



BUAP

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Medicina
UMAE Hospital de Especialidades de Puebla

Centro Médico Nacional Gral. De Div. "Manuel Ávila Camacho"

Utilidad del Protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS

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



Presenta:
Dra. Virginia Pardo Chávez.
IMSS

Directores:
Dra. Angelica Porras Juárez
Dr. Filemón Ledezma Ruiz

REGISTRO NACIONAL
R-2022-2101-044.

[CVU 922709](#)



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 2010073**

FECHA: **Viernes, 02 de septiembre de 2022**

Dr. ANGÉLICA PORRAS JUÁREZ

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Utilidad del Protocolo vexus como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS**, 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 **APROBADO**:

Numero de Registro Institucional

R-2022-2101-044

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

Dr. JOSE ALVARO PARRA SALAZAR
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2101

GOBIERNO DE
MÉXICO

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE
ALTA ESPECIALIDAD



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 19 de enero 2023

AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: Dra Angélica Poiras Juárez y Dr Filemon Ledezma Ruiz

DE LA TESIS TITULADA: Utilidad del protocolo Vexus como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes postcirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades de Puebla IMSS

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: Virginia Pardo Chávez

DE LA ESPECIALIDAD: Medicina del enfermo en estado crítico.

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTÍFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCS CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL:

AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN


Dr. Filemon Ledezma Ruiz.
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)


Dra. Angélica Poiras Juárez
(NOMBRE, FIRMA Y FECHA) 19/01/2023

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

GOBIERNO DE
MÉXICO

CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 19 de enero de 2023.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Virginia Pardo Chávez, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la especialización médica/maestría/doctorado en Medicina del enfermo en estado crítico de fecha marzo 2021 a febrero 2023 manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado Utilidad del protocolo Vexus como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardíaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS

el cual ha sido asesorado por el (los) doctor (es) Dra. Angelica Porras Juárez y Dr. Filemón Lecherna Ruiz

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

Virginia Pardo Chávez 

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.

Agradezco a Dios por brindarme salud y las posibilidades de seguir en este camino de la medicina, por darme las oportunidades de seguir superándome.

A mi familia por estar siempre apoyándome, por que siempre necesitas un empujón para no darte por vencido, por creer en mí, a mi madre mi pilar, mi sostén mi más grande orgullo.

A mis maestros por guiarme a lo largo de toda mi carrera, por preocuparse en formar un buen médico, por su tiempo y dedicación.

A todos mis amigos y compañeros, por que muchas veces una tarde de risas y locura te mantienen cuerdo, por que con ellos llore, grite, reí, me caí y me volví a levanta, gracias Alejandro, Alberto, Roberto, Foolinne y Victoria, mis amigos de esta aventura, en algún momento de esta vida nos volveremos a encontrar, hasta entonces mis mejores deseos siempre.

Y por ultimo y no menos importante, me agradezco y me dedico este trabajo, porque yo solo sé cuánto me costó, y no solo las horas en poder redactarla, si no lo que me costo desde el primer día que pise la facultad de medicina y verme hasta este momento en terminar una subespecialidad. Vicky, si se pudo.

RESÚMEN.

TÍTULO: Utilidad del Protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS.

AUTORES: Porras Juárez Angelica 1, Ledezma Ruiz Filemón 2, Pardo Chávez Virginia. 3.

INTRODUCCION: La lesión renal aguda es una complicación frecuente y grave de la cirugía cardíaca que afecta hasta al 30% de todos los pacientes y asociada a aumento de la mortalidad hasta cuatro veces, dicha patología es de origen multifactorial, sin embargo la congestión venosa es uno de los factores que altera la perfusión tisular ocasionando resultados adversos en pacientes críticamente enfermos. El ultrasonido en el punto de atención (POCUS) está ampliamente disponible y podría permitir a los médicos detectar signos de congestión venosa al lado de la cama. El protocolo VEXUS permite valorar la congestión venosa por medio de ecografía Doppler, evaluando el patrón del flujo venoso de las venas cava, suprahepáticas, porta y renales, agrupando de acuerdo con los grados de congestión venosa una estadificación de gravedad.

OBJETIVO: Se evaluó la utilidad del protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en todos los pacientes que ingresaron a nuestra unidad de cuidados intensivos posterior a intervención de cirugía cardiaca.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se llevo a cabo un estudio observacional longitudinal prospectivo descriptivo poblacional en pacientes admitidos en la unidad de cuidados intensivos después de realizarse cirugía cardiológica, se utilizó ultrasonido Doppler se otorgó una clasificación de acuerdo al protocolo VEXUS, al ingreso, 24 y 48 hrs., medición de presión venosa central, niveles de creatinina e índice urinario y de acuerdo a la clasificación KDIGO se determinó presencia de lesión renal aguda.

Se determino una muestra de 60 pacientes los cuales cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

Para el análisis se elaboró una matriz de datos en el programa SPSS versión 25 donde se capturarán los datos sociodemográficos y clínicos de los pacientes se utilizó prueba estadística con chi cuadrada y análisis de regresión logística.

RESULTADOS: Se determinó una correlación fuerte entre el grado de congestión venosa leve de acuerdo a la clasificación de protocolo VEXUS con el desarrollo de lesión renal aguda.

CONCLUSIONES: El protocolo VEXUS resultó ser una herramienta útil para predecir lesión renal aguda en aquellos pacientes que fueron clasificados como congestión leve, ya que los pacientes que se encontraron en congestión moderada y severa se documentó el desarrollo de lesión renal, esto lleva a determinar que una terapéutica guiada al encontrar datos de congestión leve nos lleva a prevenir la lesión renal y evitar este tipo de comorbilidad en un mayor porcentaje ante esta etiología.

1.-Patóloga Clínica con maestría en ciencias e investigación, jefa de Laboratorio UMAE HE CMN MAC, 2.- Médico especialista en Medicina Crítica, adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos de UMAE HE CMN MAC, 3.- Médico residente de 2 año de Medicina del Enfermo en Estado Crítico de UMAE HE CMN MAC.

PALABRAS CLAVE: Lesión renal aguda, cirugía cardiovascular, protocolo Vexus, congestión venosa, PVC.

INDICE

1. INTRODUCCION	9
1.1 ANTECEDENTES GENERALES.	9
1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. OBJETIVOS.	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20
5. MATERIAL Y METODOS.....	20
6. RESULTADOS.....	25
7. DISCUSION.....	30
8. CONCLUSIONES	32
9. BIBLIOGRAFÍA	33
10. ANEXOS	36
10.1 TABLAS Y FIGURAS.....	36
ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
ANEXO 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	40

1. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES GENERALES.

La lesión renal aguda (LRA) es una complicación frecuente y grave de la cirugía cardíaca que afecta hasta al 30% de todos los pacientes y aumenta la mortalidad hasta cuatro veces (1).

Es causada por una variedad de factores, que incluyen nefrotoxinas, hipoxia, traumatismo mecánico, inflamación, derivación cardiopulmonar e inestabilidad hemodinámica, y puede verse afectada por administración inadecuada de líquidos y agentes vasoactivos, así como por la estrategia de transfusión utilizada (2).

Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca están expuestos a múltiples fármacos nefrotóxicos potenciales, incluidos antibióticos, antiinflamatorios no esteroideos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, bloqueadores de los receptores de angiotensina y agentes de contraste radiológico intravenoso. Se sabe que los AINE afectan la autorregulación de la sangre renal, y se ha demostrado que el uso de agentes de contraste intravenosos antes de la cirugía cardíaca aumenta el riesgo de LRA perioperatoria (2).

Antes de la operación, muchos pacientes que se presentan para cirugía cardíaca habrán experimentado uno o más episodios de hipotensión; esto puede conducir a lesión endotelial, cuya respuesta es la liberación local de endotelina, angiotensina II y catecolaminas, todas las cuales conducen a vasoconstricción y pueden exacerbar la isquemia, además, en el período intraoperatorio inmediato, una combinación de alteraciones simultáneas en la vasorreactividad renal y la presión de perfusión puede producir hipoxia regional.

Debido al trauma mecánico causado por el bombeo de sangre turbulento del oxigenador, el bypass cardiopulmonar está asociado con la hemólisis y la generación de hemoglobina libre y hierro, todo lo cual contribuye a la producción de estrés oxidativo y daño renal.

El bypass cardiopulmonar da como resultado la producción de un síndrome de respuesta inflamatoria que se cree que se desencadena por el contacto entre la sangre y superficies del circuito. La activación de neutrófilos, plaquetas, endotelio vascular y factor XII conduce a la producción de radicales libres, citocinas, quimiocinas, proteasas y aumento de la adhesión plaquetaria, así como la activación del sistema de coagulación intrínseco, el sistema de calicreína, y fibrinólisis ocasionando lesión renal y la subsiguiente reducción de la filtración glomerular (2).

De acuerdo con la última actualización de las guías KDIGO define lesión renal aguda al aumento de la creatinina sérica 0.3mg/dl en un periodo de 48 hrs o aumento de la creatinina 1.5 veces al valor al valor inicial que se sabe o 7 días anteriores, o a un volumen de orina menor de 0.5 ml/kg/hr durante 6 horas. De igual manera esta definición propone una clasificación de acuerdo a la gravedad estadificando en tres etapas:

- I. Creatinina sérica 1.5 a 1.9 veces del valor inicial o aumento de 0.3mg/dl. Uresis <0.5ml/kg/hr de 6 a 12 hrs.
- II. Creatinina sérica 2.0 a 2.9 veces del valor inicial. Uresis <0.5 ml/kg/hr durante 12 hrs.
- III. Creatinina sérica 3.0 veces el valor inicial o incremento de 4 mg/dl o inicio de terapia de remplazo renal. Uresis <0.3ml/kg/h en 24 hrs o anuria por 12 hrs (3).

El manejo del equilibrio hídrico es de gran importancia en el paciente cardíaco críticamente enfermo. Si bien los líquidos intravenosos son una terapia fundamental en el tratamiento de pacientes inestables, la administración excesiva junto con la disfunción cardíaca conduce a una elevación de la presión venosa central y a la congestión venosa de los órganos terminales. Se sabe que la sobrecarga de líquidos tiene un impacto perjudicial sobre la función de los órganos y es responsable de una morbilidad significativa en pacientes críticamente enfermos (4).

La administración de líquidos en el contexto de hipovolemia aumenta el gasto cardíaco por el mecanismo de Frank-Starling y ayuda a mantener la perfusión sistémica. Cuando se inicia una reacción inflamatoria significativa en el contexto de una cirugía mayor que implica un bypass cardiopulmonar o durante una sepsis, la respuesta a la administración de líquidos se ve alterada por el aumento de la permeabilidad vascular y la vasoconstricción deteriorada. En estos entornos, la administración de líquidos puede conducir a un balance de líquidos positivo significativo. El aumento progresivo de la presión venosa central (PVC) y la congestión de los órganos terminales en pacientes con insuficiencia cardíaca pueden tener un impacto perjudicial prolongado en la función de los órganos (4).

Tradicionalmente, se considera que la lesión renal es causada por una perfusión renal reducida debido a una disminución del gasto cardíaco o del volumen vascular. La presión de perfusión renal, definida como la presión arterial media menos la presión venosa renal, es un factor de riesgo potencial para la progresión de la LRA en pacientes críticamente enfermos. Una PVC alta se transmite hacia atrás aumentando la presión venosa renal, lo que reduce la presión de perfusión renal y aumenta la congestión venosa renal. Estos dos factores indudablemente tienen efectos profundos sobre la perfusión y la función renal y conducen además a LRA (5).

La detección temprana de la sobrecarga de líquidos podría ofrecer la oportunidad de inducir un balance de líquidos negativo utilizando diuréticos o ultrafiltración combinados con una restricción de la ingesta de líquidos antes de que ocurra el daño orgánico. Debe tenerse en cuenta que intentar inducir un balance de líquidos negativo en un paciente inestable puede conducir a un marcado deterioro del gasto cardíaco ya que el líquido extravascular puede no ser captado fácilmente.

La administración de líquidos guiada por predictores clínicos de la respuesta a los líquidos debe sopesarse con el riesgo de inducir una sobrecarga de líquidos. Un uso apropiado de la terapia con vasopresores es de suma importancia y la administración de líquidos debe realizarse con el fin de mejorar la perfusión tisular y no con el único propósito de disminuir los requerimientos de vasopresores. Una

estrategia de descongestión sistémica oportuna en el período posterior a la reanimación en pacientes seleccionados que demuestren características de congestión de órganos podría prevenir las complicaciones asociadas con la sobrecarga de líquidos (6).

Esto plantea la posibilidad de que el aumento del flujo sanguíneo diastólico y la disminución de los determinantes de la contrapresión (PVC o presión venosa renal) puedan ser objetivos futuros importantes para la manipulación hemodinámica en estos pacientes (7).

Reportes recientes en el campo de la cardiología médica han asociado la congestión venosa con el deterioro de la función renal (8).

El tratamiento hemodinámico en pacientes críticamente enfermos se ha centrado tradicionalmente en mantener un gasto cardíaco y una presión arterial adecuados mediante la administración de líquidos y el apoyo vasopresor / inotrópico. Sin embargo, la perfusión de órganos se ve afectada por otros factores importantes. Entre ellos, la presión venosa a menudo se pasa por alto como un parámetro hemodinámico que puede ser de importancia crítica. El desarrollo de congestión de órganos clínicamente significativa es susceptible de ocurrir en pacientes con insuficiencia ventricular derecha o hipertensión pulmonar, y en pacientes con sobrecarga de líquidos (9).

Este fenómeno puede empeorar con el desarrollo de edema intersticial después de una elevación prolongada de la presión hidrostática capilar en el contexto de una barrera endotelial disfuncional. En órganos encapsulados como el riñón y el cerebro, puede producirse edema intersticial en una rápida elevación de la presión intersticial, que luego disminuye el flujo sanguíneo de órganos (10).

1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

Un aspecto sumamente desafiante de la evaluación hemodinámica es determinar qué representa la hipertensión venosa clínicamente significativa. Las mediciones de la presión venosa central (PVC) realizadas en la unidad de cuidados intensivos (UCI) siguen siendo invasivas y están sujetas a importantes errores de medición incluso entre operadores experimentados. Además, aunque una mayor PVC se ha asociado con complicaciones en múltiples entornos, no está claro qué nivel de PVC es perjudicial y puede considerarse un desencadenante de la intervención. Otras métricas, como el balance de líquidos acumulativo, las variaciones de peso y el examen físico para detectar edema periférico, tienen limitaciones importantes y pueden no ser proporcionales a la presión venosa sistémica (11).

