidad de cuidados intensivos, eliminando factores subjetivos y determinando si efectivamente se relaciona con el grado de congestión y funciona como guía en el ajuste de la terapia de soporte renal, este estudio nos brindará la oportunidad de aplicar un parámetro fiable en la clasificación, manejo y mejorar el pronóstico del paciente con intervenciones oportunas y adecuadas.

Por tal motivo es un estudio importante para el enfermo, la institución y personal médico mediante el reforzamiento de sus habilidades clínicas, e importante para la ciencia médica.

## OBJETIVOS

---

### Objetivo general

---

Determinar la relación entre el protocolo VEXUS, la PVC y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la UCI.

### Objetivos específicos

---

1. Conocer las características sociodemográficas de los pacientes con lesión renal aguda y requerimiento de TRRC (edad, sexo).
2. Identificar el diagnóstico de ingreso y las comorbilidades del paciente en la UCI.
3. Documentar el grado de congestión venosa utilizando el protocolo ultrasonográfico VExUS.
4. Documentar el estado de congestión utilizando la presión venosa central.
5. Medir el volumen de ultrafiltrado a las 8, 16, 24 y 48 h de inicio de la TRRC.
6. Determinar la relación entre el protocolo VExUS y el volumen de ultrafiltrado al final de la TRRC.
7. Reportar la presencia de complicaciones asociadas a la TRRC.
8. Determinar el porcentaje de mortalidad hospitalaria de los pacientes con LRA y requerimiento de TRRC en pacientes ingresados a la UCI del hospital de especialidades UMAE Manuel Ávila Camacho.

## **HIPOTESIS**

---

### **Hipótesis nula**

No existe relación entre el protocolo VEXUS, la PVC y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la UCI

### **Hipótesis alterna**

Existe relación entre el protocolo VEXUS, la PVC y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la UCI.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

---

### **Tipo de estudio**

---

Observacional, descriptivo, relacional, prospectivo, transversal, unicéntrico.

### **Ubicación espacio-tiempo**

---

Este estudio se llevó a cabo en el servicio de Terapia Intensiva, del Hospital de Especialidades UMAE Manuel Ávila Camacho, del Instituto Mexicano del Seguro Social. Puebla, en el periodo comprendido entre marzo a diciembre de 2023.

### **Pacientes**

---

#### **Criterios de inclusión**

- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Pacientes de ambos sexos.

- Pacientes con diagnóstico de lesión renal aguda de cualquier etiología con criterios clínicos de congestión sin respuesta a diuréticos.
- Pacientes con diagnóstico de lesión renal aguda KDIGO 3 con criterios de requerimiento de terapia de reemplazo renal continua.

#### **Criterios de exclusión**

- Pacientes con antecedente de insuficiencia o estenosis tricúspidea.
- Pacientes con antecedente de hipertensión pulmonar.

#### **Criterios de eliminación**

- Pacientes con shock inestable a pesar del tratamiento hemodinámico y/o necesidad de aumentar el soporte hemodinámico.
- Pacientes en quienes se determine una ventana ecográfica inadecuada que impida la visualización de la vena cava y el sistema vascular hepático y renal.
- Pacientes con datos incompletos.

#### **Tipo de muestreo**

- No probabilístico intencional.

#### **Tamaño de la muestra**

---

Se tomó a toda la población de pacientes con diagnóstico de lesión renal aguda de cualquier etiología con criterios clínicos de congestión sin respuesta a diuréticos que ingresaron a la UCI durante el periodo de estudio y cumplieron con los criterios de inclusión.

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable y escala de medición	Valor o medida
<b>Edad</b>	Tiempo en años que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Tiempo en años que ha vivido el paciente	Cuantitativa Continua Razón	1.- Años
<b>Sexo</b>	Conjunto de características fenotípicas que diferencian al hombre de la mujer	Condición de femenino o masculino descrita en la hoja de datos clínicos	Cualitativa Nominal	1.- Hombre 2.- Mujer
<b>Diagnóstico de ingreso</b>	Enfermedad diagnosticada, motivo de ingreso a la UCI	Padecimiento que causó el ingreso a la UCI	Cualitativa Nominal	Choque cardiogénico Choque séptico Choque hipovolémico Infarto agudo de miocardio SDRA Otros.
<b>Comorbilidades</b>	Se define como la presencia de una o más enfermedades crónicas además de la enfermedad o trastorno primario.	Enfermedades crónicas además de la enfermedad o trastorno primario.	Cualitativa Nominal	Diabetes tipo 2 Hipertensión arterial Cardiopatía isquémica crónica Nefropatía crónica Cáncer Insuficiencia cardiaca Hipotiroidismo Otras
<b>Grado de congestión venosa mediante protocolo VEXUS</b>	Clasificación del exceso venoso por ultrasonido analizando el diámetro de la vena cava inferior (VCI), venas intrahepáticas, vena porta y renal.	Clasificación del exceso venoso por ultrasonido analizando el diámetro de la vena cava inferior (VCI), venas intrahepáticas, vena porta y renal el cual establece 4 grados de severidad: sin congestión, leve, moderada, severa.	Cualitativa Ordinal	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3

<b>Presión Venosa Central</b>	Presión sanguínea en la vena cava superior a nivel de su desembocadura en la aurícula derecha del corazón, que expresa la presión de la aurícula derecha	Presión sanguínea en la vena cava superior obtenida mediante un transductor conectado al catéter venoso central y expresada en mmHg	Cuantitativa continua	Milímetros de mercurio (mmHg)
<b>Volumen de Ultrafiltrado</b>	Líquido extraído de la sangre a través de la membrana de diálisis	Líquido extraído de la sangre a través de la membrana de diálisis durante la hemodiafiltración en mililitros o litros	Cuantitativa continua	Mililitros o litros
<b>Complicaciones asociadas a la TRRC</b>	Eventos adversos asociados al proceso de hemodiafiltración	Eventos adversos que se presenten durante la sesión de hemodiafiltración: Hipotensión, mayor requerimiento de vasopresor, arritmias, hipoperfusión.	Cualitativa Nominal	Tipo de evento adverso: Hipotensión Aumento de dosis de vasopresor Arritmias Hipoperfusión Otros
<b>Mortalidad Hospitalaria</b>	Número de defunciones por lugar, intervalo de tiempo y causa.	Muerte del paciente durante la estancia hospitalaria	Cualitativa Nominal	1.- Si 2.- No

## Instrumentos de recolección de datos

---

1. El estudio se sometió a la aprobación de los comités locales de ética e investigación para obtener un número de registro.
2. Se incluyeron a los pacientes del Hospital de Especialidades UMAE Manuel Ávila Camacho, con diagnóstico de lesión renal aguda, criterios clínicos de congestión y requerimiento de TRRC que ingresaron al servicio de Terapia Intensiva durante el periodo comprendido entre marzo y diciembre de 2023.
3. Para la presente investigación se usó una ficha de recolección de datos, la cual fue llenada con la información obtenida de la historia clínica, hojas de enfermería de los pacientes con diagnóstico de LRA, estudios paraclínicos y hallazgos ultrasonográficos realizados durante la estancia del paciente en la UCI.
4. Se realizó una evaluación ultrasonográfica previo al inicio de la TRRC para determinar si el paciente contaba con una adecuada ventana que permitiera la visualización de la VCI y el sistema venoso hepático-renal para las mediciones del protocolo VExUS.
5. Se estadificó el grado de congestión utilizando el protocolo VExUS, el cual consiste en la Clasificación del exceso venoso por ultrasonido analizando el diámetro de la vena cava inferior (IVC), venas intrahepáticas, vena porta y renal, mediante análisis de las ondas Doppler por ultrasonografía, el cual establece 4 grados de severidad:  
**Grado 0:** Sin congestión, VCI < de 2 cm, VH, VP, VR patrón Doppler normal.  
**Grado 1, Leve:** VCI > de 2 cm, VH, VP, VR con cualquier combinación de patrones normales o levemente anormales.  
**Grado 2, Moderada:** VCI > de 2 cm, VH, VP, VR con al menos un patrón gravemente anormal.  
**Grado 3, Severa:** VCI > de 2 cm, VH, VP, VR con  $\geq 2$  patrones gravemente anormales.
6. Se realizaron mediciones mediante protocolo VExUS durante la TRRC a las 8, 16, 24 y 48 horas.
7. Se midió la presión venosa central a través de catéter venoso central conectado a la línea de un transductor y este a su vez al monitor de presiones y se realizaron mediciones al inicio de la TRRC.
8. En los puntos de tiempo en los que se registraron las diversas mediciones ultrasonográficas también se registró el volumen ultrafiltrado durante la TRRC.

9. Se obtuvo la mortalidad durante la estancia hospitalaria y a 30 días de los pacientes que ingresaron al área de terapia intensiva, con diagnóstico de lesión renal aguda de cualquier etiología con requerimiento de TRRC durante el periodo del estudio.
10. Se realizó una base de datos en SPSS v25.
11. Se realizó el análisis descriptivo de los datos.
12. Se elaboró un escrito final con los resultados presentando la información en tablas y gráficos.