La ecografía en el punto de atención (POCUS) permite al médico visualizar la anatomía vascular y evaluar la velocidad de la sangre mediante imágenes Doppler. Dentro de cualquier sistema vascular venoso, el volumen adicional asociado con los factores congestivos eventualmente alcanzará los límites superiores de la capacitancia venosa sistémica, provocando un rápido aumento de las presiones venosas. Se han propuesto varios marcadores de las altas presiones asociadas con este proceso congestivo, incluida la evaluación de venas grandes (vena cava, yugular interna), así como la detección de formas de onda venosas anormales que sugieren que el límite de la distensibilidad venosa sistémica en el portal vena, venas hepáticas y venas intrarrenales (11).

Las mediciones de ultrasonido de la vena cava inferior (VCI) se han utilizado para la evaluación de la capacidad de respuesta a los líquidos bajo el requisito previo de que sean representativos de la precarga del ventrículo derecho. Algunas medidas pueden reflejar una CVP anormalmente alta (10-20 mmHg), como un diámetro de la VCI de más de 20 mm, un colapso de la VCI de menos del 50% con inspiración repentina o una variación de menos del 20% del diámetro de la VCI en inspiración normal. Las mediciones ecográficas de la VCI no parecen ser lo suficientemente precisas para estimar los valores de CVP, pueden discriminar entre PVC normal / baja y PVC alta. Esta distinción es útil ya que la presencia de edema periférico no

refleja necesariamente un aumento de la PVC y podría tratarse de manera diferente según la causa. Como tal, la obtención de imágenes de la VCI se puede realizar a través del hígado con un transductor sectorial (sonda cardíaca) o un transductor convexo (sonda abdominal) desde la posición subxifoidea hasta la línea axilar posterior que proporciona una gran ventana para una adecuada visualización (Figura 1) (12).

La pulsatilidad del flujo venoso portal se ha descrito como un marcador de hipertensión portal resultante de la insuficiencia cardíaca congestiva y se correlaciona con una presión auricular derecha elevada. Este signo podría representar un marcador de congestión venosa hepática clínicamente significativa (13).

La evaluación de la vena porta mediante ecocardiografía se puede realizar mediante un transductor cóncavo. La visualización de la vena porta se realiza utilizando un transductor colocado en una vista coronal axilar posterior derecha en los espacios intercostales 9 a 11, como se muestra en la Figura 2. La vena porta se identifica por su posición, en la parte caudal del hígado y por su borde hiperecogénico en comparación con otros vasos hepáticos. La confirmación de la posición de la vena porta se realiza mediante el modo Doppler de onda pulsada para diferenciar el flujo venoso portal (monofásico a bifásico) del patrón observado en la arteria hepática (golpe sistólico agudo) y las venas hepáticas (trifásico). La velocidad del flujo sanguíneo en la vena porta suele oscilar entre 10 y 30 cm / s, por lo que la escala Doppler debe ajustarse para obtener la mejor diferenciación de velocidad con un ruido mínimo (generalmente entre 20 y 40 cm /s con rango de 0,2-0,4 m / s) (14)(15).

La evaluación del flujo de la vena esplénica se realiza con un transductor de matriz en fase colocado en la posición axilar posterior izquierda en los espacios intercostales 9º a 11º para obtener una vista coronal del bazo como se muestra en la Figura 3. El bazo está debajo del diafragma izquierdo, debajo y lateral al estómago. En general, utilizando una vista coronal, se identifica entre el aspecto hiperecogénico del diafragma y el riñón por debajo. Tiene una ecogenicidad similar a la del hígado. La posición de la vena esplénica en el hilio puede confirmarse

mediante Doppler de onda pulsada. La forma de onda normal es negativa (la sangre se aleja de la sonda) y es monofásica o bifásica. Se puede obtener una imagen de la forma de onda Doppler de onda pulsada después de ajustar la escala (20 a 40 cm / s) y la ganancia para optimizar la diferenciación de velocidad (14)(15)(16).

La congestión renal ocurre principalmente en las regiones del parénquima renal, acompañada de un aumento de la presión intersticial renal. Las condiciones parenquimatosas alteradas pueden comprimir directamente los vasos en las regiones del parénquima renal o reducir la distensibilidad de los vasos, acompañada de un aumento de la PVC y de resistencias. Como resultado, los cambios en la forma y función del vaso afectarán al flujo sanguíneo. La ecografía Doppler intrarrenal se ha utilizado para evaluar la hemodinámica intrarrenal. El índice de resistencia (IR) de la arteria renal se usa ampliamente para evaluar la función renal, fisiopatología y pronóstico en la enfermedad renal y cardíaca (Fig 4) (17).

Un ejemplo específico de la manera en que PoCUS ha cambiado la exploración física es el protocolo VEXUS. El protocolo VEXUS permite valorar la congestión venosa por medio de ecografía Doppler, evaluando el patrón del flujo venoso de las venas cava, suprahepáticas, porta y renales, ya que se sabe que ciertos patrones de flujo se asocian a congestión venosa sistémica. Agrupando de acuerdo con los grados de congestión venosa una estadificación de gravedad como se muestra en la figura 5.

Los prototipos del sistema de clasificación Venous Excess UltraSound (VExUS) combinan el diámetro de la vena cava inferior (VCI) y la forma de onda venosa Doppler de las venas porta, hepática e interlobulillar renales. El Doppler hepático se considera levemente anormal cuando el componente sistólico (S) es menor en magnitud que el componente diastólico (D), pero aún hacia el hígado, mientras que se considera severamente anormal cuando el componente S se invierte (hacia el corazón). El Doppler portal se considera levemente anormal cuando se observa una variación en las velocidades durante el ciclo cardíaco de 30 a <50%, mientras que se considera severamente anormal cuando cuando se ve una variación >50%. El doppler venoso intrarrenal se considera levemente anormal cuando es discontinuo

en una fase sistólica (S) y diastólica (D), mientras que se considera severamente anormal cuando es discontinuo con una sola fase diastólica observada durante el ciclo cardiaco.

La congestión de órganos es un mediador de resultados adversos en pacientes críticamente enfermos. El ultrasonido en el punto de atención (POCUS) está ampliamente disponible y podría permitir a los médicos detectar signos de congestión venosa al lado de la cama. (17).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los pacientes que han sido sometidos a cirugía cardíaca tienen un alto riesgo de desarrollar diferentes tipos de síndromes que ocasionan efectos deletéreos y en consecuencia conllevan a la aparición de lesión renal aguda.

La lesión renal aguda además de ser una complicación en este tipo de pacientes conlleva a más complicaciones como la sepsis que hace más difícil la recuperación de la enfermedad e incluso aumenta la morbilidad y mortalidad, además de necesitar más días de estancia hospitalaria dentro de la unidad de cuidados intensivos que se traduce en un aumento de los gastos y recursos del hospital.

Sin embargo, estas complicaciones pueden ser reducidas cuando hay una adecuada monitorización de los pacientes y se utilizan herramientas diagnósticas que ayuden a identificar un riesgo alto de desarrollarlas antes de que aparezcan.

El protocolo Vexus es una de esas herramientas que se basa en la medición por ultrasonido Doppler para valorar la congestión venosa, evaluando los patrones de flujos de las venas cava, suprahepáticas, porta y renales ya que hay flujos que se asocian a congestión y que puede causar lesión renal aguda.

A pesar de esto, en la UMAE Hospital de Especialidades Puebla del Centro Médico Nacional "General de División Manuel Ávila Camacho" no se ha realizado ningún estudio que valore la utilidad del protocolo Vexus como factor predictor de lesión renal aguda por lo que se plantea la siguiente pregunta de trabajo:

¿Es útil el protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes postcirugía cardíaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS?

3. JUSTIFICACIÓN.

El Hospital de Especialidades Puebla del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), recibe en su Unidad de Terapia Intensiva paciente posquirúrgicos de cirugía cardiaca en quienes la morbimortalidad es alta asociada a múltiples factores tanto asociados al procedimiento como sus cuidados posquirúrgicos.

Actualmente se sabe que una sobrecarga hídrica como medida de reanimación se ve asociada a desarrollar lesión renal aguda en el 33% de los pacientes sometidos a cirugía cardiaca y como resultado final requerir terapia de sustitución renal o inclusive la muerte. (2), (5).

En pacientes de cirugía cardiaca dentro de las complicaciones postquirúrgicas se encuentra síndrome vasoplejico, síndrome de bajo gasto y sangrado mayor al habitual requiriendo medidas de reanimación inicial con aporte de líquidos o hemoderivados, llegando a ocasionar efectos deletéreos como sobrecarga hídrica y por ende desarrollar lesión renal aguda secundaria a congestión venosa, ocasionando mayor estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos hasta 15 días promedio y requerir apoyo de sustitución renal en un 50% de los pacientes ocasionando mayor morbimortalidad hasta en un 30%. (2), (7).

El uso de ultrasonido a la cabecera del paciente se ha convertido una forma de evaluación rutinaria dentro de la UCI ya que permite realizar mediciones y valoraciones más específicas, así como el implemento de protocolos para la toma de decisiones terapéuticas para el paciente, de aquí que surja nuevas estrategias para guiar tratamientos médicos. (11).

El protocolo VEXUS tiene como trasfondo determinar congestión venosa de principales vasos sanguíneos y considerando que la congestión venosa es secundaria a sobrecarga hídrica y que esta es un factor de riesgo para desarrollar lesión renal, hace que sea una herramienta importante para medir congestión venosa y poder determinar si estas mediciones se asocian al riesgo de desarrollar lesión renal aguda y de esta forma ofrecer un tratamiento oportuno limitando mayor

tasa de morbilidad, estancia en UCI e inclusive mortalidad así como disminuir costos en tratamientos complejos como terapia lenta de sustitución renal.

4. OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la utilidad del protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda, en pacientes post operados de cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir a los participantes con base en las variables sociodemográficas, clínicas y quirúrgicas.
- Identificar a los pacientes que desarrollen lesión renal aguda al momento del ingreso a UCI de los pacientes post cirugía cardiaca que se realiza protocolo VEXUS a las 24 y 48 hrs posteriores.
- Determinar la mortalidad durante la hospitalización en UCI de los pacientes post operados de cirugía cardiaca con protocolo VEXUS que desarrollen lesión renal aguda.
- Identificar la relación clínica del protocolo VEXUS con las mediciones de la presión venosa central en pacientes post cirugía cardiaca que desarrollaron lesión renal aguda.

5. MATERIAL Y METODOS.

Se realizo un estudio observacional, longitudinal, prospectivo, descriptivo poblacional en el periodo de tiempo establecido a partir de la aceptación del protocolo por los comités correspondientes y hasta completar el tamaño de muestra.

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Médica de Alta Especialidad del Hospital de Especialidades Puebla, Centro Médico Nacional “Gral. de División, Manuel Ávila Camacho” del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El marco muestral se obtuvo mediante cálculo de muestra finita, con fórmula de Freeman con un universo de 60 pacientes con un margen de error del 5%, y un nivel de confianza del 95% para obtención de resultado estadísticamente representativo.

Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años sometidos a cirugía cardiaca que requirieron o no apoyo de circulación extracorpórea, en los que se determinó en forma previa a la cirugía perfil bioquímico, con toma de laboratorios que incluyeron pruebas de función renal y hepática. Pacientes con acceso venoso central y con sonda vesical.

Se excluyeron aquellos pacientes con antecedente documentado de enfermedad renal por medición de parámetros de laboratorio considerados todos aquellos con creatinina mayor de 1.5 mg/dl o presencia de BUN > 30, o bien, pacientes que tengan una depuración de creatinina previo a la cirugía menor de 60 mg/dl. Pacientes con antecedentes documentados de lesión hepática por medición de parámetros de laboratorio, características clínicas o resultados de biopsia hepática, con antecedentes de hepatitis B o C documentados con estudios de laboratorio. Todos aquellos pacientes en terapia sustitutiva renal previo a la cirugía independientemente de su modalidad. Aquellos pacientes que sean conocidos como portadores de hipertensión capilar pulmonar por antecedentes clínicos y con ECOTT que corrobore la misma antes del desarrollo de la cirugía, así como pacientes que hayan presentado paro cardio-respiratorio durante tiempo quirúrgico con retorno a circulación espontánea con maniobras de reanimación.

Finalmente, para los criterios de eliminación se consideró a los pacientes que fallecieron durante procedimiento quirúrgico o dentro de las primeras 8 horas del ingreso a Unidad de Cuidados Intensivos y a los que no cumplieron con la medición del protocolo Vexus (Vena cava >2 cm).

Todos los pacientes se sometieron a evaluación POCUS después de la cirugía a las 24 horas y 48 horas. Cada evaluación ecográfica consistió en Doppler de vena

hepática, Doppler de vena porta, Doppler venoso intrarrenal y ecografía de vena cava inferior (VCI).

El diámetro de la VCI se midió en su porción intrahepática a 2 cm de la unión con las venas hepáticas utilizando una vista longitudinal desde una posición subxifoidea. Cuando la ventana subxifoidea no era apropiada por uso de sondas mediastinales, la sonda se movía lateralmente hacia el lado derecho del cuerpo, sobre el hígado, hasta que se lograba una visión adecuada. Se midió el diámetro máximo durante el ciclo respiratorio y se otorgó una clasificación de acuerdo al grado congestivo establecido por el protocolo. Durante dicha valoración se realizó medición de presión venosa central y se calculó el balance hídrico parcial.

Se tomaron muestras de sangre para determinar niveles de creatinina y se calculo índice urinario para determinar desarrollo de lesión renal aguda de acuerdo a los criterios establecidos por KDIGO.

Se cuantifico los días de estancia en el servicio y se captaron los pacientes que requirieron terapia de sustitución renal asi como los que fallecieron independientemente de la causa siempre y cuando cumplieran con los criterios de inclusión.

La información se registró en una hoja de recolección de datos (anexo 1), se pasaron los datos a una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel y se utilizó el programa estadística IBM SPSS Statistics versión 25 para realizar análisis estadístico.