### **Análisis estadístico**

---

Se llevó a cabo el análisis univariado de las variables de investigación; con medidas de tendencia central y dispersión para las variables numéricas y medición de frecuencias (proporciones) para las variables categóricas mediante el programa SPSS V25.

Se usaron pruebas de estadística inferencial para el análisis bivariado, para relacionar PVC con el protocolo VExUS, así como el volumen de ultrafiltrado, se utilizó la prueba estadística de Coeficiente de correlación de Spearman.

## Aspectos éticos

---

La bioética es el estudio sistemático de la conducta humana en el ámbito de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, examinada a la luz de los valores y de los principios morales. Este estudio está diseñado de acuerdo a los lineamientos internacionales en investigación médica en seres humanos. El presente trabajo de investigación por su tipo y diseño no presenta problemas éticos, ya que no se realizó ningún procedimiento invasivo ni tampoco se administró medicamento alguno.

En relación a la confidencialidad de los datos obtenidos se mantuvieron en total anonimato siendo codificados y de uso exclusivo para el presente estudio.

El presente estudio está sujeto a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a la investigación son particularmente vulnerables y necesitan protección especial. Estas incluyen a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos y a los que pueden ser vulnerables a coerción o influencia indebida. Este protocolo está diseñado de acuerdo a los lineamientos anotados en los siguientes códigos:

De acuerdo al manual de operación y funcionamiento del fondo de investigación en salud I.M.S.S establece en el punto 5.31 protocolo en investigación en salud establece un conjunto de actitudes, principios y valores que emana de los ideales morales inherentes a la profesión médica, y de la observancia y respeto a los derechos humanos de las personas sanas y enfermas que requieren de atención médica.

El presente estudio observa los principios enunciados en la declaración de Helsinki modificada por la 64<sup>a</sup> Asamblea General de Fortaleza, Brasil en octubre del 2013 la cual

hace referencia a los principios de autonomía, justicia, y beneficencia, mismos que son preservados en este estudio. La declaración de Helsinki es una propuesta de principios éticos que sirven para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos y establece que el deber del médico es promover y velar por la salud de las personas, y los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber,

Así mismo, se apega a las normas éticas propuestas en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su Título primero (Disposiciones Generales) artículo 3º, apartado II, Al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social, Título Segundo (de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos), Capítulo I, artículo 13º (En 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); considerando también el artículo 16 donde dice que en las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

Considerándose a esta investigación de **riesgo mínimo** (Investigación con riesgo mínimo: Se considera a los estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos

no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, entre otros).

Finalmente, en esta investigación todos los individuos fueron tratados como personas autónomas, se les detallaron las características del estudio informándoles que ha sido registrado y aprobado ante el comité de ética e investigación, y que su decisión de participar es libre y voluntaria, señalando que podían retirarse del estudio en el momento que lo desearan, pudiendo informar o no las razones de su decisión, la cual sería respetada en su integridad, en caso de aceptar participar se tomaron datos del expediente, manejándolos con estricta confidencialidad, exponiéndoles que su participación permitirá la obtención de nuevo conocimiento en beneficio de los pacientes con lesión renal aguda con complicación de oligoanuria sin respuesta a tratamiento médico condicionando sobrecarga hídrica y congestión, que requieran de terapia de reemplazo renal continua y que en el transcurso del estudio podían solicitar información actualizada sobre el mismo.

## RESULTADOS

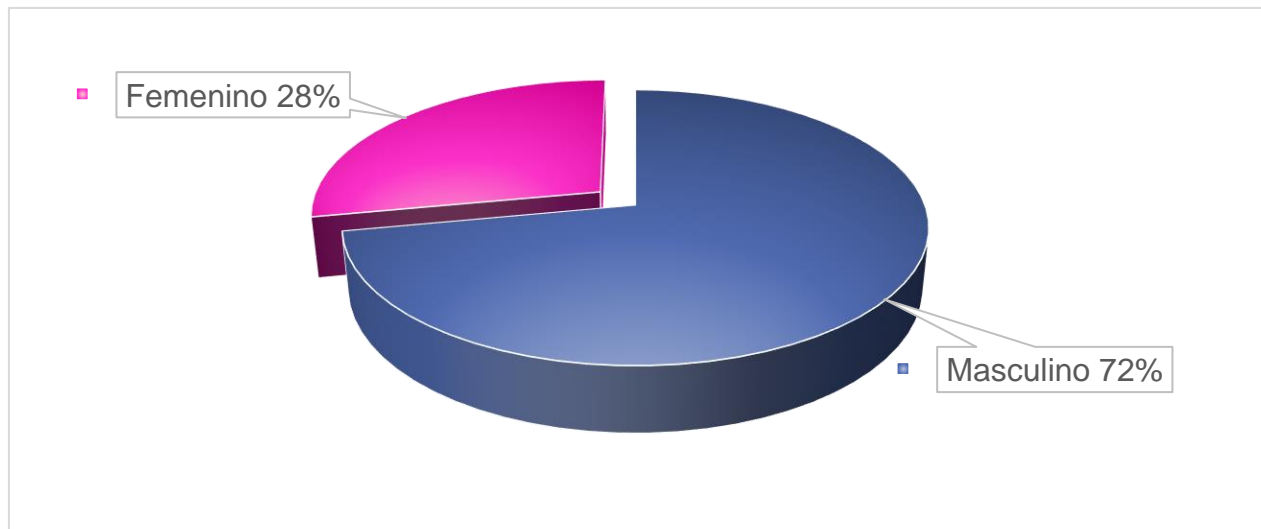
---

En el presente estudio se incluyeron 50 pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos del Hospital De Especialidades UMAE Puebla y que durante su estancia desarrollaron lesión renal aguda sin respuesta a diuréticos, con cuadro clínico de congestión que requirieron manejo mediante terapia de reemplazo renal continua TRRC, que cumplieron los criterios de inclusión.

El primer objetivo específico de este estudio fue conocer las características sociodemográficas de los pacientes con lesión renal aguda y requerimiento de TRRC, así como identificar el diagnóstico de ingreso del paciente a la UCI y las comorbilidades presentes en los pacientes incluidos en el presente estudio.

En cuanto al sexo de los pacientes se encontró predominio del masculino con 72% (n=36), mientras que el género femenino represento el 28% (n=14).

Gráfico 1: Distribución por sexo.



Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

En cuanto a la edad se encontró un mínimo de 29 y máximo de 88 años, con un promedio de 58.1 años, la moda de edad se encontró en 65 años, lo que nos indica que es la edad en la que se presentó con más frecuencia la lesión renal aguda con requerimiento de TRRC.

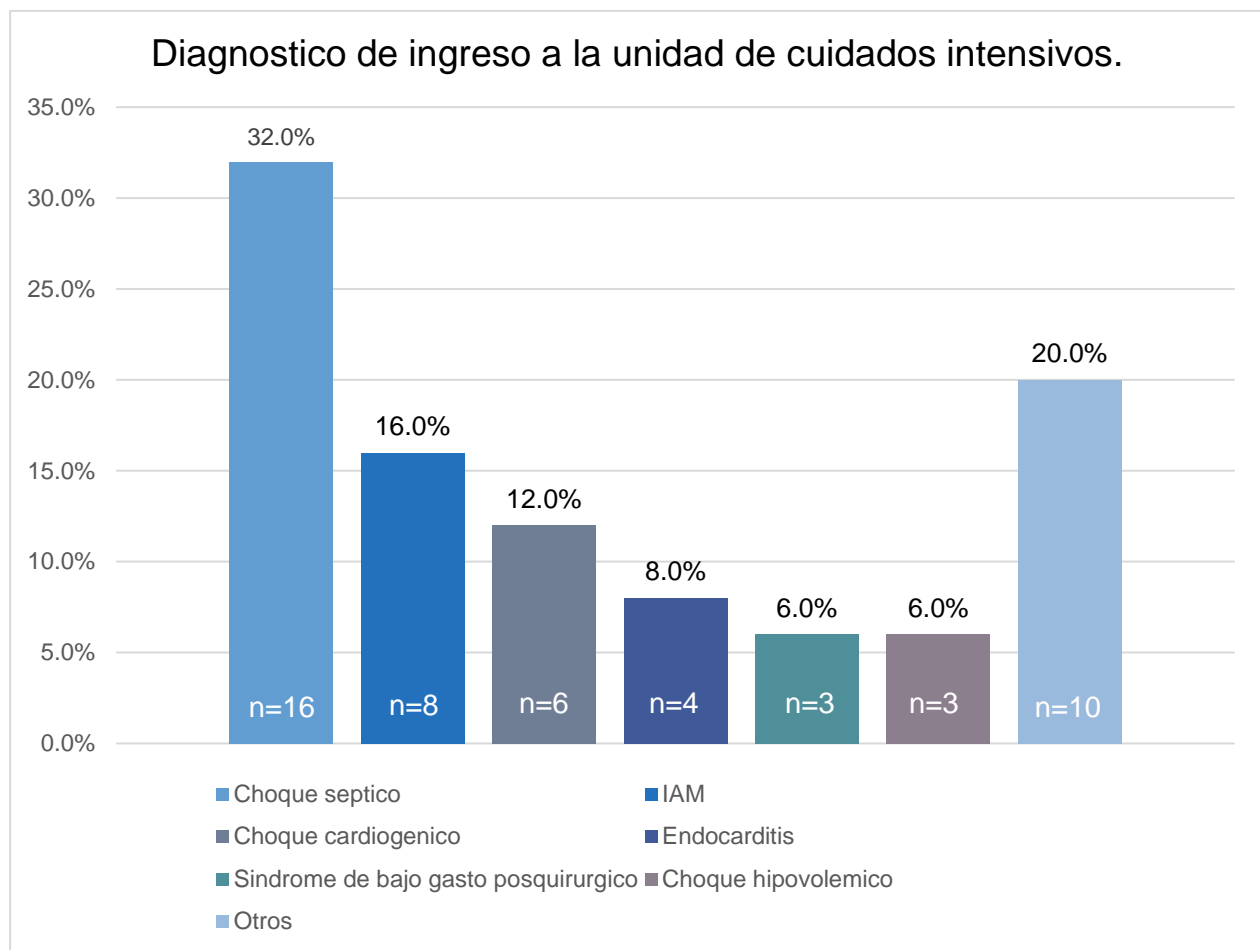
Tabla 1. Distribución por edad de los pacientes con LRA y requerimiento de TRRC en el Hospital De Especialidades UMAE Puebla.