La información obtenida de la población participante, se realizó análisis descriptivo a las variables sociodemográficas y clínicas, mediante medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar) para las variables cuantitativas y de frecuencias y en porcentajes para las variables cualitativas. Para el grado de congestión venosa de acuerdo al protocolo VEXUS al ingreso a la UCI, 24 y 48

horas se utilizó regresión logística. Se realizó pruebas cruzadas determinando el grado de congestión con lesión renal aguda clasificada con KDIGO, se obtuvo un punto de corte con curva de ROC para niveles de PVC y se correlacionó con variables bioquímicas las cuales se muestran en frecuencia y porcentajes.

El protocolo se sometió a registro y autorización por parte del Comité local de Ética en Investigación en Salud del IMSS y posterior a su autorización por parte del Comité de ética, el cual se clasifica sin riesgo (anexo 3), se reunieron los expedientes de los pacientes post-operado de cirugía cardiovascular, que estuvieron internados en la unidad de cuidados intensivos.

ASPECTOS ETICOS

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012 que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos y considerando criterios normativos de carácter administrativo, ético y metodológico y en correspondencia con la Ley General de Salud y el Reglamento en Materia de Investigación para la Salud; este proyecto se considera con riesgo nulo agregado para la población en estudio debido a su metodología de carácter observacional, mismo motivo por el que se determinó la no realización de consentimiento informado. Con el convencimiento por parte del grupo de investigación de no divulgación de datos personales y expediente clínico recabado para la integración de la base de datos.

Los procedimientos propuestos (aplicación del protocolo vexus) se apegaran a las normas éticas estipuladas en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de la Investigación para la Salud y en concordancia con la declaración de Helsinki 1975 y sus enmiendas, así como con los códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas de la investigación clínica, sin identificarse riesgos superiores a los beneficios, ya que tales procedimientos (uso de ultrasonido) no genera radiación y daño a la integridad y salud del paciente. Se respetara cabalmente los principios contenidos en el código de Nuremberg, la Declaración de Helsinki y su enmienda así como los principios de Respeto, Beneficencia y Justicia puestos a disposición en el informe Belmont.

6. RESULTADOS.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la utilidad del protocolo VExUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda, en pacientes post operados de cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla, durante el periodo de recolección de datos se obtuvieron un total de 80 pacientes; de los cuales 20 presentaron criterios de exclusión, 14 pacientes no cumplieron con la medición de vena cava mayor de 2 centímetros a su ingreso, 3 pacientes presentaron diagnostico previo de enfermedad renal crónica y 3 paro cardiorrespiratorio, quedándonos con una muestra de 60 pacientes.

De esta muestra se realizó prueba de normalidad de las variables cuantitativas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov ya que nuestra muestra es mayor de 50 sujetos.

Respecto a las variables sociodemográficas y quirúrgica, se observa que la mayoría de los pacientes, fueron hombres 56.7% y solo el 43.3% mujeres, la media de edad fue de 60.75 años ($DE = 15.095$) con edad mínima de 18 y máxima de 84 años, 51.7 % pacientes fueron sometidos a cirugía de cambio valvular, seguido de 38.3% a cirugía de revascularización.

Variable	f	%
Género		
Masculino	34	56.7
Femenino	26	43.3
Cirugía		
Revascularización	23	38.3
Cambio valvular	31	51.7
Cierre CIV	1.0	1.7
Cierre CIA	5.0	8.3

Tabla 1: Variables sociodemográficas y clínicas de los pacientes integrados en el VEXUS

En cuanto a las variables quirúrgicas en la tabla 2 se presentan las cifras de sangrado y tiempo quirúrgico, así como el balance hidroelectrolítico, tiempo de bomba y pinzado. En lo que respecta al tiempo de la bomba se encontró una media de 1.68 hrs (128 minutos) ($DE = 0.84$); sobre el tiempo de pinzado de 1.13 hrs (73 minutos) ($DE = 0.71$), para el balance hídrico los resultados mostraron que para los ingresos la media fue de 1918.0 mililitros, ($DE = 539.78$), y los egreso 1764.2 mililitros ($DE = 590.7$), con un balance total positivo de 152.3 mililitros ($DE = 384.0$), y con respecto al sangrado la media fue 565.83 mililitros. ($DE = 339.42$).

Variable	\bar{x}	DE	Mínimo	Máximo
Tiempo de bomba	1.68	0.84	0.00	3.28
Tiempo de pinzado	1.13	0.71	0.00	3.12
Ingresos	1918.0	539.78	800.0	3260.0
Egresos	1764.2	590.7	340.0	3480.0
Balance total	152.3	384.0	-980.0	1600.0
Sangrado	565.83	339.42	50	1500

Tabla 2: Variables quirúrgicas, balance hídrico y sangrado de los pacientes integrados en el VEXUS

Para nuestros objetivos específicos se clasificaron a los pacientes de acuerdo al protocolo Vexus en congestión leve, moderada y severa a su ingreso a nuestra unidad, así como a las 24 y 48 hrs.

VEXUS	f	%
Ingreso		
Leve	22	36.7
Moderado	31	51.7
Severo	7	11.7
24 horas		
Leve	42	70.0
Moderado	17	28.3
Severo	1	1.7
48 horas		
Leve	51	85.0
Moderado	9	15.0
Severo	0	0.0

Tabla 3: Clasificación de los pacientes integrados en el VEXUS

Una vez clasificados a un grado de congestión, se determinó el desarrollo o no de lesión renal aguda de acuerdo a criterios KDIGO y se realizó una correlación de acuerdo a la prueba estadística de chi cuadrada encontrando que 35 pacientes (58%) desarrollaron lesión renal aguda al ingreso, de los cuales 5 pacientes se clasificaron en un Vexus leve, 23 en Vexus moderado y 7 pacientes fueron clasificados como Vexus severo.

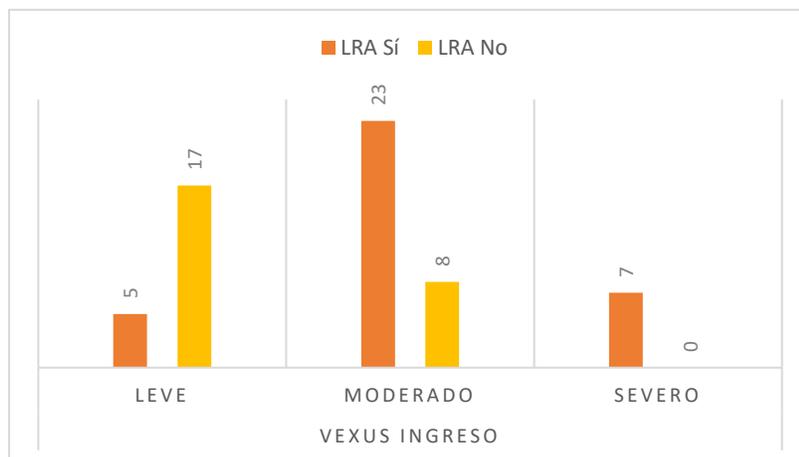


Gráfico 1: Desarrollo de LRA al ingreso de acuerdo a clasificación Vexus.

A las 24 y 48 horas de los 35 pacientes que desarrollaron lesión renal aguda hubo una recategorización de acuerdo al grado de Vexus.

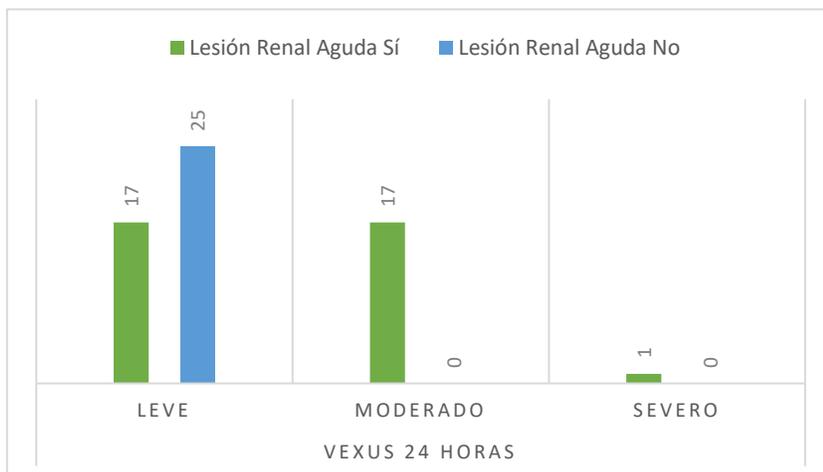


Gráfico 2: Categorización Vexus a las 24 horas.

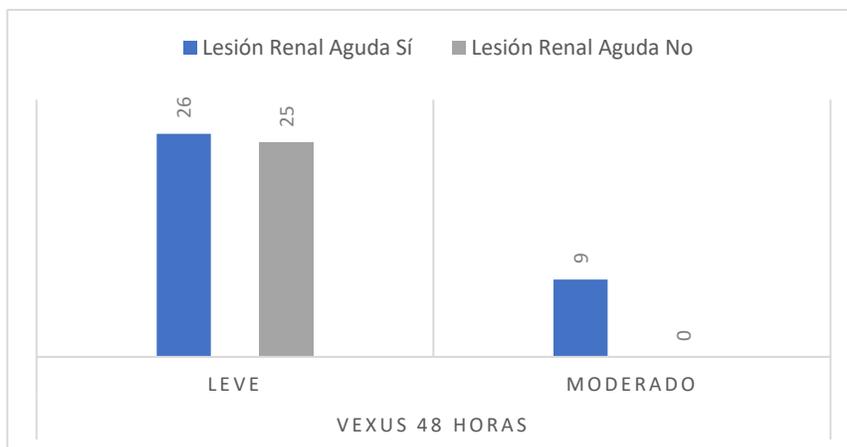


Grafico 3: Categorización Vexus a las 48 hrs.

De la población estudiada se encontró una mortalidad de 6.6% de los cuales fueron catalogados como Vexus severo a su ingreso y con desarrollo de lesión renal aguda.

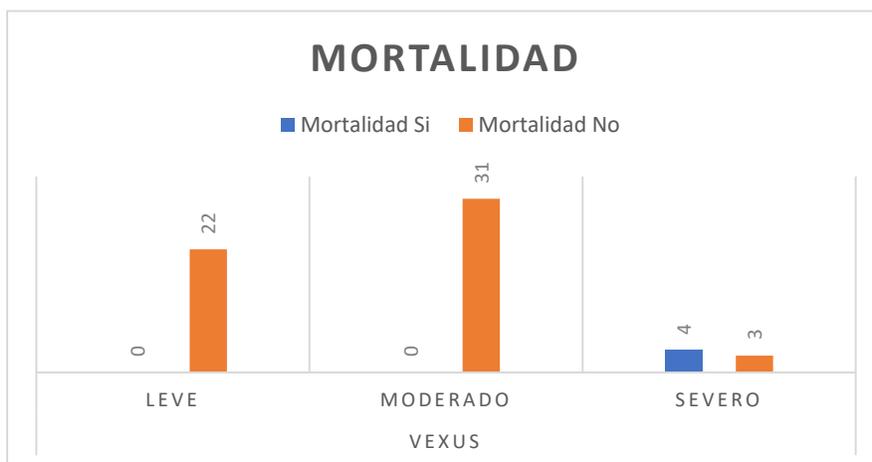
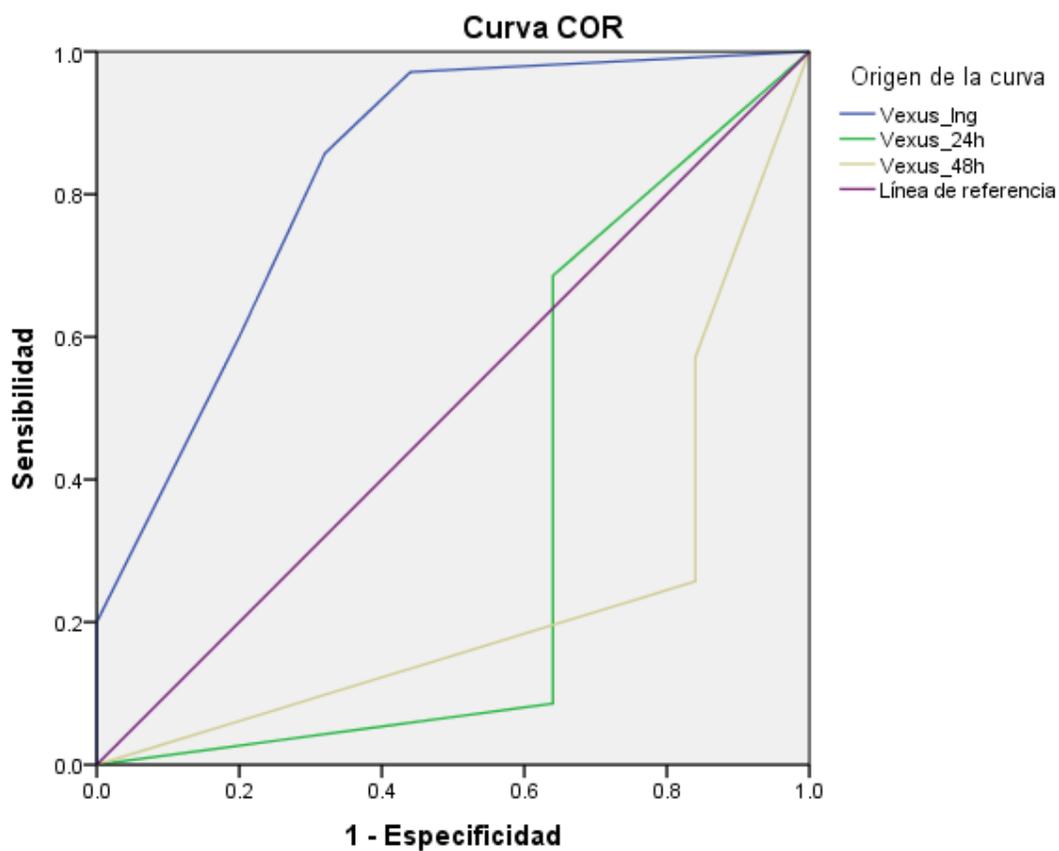


Grafico 4: Mortalidad en pacientes que desarrollaron LRA y se realizo protocolo Vexus.