<b>Distribución por edad de los pacientes con LRA</b>	
<b>Medida</b>	<b>Años</b>
<b>Mínimo</b>	29
<b>Máximo</b>	88
<b>Media</b>	58.1
<b>Mediana</b>	61.5
<b>Moda</b>	65
<b>Desviación Estándar</b>	16.2

Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

A continuación, se muestra el diagnóstico de ingreso a la unidad de cuidados intensivos, en donde observamos un mayor porcentaje de pacientes con diagnóstico de choque séptico con 16 pacientes que representan el 32%.

Gráfico 2: Porcentaje de pacientes de acuerdo al diagnóstico de ingreso a la unidad de cuidados intensivos.



Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

A continuación, se muestra el total de casos según el diagnóstico de ingreso a la unidad de cuidados intensivos.

Tabla 2: Distribución de los diagnósticos motivo de ingreso a la unidad de cuidados intensivos.

<b>Diagnósticos de ingreso a la unidad de cuidados intensivos</b>	
<b>Patologías</b>	<b>n (%)</b>
<b>Choque Séptico</b>	16 (32)
<b>Infarto Agudo de Miocardio</b>	8 (16)
<b>Choque Cardiogénico</b>	6 (12)
<b>Endocarditis</b>	4 (8)
<b>Síndrome de Bajo Gasto Posquirúrgico</b>	3 (6)
<b>Choque Hipovolémico</b>	3 (6)
<b>Insuficiencia Cardíaca</b>	2 (4)
<b>Colangitis</b>	2 (4)
<b>Síndrome Urémico</b>	2 (4)
<b>Pancreatitis Aguda</b>	1 (2)
<b>Carcinoma de Vías Biliares</b>	1 (2)
<b>Meningitis</b>	1 (2)
<b>Lupus Eritematosos Sistémico</b>	1 (2)

Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Se presentaron comorbilidades en 48 pacientes que representan el 96% del total de la muestra, cabe mencionar que hubo pacientes que presentaron más de una enfermedad crónica agregada. La enfermedad más frecuente fue la diabetes tipo 2 presente en 24 pacientes, seguida de la hipertensión arterial en 23, cardiopatía isquémica crónica en 16 pacientes.

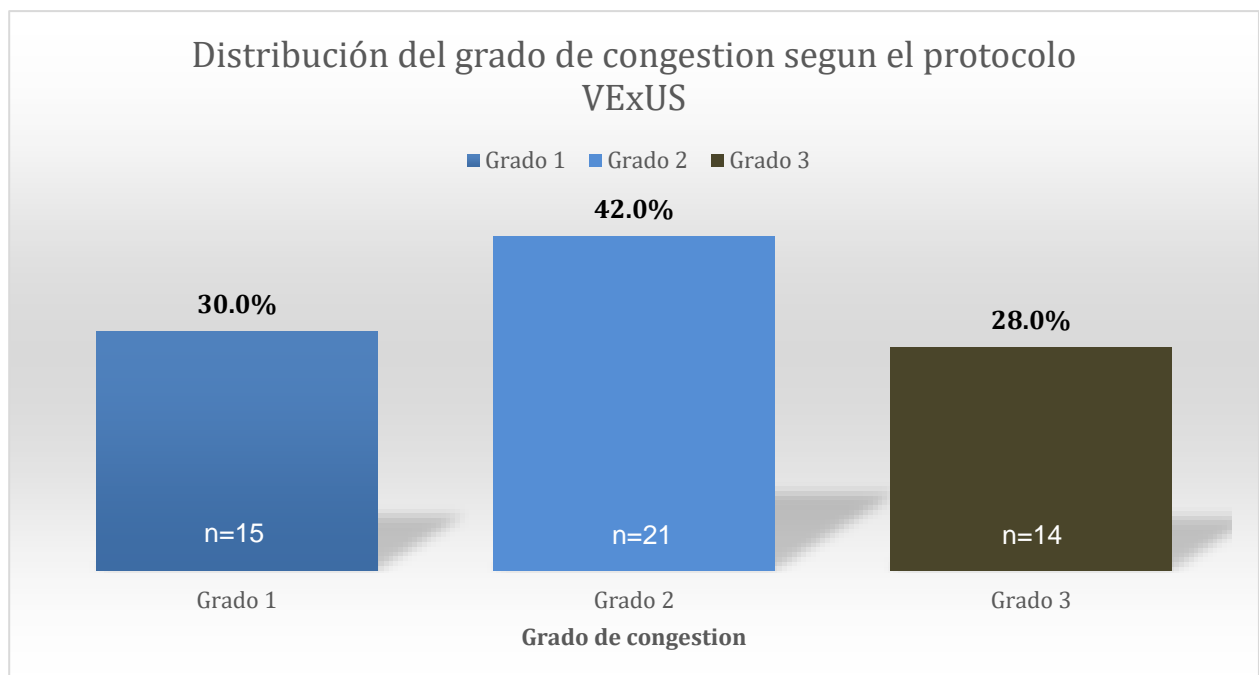
Tabla 3: Distribución de comorbilidades presentes en pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos.

<b>Diagnósticos de ingreso a la unidad de cuidados intensivos</b>	
<b>Patologías</b>	<b>n (%)</b>
<b>Diabetes tipo 2</b>	24 (24.7)
<b>Hipertensión Arterial Sistémica</b>	23 (23.7)
<b>Cardiopatía Isquémica Crónica</b>	16 (16.4)
<b>Nefropatía Crónica</b>	14 (14.4)
<b>Cáncer</b>	9 (9.2)
<b>Insuficiencia Cardíaca Congestiva</b>	7 (7.2)
<b>Hipotiroidismo</b>	2 (2.2)
<b>Lupus Eritematoso Sistémico</b>	1 (1.1)
<b>Accidente Cerebrovascular</b>	1 (1.1)

Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Se realizó la evaluación ultrasonográfica del estado de congestión mediante las mediciones del protocolo VExUS, con las cuales se determinó el grado de congestión, del total de pacientes estudiados la mayor proporción se encontró en un grado 2 con el 42% y el menor porcentaje fue en el grado 3 con el 28%.

Gráfico 3: Porcentaje de pacientes y los grados de congestión de acuerdo al protocolo VExUS al ingreso a la UCI.

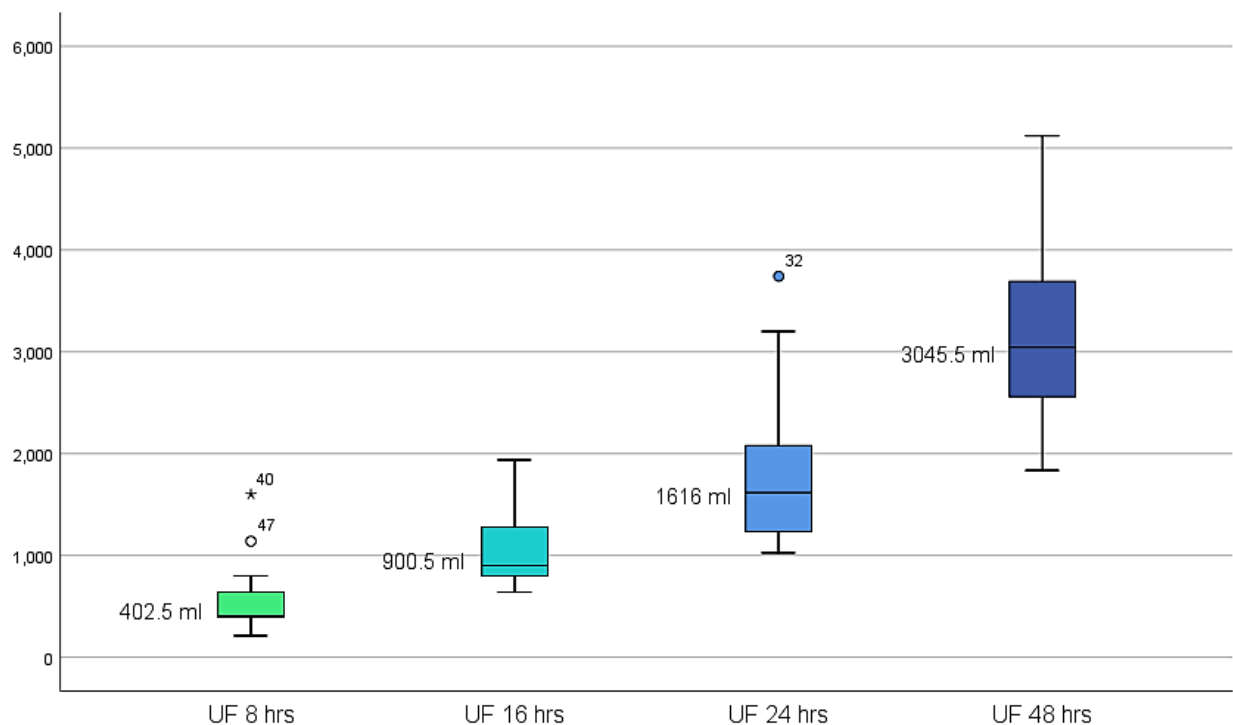


Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Se documentó el estado de congestión mediante la medición de la presión venosa central, se encontró una PVC mínima de 10, máxima de 16, promedio de 12 mmHg.