Para nuestro objetivo general, realizamos prueba con curva de ROC para los pacientes que se les realizo protocolo Vexus al ingreso encontrando alta sensibilidad para predecir LRA con un área bajo la curva de 0.829 en pacientes con Vexus leve, no así en las próximas 24 y 48 horas.



En el análisis de regresión logística multivariado se encontró correlación entre la presencia de sobrecarga hídrica medida por Vexus al ingreso a terapia intensiva con el desarrollo de lesión renal aguda con una $p= 0.007$ (OR 0.114 [IC 0.024-0.546]) en las primeras 48 hrs de evaluación del paciente.

7. DISCUSION.

La lesión renal aguda es una complicación relativamente común de la cirugía cardiotorácica y tiene implicaciones de morbilidad a corto y largo plazo, incluso para aquellos que no progresan a insuficiencia renal. La incidencia de lesión renal de nueva aparición que requiere terapia de sustitución renal es de aproximadamente 28% (2).

El conocimiento profundo de los factores de riesgo de la lesión renal ofrece orientación para la prevención y el tratamiento de la misma.

En adultos sometidos a cirugía cardíaca, el desarrollo de lesión renal aguda se asocia con estancias prolongadas en la UCI y en el hospital y un mayor riesgo de muerte y en el período perioperatorio se asocia con un mayor riesgo de desarrollar posteriormente enfermedad renal crónica. Para aquellos que desarrollan una nueva necesidad de hemodiálisis, el 64% requerirá diálisis permanentemente, y hasta el 90% morirá dentro de 1 año. (2).

El manejo hemodinámico en este tipo de pacientes críticos se ha centrado tradicionalmente en mantener un gasto cardíaco y una presión arterial adecuados al depender de la administración de líquidos y el apoyo vasopresor / inotrópico. Sin embargo, la perfusión de órganos se ve afectada por otros factores importantes entre ellos la congestión venosa, no siendo la presión venosa central un parámetro que permita una valoración fiable de la misma ya que a menudo se pasa por alto al ser una variable estática, invasiva y sujeta a errores de medición, se ha asociado que una presión venosa central alta puede presentar múltiples complicaciones, sin embargo, no está claro que punto de corte de PVC es perjudicial para desencadenar lesión renal (11).

Esto es notable en pacientes que presentan sobrecarga hídrica y que además desarrollan lesión renal, esto ocasiona mayor grado de congestión y nos encontramos ante un círculo vicioso con mayor grado de morbilidad. Esto es de mayor importancia en órganos encapsulados como el riñón, donde al presentar un aumento de la presión intersticial cambia los gradientes de perfusión tisular disminuyendo la función de la nefrona.

Existen parámetros además de la PVC como lo son el balance hídrico acumulado, la variación de peso o presencia de edema en zonas declives para valorar datos de sobrecarga, sin embargo, presenta limitaciones importantes y no nos hablan de que exista una congestión a nivel venoso, por lo que es primordial encontrar estos datos con otros métodos como la ecografía venosa

Con respecto a la valoración de congestión venosa por medio de ecografía Doppler en el postoperatorio encontramos que un 31.7% de los pacientes presentaron

congestión moderada de acuerdo al protocolo VEXUS, se encontró también una alta incidencia del 58.3% del desarrollo de lesión renal aguda, lo que implica que las de la mitad de los pacientes presenta este tipo de complicación, siendo la congestión venosa un factor importante en la etiología, ya que se encuentra que los pacientes con congestión leve que no evolucionaban a congestión moderada o inclusive aquellos en los que se presentó un Vexus 0 a las 24 y 48 hrs del postoperatorio no desarrollaron lesión renal.

Hasta la actualidad existe un solo estudio que realizó una cuantificación de la congestión sistémica el cual dio pauta para una clasificación con ultrasonido. Beaubien-Souligny W y cols en el 2020 (11)). En donde presentaron como resultados que la presencia de congestión severa estuvo más asociada al desarrollo de lesión renal con una alta especificidad de 96% (IC 89-99%) pero baja sensibilidad 27% (IC 15-41%), con un LR (+LR 6.37 IC 2.19-18.5), por otro lado ninguna medición de la presión venosa central o de los grados de VEXUS encontrados superaron al grado de congestión severa. Con estos resultados los autores solo concluyeron que la congestión severa tiene una asociación fuerte con el desarrollo de lesión renal, que concuerda con lo obtenido en nuestro estudio.

En nuestro estudio encontramos una sensibilidad de 82% para predecir desarrollo de lesión renal aguda en aquellos pacientes con Vexus leve al ingreso a nuestra unidad de cuidados intensivos, esto se traduce que es una buena herramienta, ya que a los pacientes que cataloguemos en este grado de congestión podemos realizar maniobras de desescalamiento y evitar que continuemos con congestión venosa, no así en los pacientes que se catalogaron con vexus moderado y severo ya que en ellos se observó que todos desarrollaron lesión renal, de esta forma desechamos la hipótesis nula

Dentro de nuestras limitaciones no fue posible determinar si los pacientes que fallecieron fueron a causa de desarrollar lesión renal aguda y el grado de congestión ya que se consideró un desenlace multifactorial y no significativamente estadístico, de igual manera es un estudio unicéntrico por lo que abre la pauta para próximas investigaciones.

Para nuestro centro hospitalario al ser un lugar que cuenta con programa de cirugía cardíaca es considerado tomar este tipo de herramientas y estudios como área de oportunidad para la evaluación multidisciplinaria en este tipo de pacientes y así mejorar en nuestro abordaje y plan terapéutico para disminuir el porcentaje de morbimortalidad y reducir costos institucionales al evitar que el paciente requiera terapia lenta continua.

8. CONCLUSIONES

El protocolo VEXUS resulto ser una herramienta útil para predecir lesión renal aguda en aquellos pacientes que fueron clasificados como congestión leve, ya que los pacientes que se encontraron en congestión moderada y severa se documentó el desarrollo de lesión renal con alta especificidad, esto lleva a determinar que una terapéutica guiada al encontrar datos de congestión leve nos lleva a prevenir la lesión renal y evitar este tipo de comorbilidad en un mayor porcentaje ante esta etiología.

Sin embargo, al ser una escala con baja sensibilidad no estamos exentos de buscar otras causas de desarrollo de lesión renal estos pacientes para así establecer un plan terapéutico para evitar el desarrollo de la misma y esta a su vez se asocia a más días de estancia hospitalaria así como requerir terapia lenta continua ocasionando mayor gasto hospitalario e inclusive evitar la incidencia de mortalidad en este tipo de pacientes.