Se registró el volumen de ultrafiltrado al inicio de la terapia de reemplazo renal continua y posteriormente se cuantificó el volumen de UF a las 8, 16 y 24 h del inicio de la TRRC, posteriormente se cuantificó el volumen total de ultrafiltrado al final de la TRRC a las 48 h, encontrando un volumen mínimo de 1840 ml, máximo de 6711 ml y una mediana de volumen de UF de 3045.5 ml.

Gráfico 4: Mediana del volumen de ultrafiltrado a las 8, 16, 24 y 48 h del inicio de la TRRC.



Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Así mismo se midió el grado de congestión en el mismo momento que se registró el volumen de UF al ingreso, a las 8, 16, 24 y 48 h, encontrando al inicio de la TRRC a todos los pacientes distribuidos entre el grado 1, 2 y 3, al final del estudio el 94% de los pacientes se encontraron en grado 0 (sin congestión).

Tabla 4: Distribución del grado de congestión mediante protocolo VExUS inicial, a las 8, 16, 24 y 48 h.

GRADOS	Inicial	8 horas	16 horas	24 horas	48 horas
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<b>0</b>	0	1 (2)	5 (10)	27 (54)	47 (94)
<b>1</b>	15 (30)	18 (36)	27 (54)	19 (38)	3 (6)
<b>2</b>	21 (42)	24 (48)	15 (30)	4 (8)	0
<b>3</b>	14 (28)	7 (14)	3 (6)	0	0
<b>Total</b>	50 (100)	50 (100)	50 (100)	50 (100)	50 (100)

Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Los objetivos principales de este estudio fueron determinar si existe relación entre el grado de congestión establecido mediante el protocolo ultrasonográfico VExUS y la presión venosa central, para esto se determinó la distribución de las variables utilizando la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, encontrando una distribución anormal, por lo que se determinó mediante coeficiente de correlación de Spearman, encontrando una relación positiva moderada entre las variables, lo que quiere decir que a mayor grado de congestión mediante el protocolo VExUS, mayor presión venosa central, siendo esta relación estadísticamente significativa. ( $p=0.000$ ).

Al correlacionar el protocolo VExUS al final de la TRRC (48 h) con el volumen de UF final (48 h) encontramos que existe una relación negativa débil entre ambas variables, lo que significa que a mayor volumen de UF menor grado de congestión por VExUS, esta relación es estadísticamente significativa ( $p=0.029$ ).

Tabla 5: Relación entre el grado de congestión por protocolo VExUS y PVC, así como el volumen de UF a las 8, 16, 24, 48 h.

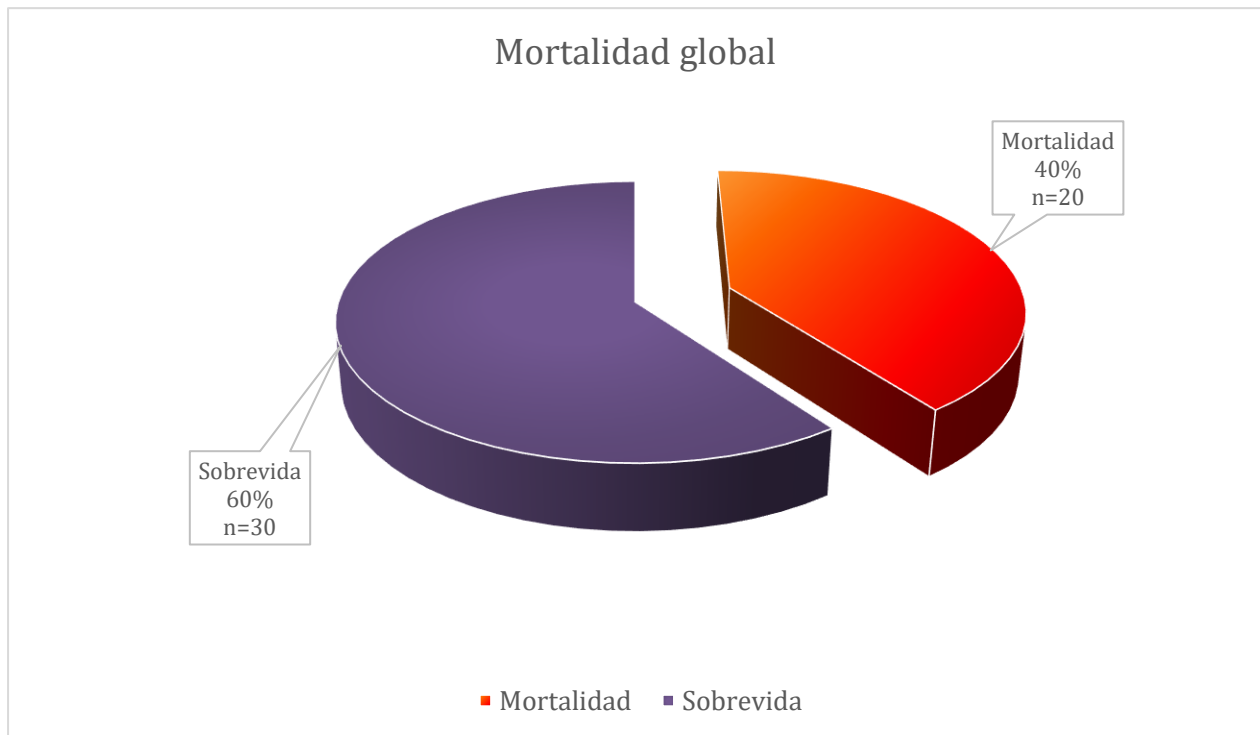
Correlación	Spearman	<i>p</i>	n
VExUS - PVC	.605	.000	50
VExUS – Volumen UF 8 h	.198	.169	50
VExUS – Volumen UF 16 h	-.070	.630	50
VExUS – Volumen UF 24 h	-.102	.481	50
VExUS – Volumen UF 48 h	-.309	.029	50

Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

Se mantuvo una dosis de UF mínima de 0.4 ml/kg/h, máxima de 3.3 ml/kg/h, sin presentar complicaciones atribuidas directamente a la dosis de UF, se realizó prueba de correlación de Pearson entre la dosis de ultrafiltrado y mayor requerimiento de vasopresores con una  $r=-.237$ , lo que nos indica que existe una relación negativa débil entre ambas variables, sin tener significancia estadística ( $p=0.098$ ), así mismo se realizó prueba de correlación de Pearson entre la dosis de UF y la hipoperfusión tisular vigilada mediante incremento del lactato durante el prisma con una  $r=.089$ , lo que nos indica que existe una relación positiva débil entre ambas variables, sin tener significancia estadística ( $p=.537$ ), no se registraron otras complicaciones como arritmias durante la TRRC.

Finalmente, uno de los objetivos particulares de este estudio fue el de conocer la mortalidad hospitalaria a 30 días de los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos que desarrollaron lesión renal aguda como complicación secundaria a la patología de ingreso y que requirieron de TRRC durante su estancia en UCI, los resultados fueron los siguientes: del total de pacientes estudiados fallecieron 20, lo que corresponde al 40% de la muestra estudiada.

Gráfico 5: Porcentaje de mortalidad a 30 días.



Fuente: Estudio Relación entre el protocolo VEXUS, la presión venosa central y el volumen de ultrafiltrado en pacientes con terapia de reemplazo renal continua en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades UMAE Puebla.

## DISCUSIÓN

---

Los hallazgos encontrados en el presente estudio son de suma relevancia e importancia ya que, en el Hospital de Especialidades, IMSS UMAE Puebla, no se cuentan con datos previos sobre las características de los pacientes que ingresan a la unidad de terapia intensiva y que durante su estancia desarrollan lesión renal aguda sin respuesta a tratamiento conservador y que requieren de soporte mediante terapia de reemplazo renal continua.

Se encontró que los pacientes que ingresan a la unidad de cuidados intensivos son en su mayoría hombres en un 72%, con respecto a las mujeres se observó un 28%, con un promedio de edad de 58.1 años, esto podría influir en los resultados de mortalidad, el grupo de edad más afectado se encuentra en un intervalo de edad de 54 a 88 años, nuestros resultados coinciden con lo reportado por Hoste y colaboradores en un artículo de revisión de 2018, en donde se destaca que un episodio de LRA no sólo se asocia con resultados adversos a corto plazo, como sobrecarga de líquidos, trastorno electrolítico o ácido-base, sistema inmunológico, disfunción y complicaciones hemorrágicas, sino que también tiene un efecto adverso a largo plazo sobre la supervivencia. Incluso la LRA leve se asocia con una reducción de la supervivencia, que permanece detectable durante 10 años o más. En los países de ingresos altos, el paciente típico con LRA tiene  $\geq 65$  años, y se presenta más frecuentemente después de un ingreso hospitalario como complicación o secundaria a un procedimiento relacionado a la enfermedad o procedimiento utilizado para diagnosticarla o tratarla (como la administración de medio de contraste para una tomografía computarizada (TC) o una angiografía coronaria, uso

de fármacos nefrotóxicos o cirugía mayor). Los adultos jóvenes y los niños críticamente enfermos tratados en la UCI también corren riesgo de desarrollar LRA.

Así mismo en nuestro estudio se observó que la causa más frecuente de ingreso a la unidad de cuidados intensivos en los pacientes que desarrollaron lesión renal aguda como complicación fue por choque séptico de diferentes etiologías (neumonía, sepsis abdominal, sepsis de tejidos blandos) con un 32%, en segundo lugar, la cardiopatía isquémica con y sin choque cardiogénico, en conjunto se observó una incidencia del 28%, así como otros diagnósticos en menor proporción como las complicaciones secundarias a cirugía de revascularización e implante valvular, endocarditis, choque hipovolémico, colangitis, etc. Se describe en la literatura que diversas situaciones particulares contribuyen a un mayor riesgo de LRA, incluyendo condiciones como sepsis, hipotensión, hipovolemia y exposición a medios de contraste yodados durante estudios de imagen o procedimientos como la angiografía coronaria. Esta larga lista de factores de riesgo de LRA se encuentra presente en nuestra población de estudio, representando un desafío para los médicos a la hora de medir el nivel de riesgo de un paciente individual y sobre todo al establecer estrategias de manejo, para mejorar los resultados. En 2015 el estudio AKI-EPI (Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational), describe la epidemiología de la LRA en pacientes de 97 Unidades de cuidados intensivos de 33 países diferentes alrededor del mundo (15 Europa, 5 América del sur, 4 Norte América, 2 África, 5 Asia, Australia y Nueva Zelanda) una alta incidencia de LRA en diferentes entornos: enfermedad cardiovascular (41.8%), patologías neurológicas (24.4%), choque séptico (21%), choque hipovolémico (10.3%), abdomen agudo (9.6%), falla hepática aguda (5.4%).

En la mayoría de los pacientes críticamente enfermos, la LRA surge como complicación de una enfermedad grave. Sólo en una pequeña minoría de pacientes la LRA es causada por una enfermedad renal específica como vasculitis, glomerulonefritis o nefritis intersticial, como se describió previamente en el ensayo AKI-EPI, los pacientes con mayor susceptibilidad a la LRA fueron aquellos mayores de 63 años y aquellos con comorbilidades como diabetes mellitus, cáncer, ERC, insuficiencia cardíaca o anemia y aquellos que han estado expuestos a factores predisponentes (como sepsis, cirugía mayor o nefrotóxicos) tienen un riesgo mucho mayor. En nuestro estudio observamos comorbilidades en la mayor parte de los pacientes estudiados alcanzando un 96%, de los cuales el 64% presentaron más de una enfermedad crónica agregada, lo que incrementa el riesgo de desarrollar lesión renal aguda y empeora los resultados clínicos con incremento en la mortalidad en el paciente críticamente enfermo, las enfermedades crónicas presentes fueron diabetes tipo 2 en el 24.7%, hipertensión arterial sistémica en el 23.7%, en tercer lugar la cardiopatía isquémica crónica en el 16.4% y nefropatía crónica en el 14.4%.

El objetivo principal de nuestro estudio fue el de establecer el grado de congestión mediante el análisis ultrasonográfico del patrón venoso hepático y renal, integrando el score VExUS, descrito en 2020 por Beaubien y colaboradores, quienes desarrollan un sistema de evaluación de la congestión venosa, mediante el análisis de patrón de onda de flujo venoso Doppler a nivel de la vena cava, intrahepáticas, porta y renal, con lo cual establecieron una relación directa del estado de congestión con un incremento de las presiones venosas y un incremento del riesgo de perpetuar la lesión renal aguda en pacientes en el perioperatorio de cirugía cardíaca, analizaron un total de 706 valoraciones ecográficas, con una asociación estadísticamente significativa (HR: 0.82 IC: 1.21–6.55

$p=0.02$ ). Además, el grado severo de congestión por VExUS ofreció un índice de probabilidad positivo útil (+LR: 6.37, IC: 2.19–18.50) cuando se detectó al ingreso del paciente a la UCI, superando las mediciones de la PVC. En nuestro estudio realizamos la medición de la PVC para establecer el diagnóstico de congestión en los pacientes que desarrollaron lesión renal aguda con requerimiento de TRRC, observando una PVC mínima de 10, máxima de 16 y promedio de 12 la cual se relacionó con el estado de congestión mediante el protocolo VExUS, encontrando una relación positiva moderada entre las variables, lo que quiere decir que a mayor grado de congestión mediante el protocolo VExUS, mayor presión venosa central, siendo esta relación estadísticamente significativa ( $p=.000$ ).

Otro de nuestros objetivos fue el de medir el volumen de ultrafiltrado durante la TRRC, se realizaron mediciones al inicio y posteriormente a las 8, 16, 24 y 48 h, observando al final de la TRRC un volumen mínimo de 1840 ml, máximo de 6711 ml, un volumen promedio de 3609 ml, establecimos la relación entre el protocolo VExUS y el volumen de UF mediante prueba de correlación de Spearman observando una relación positiva débil a las 8 h del inicio de la TRRC, la cual no fue estadísticamente significativa ( $p=.169$ ) pero que se fue modificando en cada medición subsecuente, observando una relación negativa débil a las 48 h ( $p=0.029$ ) lo que significa que a mayor volumen de UF menor grado de congestión por VExUS, por lo tanto, concluimos que al guiar el volumen de UF utilizando el protocolo VExUS en la TRRC mejora significativamente el estado de congestión en los pacientes con lesión renal aguda sometidos a TRRC, estos resultados coinciden con los descritos en la tesis realizada en 2022 por el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, titulada: “Evaluación de la congestión venosa en pacientes

con hemodiafiltración crónica”, se trató de un estudio prospectivo unicéntrico en el que realizaron mediciones mediante ultrasonido en 32 sesiones de hemodiafiltración en 20 pacientes, así mismo se realizaron mediciones de PVC, previo a la sesión y cada hora durante la sesión, inmediatamente al finalizar y 1 hora posterior a la hemodiafiltración. El volumen de UF promedio fue de 2501 +/- 666 ml, y correlacionó en sus distintos puntos de medición con el diámetro de la VCI ( $p < 0.001$ ), el Índice de Pulsatilidad Portal ( $p < 0.001$ ) y modificación del patrón de pulsatilidad de la vena supra hepática ( $p = 0.035$ ). La normalización de las mediciones ultrasonográficas se observó en la primera hora de UF en la mayoría de los pacientes, la PVC se relacionó con el UF y esta a su vez con el patrón ecográfico VExUS ( $p = 0.01$ ).

Otra tesis publicada en 2023 en la universidad autónoma de Aguascalientes titulada: “Protocolo VExUS como método de evaluación de sobrecarga de volumen en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis”, en la cual se realiza medición de protocolo VExUS pre y posterior a sesiones de HD en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) y de manera simultánea se evaluó la sobrecarga de volumen mediante bioimpedancia y PVC, los resultados de 39 pacientes, reportan que por VExUS el 81.17% de los pacientes fue diagnosticado con sobrecarga de volumen de grado leve a severo previo a la sesión de HD y posterior a la sesión de HD se encontró sobrecarga residual por VExUS en el 46.15% de pacientes, encontrando una buena relación en la evaluación de la sobrecarga de volumen previo a las sesiones de HD entre la bioimpedancia y el protocolo VExUS (alfa Cronbach 0.84) sin embargo esta correlación se pierde posterior a la sesión de HD (alfa Cronbach 0.69), debido a que esta solo permite eliminar la

sobrecarga de volumen intravascular sin modificarse de manera significativa la fuga de volumen a tercer espacio debido a que se supera la tasa de recambio vascular.

Por último, otro de los objetivos fue el de conocer la mortalidad a 30 días de los pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de LRA que requirieron de TRRC durante su estancia en la UCI, los resultados fueron los siguientes: del total de pacientes estudiados fallecieron 20, lo que corresponde al 40% de la muestra estudiada, estos resultados se relacionan con lo que se reporta en la literatura, la LRA por sí sola se asocia con malos resultados; incluso en pacientes con LRA que no están hospitalizados en la UCI, en dos grandes estudios multicéntricos FINNAKI y AKI-EPI la mortalidad reportada fue del 23 al 28%, en pacientes críticamente enfermos aproximadamente el 10.2% requirieron terapia de reemplazo renal (TRRC), se observó una mortalidad a 90 días del 30.9 al 36.5% y de estos pacientes, la mortalidad ajustada por edad a 1 año fue cercana al 60%, a pesar de la alta mortalidad observada en pacientes hospitalizados con LRA, las causas de muerte informadas reflejan comorbilidades coexistentes más allá de solo la lesión renal.

## CONCLUSIONES

---

En nuestro estudio concluimos que la lesión renal aguda es una complicación frecuente en la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades C.M.N. Puebla, su incidencia es mayor en el género masculino que en el femenino y tiene una alta mortalidad alcanzando el 40% de los pacientes estudiados.

En relación al diagnóstico de ingreso, observamos una mayor incidencia de choque séptico, seguido de la lesión renal aguda provocada por cardiopatía isquémica aguda, seguido de la provocada por choque cardiogénico y la asociada a complicaciones postcirugía cardíaca, datos que coinciden con lo descrito en la literatura.

Nuestro estudio nos ha permitido confirmar que existe una relación positiva moderada entre el protocolo VExUS y la PVC con un resultado estadísticamente significativo.

El protocolo VExUS es un score ultrasonográfico que se obtiene fácilmente a la cabecera del paciente y que puede ser utilizado para ayudar a identificar el grado de congestión en los pacientes con lesión renal aguda que requieren de TRRC y guiar la dosis de UF para lograr una adecuada eliminación del exceso de líquidos, disminuyendo el riesgo de complicaciones asociadas a la dosis de ultrafiltrado durante la terapia de reemplazo renal.

Con base en los resultados y pruebas estadísticas realizadas, podemos concluir que nuestro estudio cumplió con los objetivos planteados, al determinar la correlación entre el protocolo VExUS y la PVC, así como el volumen de ultrafiltrado al final de la TRRC, la caracterización de los pacientes con lesión renal aguda y requerimiento de TRRC que ingresan a la unidad de cuidados intensivos, así como el análisis de la mortalidad global.

## PROPUESTAS

---

Si bien los datos epidemiológicos acumulados sugieren que la sobrecarga de líquidos es un factor determinante en los resultados adversos en pacientes críticamente enfermos, la estrategia óptima de manejo de líquidos a menudo sigue siendo difícil de alcanzar en la práctica clínica. La prescripción del ultrafiltrado con TRRC es una intervención médica compleja que involucra múltiples componentes y evaluaciones dinámicas. Aunque la capacidad de evaluar de manera confiable el estado del volumen es un primer paso fundamental, la determinación del estado y el objetivo de los líquidos no mejorará los resultados de los pacientes a menos que vaya acompañada de una estrategia de manejo de líquidos que pueda incorporarse de manera factible a la atención rutinaria del paciente y que pueda emplearse de manera continua o en serie a medida que evoluciona la enfermedad crítica. De hecho, como el estado del volumen suele ser dinámico en las enfermedades críticas, un posible peligro de confiar en las mediciones ultrasonográficas y otras herramientas hemodinámicas que proporcionan una imagen estática del estado del volumen es no repetir la evaluación cuando está indicada.

Por otro lado, aunque las medidas dinámicas son claramente superiores a las estáticas para predecir la capacidad de respuesta a la administración de líquidos, estas medidas dinámicas tienen sus limitaciones al momento de la eliminación de líquidos. Este nivel de complejidad puede explicar parcialmente por qué el manejo de líquidos sigue siendo uno de los problemas más desafiantes y persistentes en la medicina de cuidados intensivos. Este estudio permite sentar las bases para el desarrollo de estudios posteriores, extendiendo el número de pacientes y limitándolo a grupos de patologías específicas, así como para evaluar de forma individual cada uno de los componentes del protocolo

VExUS, conocer el rendimiento de cada uno de los parámetros de forma individual o en conjunto y utilizarlo para guiar las dosis de ultrafiltrado o establecer los requerimientos de volumen en el paciente críticamente enfermo que requiere de la eliminación del exceso de volumen. Los estudios futuros no sólo deben centrarse en mejorar nuestra capacidad para diagnosticar alteraciones del volumen, sino también en el desarrollo, la validación y la implementación óptima de estrategias de manejo de líquidos en pacientes que requieren eliminación extracorpórea mediante terapia de reemplazo renal continua.

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. Kellum JA, Prowle JR. Paradigms of acute kidney injury in the intensive care setting. *Nat Rev Nephrol.* 2018;14(4):217–30.
2. Pickkers P, Darmon M, Hoste E, et al. Acute kidney injury in the critically ill: an updated review on pathophysiology and management. *Intensive Care Med.* 2021;47(8):835–50.
3. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2012;120(4):c179-184.
4. Chaudhary K, Vaid A, Duffy Á, et al. Utilization of Deep Learning for Subphenotype Identification in Sepsis-Associated Acute Kidney Injury. *CJASN.* 2020;15(11):1557–65.
5. Hoste EAJ, Kellum JA, Selby NM, et al. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol.* 2018;14(10):607–25.
6. Ahmad T, Jackson K, Rao VS, et al. Worsening Renal Function in Patients With Acute Heart Failure Undergoing Aggressive Diuresis Is Not Associated With Tubular Injury. *Circulation.* 2018;137(19):2016–28.
7. Joannidis M, Forni LG, Klein SJ, et al. Lung–kidney interactions in critically ill patients: consensus report of the Acute Disease Quality Initiative (ADQI) 21 Workgroup. *Intensive Care Med.* 2020;46(4):654–72.
8. Monard C, Meersch-Dini M, Joannidis M. When the kidneys hurt, the other organs suffer. *Intensive Care Med.* 2023;49(2):233–6.

9. Messmer AS, Zingg C, Müller M, et al. Fluid Overload and Mortality in Adult Critical Care Patients—A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Critical Care Medicine*. 2020;48(12):1862–70.
10. Balakumar V, Murugan R, Sileanu FE, et al. Both Positive and Negative Fluid Balance May Be Associated With Reduced Long-Term Survival in the Critically Ill. *Critical Care Medicine* 2017;45(8): e749–57.
11. Murugan R, Bellomo R, Palevsky PM, et al. Ultrafiltration in critically ill patients treated with kidney replacement therapy. *Nat Rev Nephrol*. 2021;17(4):262–76.
12. Rosner MH, Ostermann M, Murugan R, et al. Indications and management of mechanical fluid removal in critical illness. *British Journal of Anaesthesia*. 2014;113(5):764–71.
13. Garzotto F, Ostermann M, et al. The Dose Response Multicentre Investigation on Fluid Assessment (DoReMIFA) in critically ill patients. *Crit Care*. 2016;20(1):196.
14. Salahuddin N, Sammani M, Hamdan A, et al. Fluid overload is an independent risk factor for acute kidney injury in critically ill patients: results of a cohort study. *BMC Nephrol*. 2017;18(1):45.
15. Heung M, Wolfgram DF, Kommareddi M, et al. Fluid overload at initiation of renal replacement therapy is associated with lack of renal recovery in patients with acute kidney injury. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2012;27(3):956–61.
16. Koc V, Delmas Benito L, De With E, et al. The Effect of Fluid Overload on Attributable Morbidity after Cardiac Surgery: A Retrospective Study. *Critical Care Research and Practice*. 2020;1–7.
17. Prowle JR, Echeverri JE, Ligabo EV, et al. Fluid balance and acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol*. 2010;6(2):107–15.

18. Kattan E, Castro R, Miralles-Aguiar F, et al. The emerging concept of fluid tolerance: A position paper. *Journal of Critical Care*. 2022; 71:154070.
19. Koratala A, Ronco C, Kazory A. Diagnosis of Fluid Overload: From Conventional to Contemporary Concepts. *Cardiorenal Med*. 2022;12(4):141–54.
20. Pesenti A, Slobod D, Magder S. The forgotten relevance of central venous pressure monitoring. *Intensive Care Med*. 2023;49(7):868-70.
21. Madsen JM, Wichmann S, Bestle MH, et al. Bioimpedance as a measure of fluid status in critically ill patients: A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021; 65(9):1155–67.
22. Koratala A, Reisinger N. POCUS for Nephrologists: Basic Principles and a General Approach. *Kidney360*. 2021; 2(10):1660–8.
23. Koratala A, Kazory A. Point of Care Ultrasonography for Objective Assessment of Heart Failure: Integration of Cardiac, Vascular, and Extravascular Determinants of Volume Status. *Cardiorenal Med*. 2021;11(1):5–17.
24. 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(1):16.
25. Hoste EAJ, Bagshaw SM, Bellomo R, et al. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational AKI-EPI study. *Intensive Care Med*. 2015; 41(8):1411–23.
26. Tolwani A. Continuous Renal-Replacement Therapy for Acute Kidney Injury. *N Engl J Med*. 2012; 367(26):2505–14.

27. Murugan R, Chang CCH, Raza M, et al. Restrictive versus Liberal Rate of Extracorporeal Volume Removal Evaluation in Acute Kidney Injury (RELIEVE-AKI): a pilot clinical trial protocol. *BMJ Open*. 2023;13(7):e075960.
28. Torino C, Gargani L, Sicari R, et al. The Agreement between Auscultation and Lung Ultrasound in Hemodialysis Patients: The LUST Study. *CJASN*. 2016;11(11):2005–11.
29. Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S, et al. Handcarried Ultrasound Measurement of the Inferior Vena Cava for Assessment of Intravascular Volume Status in the Outpatient Hemodialysis Clinic. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2006;1(4):749–53.
30. Guiotto G, Masarone M, Paladino F, et al. Inferior vena cava collapsibility to guide fluid removal in slow continuous ultrafiltration: a pilot study. *Intensive Care Med*. 2010;36(4):692–6.
31. Yu G, Tao S, Jin Y, et al. Ultrasound dynamic monitoring of IVCD to guide application of CRRT in patients with renal failure combined with acute heart failure. *Sci Rep*. 2022;12(1):14041.
32. Koratala A. Point of Care Ultrasonography to Monitor Decongestive Therapy in Heart Failure: Seeing is Believing. *POCUS Journal*. 2022;7(Kidney):14–6.
33. Guinot PG, Bahr PA, Andrei S, et al. Doppler study of portal vein and renal venous velocity predict the appropriate fluid response to diuretic in ICU: a prospective observational echocardiographic evaluation. *Critical Care*. 2022;26(1):305.
34. Gudiño BP, Evaluación de la congestión venosa en pacientes en Hemodiafiltración crónica, estudio piloto. [Tesis]. Facultad de Medicina: Universidad Nacional Autónoma de México; 2022.

35. Rihl MF, Pellegrini JAS, Boniatti MM. VExUS Score in the Management of Patients With Acute Kidney Injury in the Intensive Care Unit: AKIVEX Study. *J of Ultrasound Medicine*. 2023;42(11):2547–56.
36. Parra VD. Protocolo VExUS como metodo de evaluacion de sobrecarga de volume en pacientes con enfermedad renal cronica en hemodialisis. [Tesis]. Facultad de Medicina: Universidad Autonoma de Aguascalientes; 2023.

## ANEXOS

### Anexo 1: Consentimiento Informado: uno para el paciente y otro para el familiar.

	<p><b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL</b> <b>UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN</b> <b>Y POLITICAS DE SALUD</b> <b>COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD</b> <b>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> <b>(ADULTOS)</b></p>
<p>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN</p>	
Nombre del estudio:	<p>“RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA”</p>
Patrocinador externo (si aplica):	<p>No aplica</p>
Lugar y fecha:	<p>Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla a...</p>
Número de registro:	
Justificación y objetivo del estudio:	<p>Estimado paciente se le invita a participar en un estudio que se llevará a cabo en el hospital de especialidades UMAE Manuel Ávila Camacho del Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla, Pue. Lo que buscamos es conocer si el ultrasonido nos es útil para saber la cantidad de líquido que tiene demás en su cuerpo y al saber esto, podemos adecuar de mejor manera el tratamiento que usted debe llevar y poder darle una mejor atención.</p>
Procedimientos:	<p>Si usted acepta participar, le realizaremos ultrasonido para poder medirle el tamaño de las venas del hígado y con que velocidad pasa la sangre a través de ellas, los resultados de sus estudios los analizaré yo mismo para conocer si existe el exceso de líquido y como le ayuda la terapia de hemodiálisis a eliminar el exceso, la información se mantendrá en completa confidencialidad. Le realizaremos en 3 ocasiones el ultrasonido para ir viendo cómo evoluciona su enfermedad y si aún necesita la hemodiálisis.</p>
Posibles riesgos y molestias:	<p>No existen riesgos físicos ni psicológicos ya que no realizaremos ningún estudio o prueba invasiva, posiblemente pueda sentir frío por el gel que se coloca en su piel para hacer el ultrasonido o un poco de presión en su abdomen al revisar con el aparato de ultrasonido las venas de su hígado. Los riesgos sociales los evitaremos, ya que los datos obtenidos no se comentarán a nadie, lo mismo que sus resultados, solo los sabrán los médicos involucrados en el estudio y su servidor. Los riesgos económicos los evitaremos debido a que usted estará hospitalizado durante el tiempo que se le hagan los estudios.</p>
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	<p>El beneficio que se obtendrá es que nos ayudará a ver si los estudios que hacemos mediante ultrasonido pueden servir para ver qué tan mal se encuentran otros pacientes que vengán al hospital por la misma enfermedad que usted y personalizar de mejor manera el tratamiento que se les da de hemodiálisis.</p>
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	<p>Una vez que tengamos sus resultados, le explicaremos detalladamente lo que encontramos, nos comprometemos a darle información actualizada sobre su enfermedad y lo que le está pasando. Una vez que se termine el estudio, los datos se darán a conocer a las autoridades del hospital y a los médicos para que conozcan que tan útiles son los estudios que le hicimos para ver la gravedad de los pacientes. No se darán nombres ni datos personales, para que nadie pueda identificarlo, por lo que nadie podrá saber que usted participó en el estudio.</p>
Participación o retiro:	<p>Su participación en este estudio es completamente voluntaria y usted es libre de decidir si acepta participar o no. Si usted decide no participar seguirá recibiendo atención médica, brindada por el Instituto Mexicano del Seguro Social. Se podrá retirar del estudio en</p>

Privacidad y confidencialidad:	<p>cualquier momento de que usted decida, solamente tiene que decirnos que ya no quiere participar, sin que tenga repercusión alguna en el trato o la atención que usted solicite en la unidad, sin ser presionado para continuar con su participación. Se dará respuesta a las dudas que se tengan en relación al estudio. En ningún momento modificaremos nada en relación con su atención.</p> <p>La información que nos proporcione y que pudiera identificarlo(a) como nombre, teléfono o dirección será guardada de manera confidencial y por separado al igual que los resultados de sus estudios, mismos que no se divulgarán, ni serán expuestos o publicados garantizando su privacidad.</p> <p>Los investigadores involucrados en este proyecto de investigación, sabrán que usted está participando en este estudio y nadie más tendrá acceso a la información, a menos que usted así lo desee.</p> <p>Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias no se dará información que pudiera revelar su identidad.</p>
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dr. Filemón Ledezma Ruiz Médico del Enfermo en Estado Crítico en la Unidad Médica de Alta Especialidad Manuel Ávila Camacho, Mat: 97221294, Tel: 2461289563, Correo: <a href="mailto:ledezma27@gmail.com">ledezma27@gmail.com</a>
Colaboradores:	<p>Dr. Carlos Martínez Guevara, Residente de Medicina del Enfermo en Estado Crítico, en la Unidad Médica de Alta Especialidad Manuel Ávila Camacho, Correo: <a href="mailto:ezx.krloss@gmail.com">ezx.krloss@gmail.com</a>, Matrícula: 97222053, Celular: 2224568139</p> <p>Dra. Irma Aidé Barranco Cuevas, Médico familiar adscrita a la Unidad Medico Familiar N° 07, Correo: <a href="mailto:aidebc@hotmail.com">aidebc@hotmail.com</a>, Matrícula: 98220485, Celular: 2225258711</p>
<p>Comité de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: <a href="mailto:comité.eticainv@imss.gob.mx">comité.eticainv@imss.gob.mx</a>. Si durante su participación en el estudio, identifica o percibe alguna sensación molesta, dolor, irritación, alteración en la piel o evento que suceda como consecuencia de la toma o aplicación del tratamiento, podrá dirigirse a: Área de Farmacovigilancia, al teléfono (55) 56276900, ext. 21222, correo electrónico: <a href="mailto:iris.contreras@imss.gob.mx">iris.contreras@imss.gob.mx</a></p>	
Dr. Carlos Martínez Guevara. Matrícula: 97222053.	
<hr/> Nombre y firma del sujeto	<hr/> Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
Testigo 1	Testigo 2
<hr/> Nombre, dirección, relación y firma	<hr/> Nombre, dirección, relación y firma
<b>Clave: 2810-009-013</b>	



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN**  
**Y POLITICAS DE SALUD**  
**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**  
**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**  
**(FAMILIAR O TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL DEL**  
**PACIENTE)**

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:	"RELACIÓN ENTRE EL PROTOCOLO VEXUS, LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL Y EL VOLUMEN DE ULTRAFILTRADO EN PACIENTES CON TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES UMAE PUEBLA"
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla a...
Número de registro:	
Justificación y objetivo del estudio:	Estimado familiar del paciente que está siendo tratado en la unidad de cuidados intensivos, se le invita a que su familiar participe en un estudio que se llevará a cabo en el hospital de especialidades UMAE Manuel Ávila Camacho del Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla, Pue. Lo que buscamos es conocer si el ultrasonido nos es útil para saber la cantidad de líquido que tiene demás su familiar en su cuerpo y al saber esto, podemos adecuar de mejor manera el tratamiento que él o ella debe llevar y poder darle una mejor atención.
Procedimientos:	Si usted acepta que su familiar participe, le realizaremos ultrasonido para poder medirle el tamaño de las venas del hígado y con que velocidad pasa la sangre a través de ellas, los resultados de los estudios de su familiar los analizaré yo mismo para conocer si existe el exceso de líquido y como le ayuda la terapia de hemodiálisis a su familiar a eliminar el exceso, la información se mantendrá en completa confidencialidad. Le realizaremos en 3 ocasiones el ultrasonido para ir viendo cómo evoluciona la enfermedad de su familiar y si aún necesita la hemodiálisis.
Posibles riesgos y molestias:	No existen riesgos físicos ni psicológicos ya que no realizaremos ningún estudio o prueba invasiva, posiblemente su familiar pueda sentir frío por el gel que se coloca en su piel para hacer el ultrasonido o un poco de presión en su abdomen al revisar con el aparato de ultrasonido las venas de su hígado. Los riesgos sociales los evitaremos, ya que los datos obtenidos no se comentarán a nadie, lo mismo que los resultados de su familiar, solo los sabrán los médicos involucrados en el estudio y su servidor. Los riesgos económicos los evitaremos debido a que su familiar estará hospitalizado durante el tiempo que se le hagan los estudios.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	El beneficio que se obtendrá es que nos ayudará a ver si los estudios que hacemos mediante ultrasonido pueden servir para ver qué tan mal se encuentran otros pacientes que vengan al hospital por la misma enfermedad que su familiar y personalizar de mejor manera el tratamiento que se les da de hemodiálisis.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Una vez que tengamos los resultados de su familiar, le explicaremos detalladamente lo que encontramos, nos comprometemos a darle información actualizada sobre la enfermedad de su familiar y lo que le está pasando. Una vez que se termine el estudio, los datos se darán a conocer a las autoridades del hospital y a los médicos para que conozcan que tan útiles son los estudios que le hicimos a su familiar para ver la gravedad. No se darán nombres ni datos personales, para que nadie pueda identificar a su familiar, por lo que nadie podrá saber que participó en el estudio.
Participación o retiro:	Su participación en este estudio es completamente voluntaria y usted es libre de decidir si acepta que su familiar participe o no. Si usted decide que su familiar no participe, seguirá recibiendo atención médica, brindada por el Instituto Mexicano del Seguro Social. Podrá retirar a su familiar del estudio en cualquier momento de que usted decida, solamente tiene

Privacidad y confidencialidad:	<p>que decimos que ya no quiere que participe, sin que tenga repercusión alguna en el trato o la atención que usted o su familiar solicite en la unidad, sin ser presionado para continuar con su participación. Se dará respuesta a las dudas que se tengan en relación al estudio. En ningún momento modificaremos nada en relación con la atención de su familiar.</p> <p>La información que nos proporcione y que pudiera identificar a su familiar como nombre, teléfono o dirección será guardada de manera confidencial y por separado al igual que los resultados de sus estudios, mismos que no se divulgarán, ni serán expuestos o publicados garantizando su privacidad.</p> <p>Los investigadores involucrados en este proyecto de investigación, sabrán que su familiar está participando en este estudio y nadie más tendrá acceso a la información, a menos que usted así lo desee.</p> <p>Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias no se dará información que pudiera revelar la identidad de su familiar.</p>
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dr. Filemón Ledezma Ruiz Médico del Enfermo en Estado Crítico en la Unidad Médica de Alta Especialidad Manuel Ávila Camacho, Mat: 97221294, Tel: 2461289563, Correo: ledezmmamu27@gmail.com
Colaboradores:	<p>Dr. Carlos Martínez Guevara, Residente de Medicina del Enfermo en Estado Crítico, en la Unidad Médica de Alta Especialidad Manuel Ávila Camacho, Correo: <a href="mailto:ezx.krloss@gmail.com">ezx.krloss@gmail.com</a>, Matrícula: 97222053, Celular: 2224568139</p> <p>Dra. Irma Aidé Barranco Cuevas, Médico familiar adscrita a la Unidad Medico Familiar N° 07, Correo: <a href="mailto:aidebc@hotmail.com">aidebc@hotmail.com</a>, Matrícula: 98220485, Celular: 2225258711</p>
<p>Comité de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: <a href="mailto:comité_eticainv@imss.gob.mx">comité_eticainv@imss.gob.mx</a>. Si durante su participación en el estudio, identifica o percibe alguna sensación molesta, dolor, irritación, alteración en la piel o evento que suceda como consecuencia de la toma o aplicación del tratamiento, podrá dirigirse a: Área de Farmacovigilancia, al teléfono (55) 56276900, ext. 21222, correo electrónico: <a href="mailto:iris.contreras@imss.gob.mx">iris.contreras@imss.gob.mx</a></p>	
Dr. Carlos Martínez Guevara. Matrícula: 97222053.	
_____ Nombre y firma del sujeto	_____ Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
Testigo 1	Testigo 2
_____ Nombre, dirección, relación y firma	_____ Nombre, dirección, relación y firma
<b>Clave: 2810-009-013</b>	

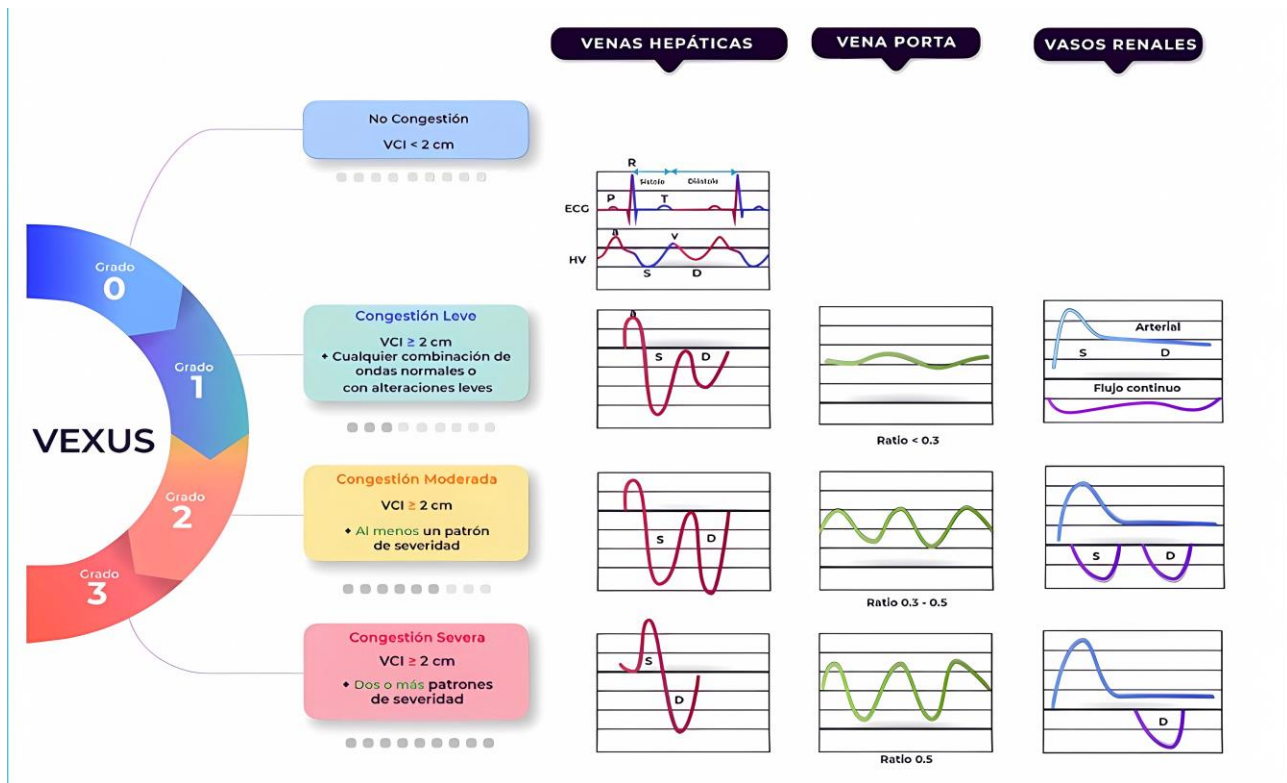


### Anexo 3. Clasificación de severidad de LRA según KDIGO

Grado de severidad	Creatinina Sérica	Volumen Urinario
1	> 0.3mg/ dl o >1.5-1.9 mg/dL del valor basal en 7 días	< 0.5 ml/kg/hr de 6-12 hrs
2	>2-2.9 valor basal en 7 días	< 0.5 ml/kg/hr x >12 hrs
3	> 3 valor basal o Cr > 4 mg/dl o TFG <35ml/min	< 0.3 ml/kg/hr x >24 hrs o anuria x 12 hrs o inicio de TSR

Nota: tomado de *Kidney Disease: Improving Global Outcomes 2012*.

## Anexo 4. Score VExUS. Valoración ultrasonográfica de la congestión venosa



Tomada de: Valoración ultrasonográfica de la congestión venosa: VExUS una herramienta de medicina de precisión a pie de cama. Rev Ecar Pract (RETIC). 2021;4(2):52-54.

**Anexo 5.** Grafica De Gantt. Cronograma de actividades.

<b>Actividades</b>	1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Revisión continua de la bibliografía				
Elaboración del protocolo				
Aprobación del protocolo por comité local de investigación				
Obtención de información y captación de datos.				
Análisis de datos.				
Entrega del escrito médico.				