Una intervención oportuna de un mecanismo conocido es fundamental para el pronóstico del paciente, por lo que la búsqueda de nuevas herramientas para su evaluación como lo es la ecografía y su evaluación con estadificación es una herramienta útil para la prevención de comorbilidades.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Birnie K, Verheyden V, Pagano D, Bhabra M, Tilling K, Sterne JA, et al. Predictive models for kidney disease: Improving global outcomes (KDIGO) defined acute kidney injury in UK cardiac surgery. *Crit Care*. 2014;18(6).
2. Thiele RH, Isbell JM, Rosner MH. AKI associated with cardiac surgery. Vol. 10, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2015. p. 500–14.
3. Walther CP, Podoll AS, Finkel KW. Summary of clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Hosp Pract (1995)*. 2014;42(1):7–14.
4. Beaubien-Souigny W, Benkreira A, Robillard P, Bouabdallaoui N, Chassé M, Desjardins G, et al. Alterations in portal vein flow and intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: A prospective observational cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(19).
5. Chen CY, Zhou Y, Wang P, Qi EY, Gu WJ. Elevated central venous pressure is associated with increased mortality and acute kidney injury in critically ill patients: A meta-analysis. *Crit Care*. 2020;24(1):1–8.
6. Chen KP, Cavender S, Lee J, Feng M, Mark RG, Celi LA, et al. Peripheral edema, central venous pressure, and risk of AKI in critical illness. Vol. 11, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2016. p. 602–8.
7. Saito S, Uchino S, Takinami M, Uezono S, Bellomo R. Postoperative blood pressure deficit and acute kidney injury progression in vasopressor-dependent cardiovascular surgery patients. *Crit Care*. 2016;20(1).
8. Li D-K, Wang X-T, Liu D-W. Association between elevated central venous pressure and outcomes in critically ill patients. *Ann Intensive Care*. 2017;7:83.
9. Van Diepen S, Katz JN, Albert NM, Henry TD, Jacobs AK, Kapur NK, et al. Contemporary Management of Cardiogenic Shock: A Scientific Statement from the American Heart Association. Vol. 136, *Circulation*. 2017. p. e232–68.

10. De Backer D, Cortes DO, Donadello K, Vincent J-L. Pathophysiology of microcirculatory dysfunction and the pathogenesis of septic shock. *virulence* 2014;5:73–9.
11. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020 Dec;12(1).
12. Zhang J, Critchley LAH. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction. *Anesthesiology.* 2016;124(3):580–9.
13. Styczynski G, Milewska A, Marczewska M, Sobieraj P, Sobczynska M, Dabrowski M, et al. Echocardiographic Correlates of Abnormal Liver Tests in Patients with Exacerbation of Chronic Heart Failure. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(2):132–9.
14. Denault AY, Beaubien-Souligny W, Elmi-Sarabi M, Eljaiek R, El-Hamamsy I, Lamarche Y, et al. Clinical significance of portal hypertension diagnosed with bedside ultrasound after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2017;124(4):1109–15.
15. Singh N, Kumar K, Nagaraja P, Manjunatha N. Portal venous pulsatility fraction, a novel transesophageal echocardiographic marker for right ventricular dysfunction in cardiac surgical patients. *Ann Card Anaesth.* 2020;23(1):39–42.
16. Eljaiek R, Cavayas YA, Rodrigue E, Desjardins G, Lamarche Y, Toupin F, et al. High postoperative portal venous flow pulsatility indicates right ventricular dysfunction and predicts complications in cardiac surgery patients. *Br J Anaesth.* 2019;122(2):206–14.
17. Iida N, Seo Y, Sai S, Machino-Ohtsuka T, Yamamoto M, Ishizu T, et al. Clinical

Implications of Intrarenal Hemodynamic Evaluation by Doppler
Ultrasonography in Heart Failure. *JACC Hear Fail.* 2016;4(8):674–82.

10. ANEXOS

10.1 TABLAS Y FIGURAS.

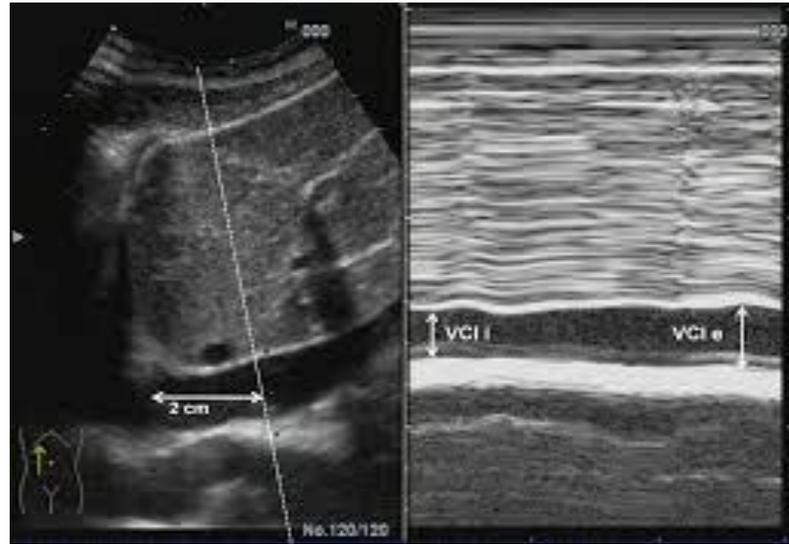


Fig 1: Mediciones ecográficas de la vena cava inferior (VCI). El panel de arriba muestra una exploración bidimensional de la VCI con la aurícula derecha y exploración en modo M con variaciones de diámetro respiratorio.

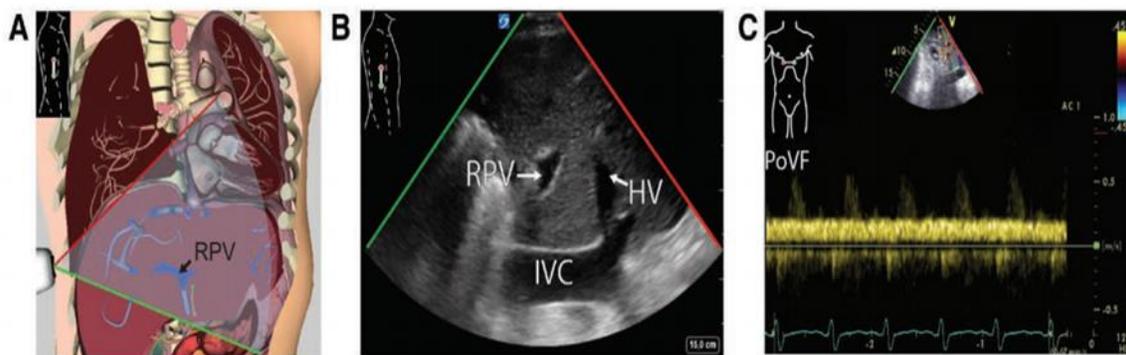


Fig 2: Flujo venoso portal (PoVF). A, posición de la vena porta derecha (RPV) obtenida de una vista axilar posterior. B) Imagen de ecografía transtorácica 2D correspondiente que muestra la posición relativa de la RPV, la vena cava inferior (IVC) y la vena hepática (HV). C: Evaluación con Doppler del flujo venoso portal

mediante Doppler de onda pulsada que muestra un flujo monofásico continuo con variaciones mínimas. Las velocidades venosas porta normales oscilan entre 10 y 30 cm / sy tienen una señal positiva que indica que la sangre se dirige hacia el transductor.



Fig 3. Flujo de la vena esplénica (SVF). A, posición de la vena esplénica (SV) obtenida de una vista axilar posterior. (B) imagen de ecografía transtorácica 2D correspondiente que muestra la posición relativa del SV en relación con la arteria esplénica (SA). C, Evaluación Doppler del flujo venoso esplénico mediante Doppler de onda pulsada que muestra un flujo monofásico continuo con variaciones mínimas.

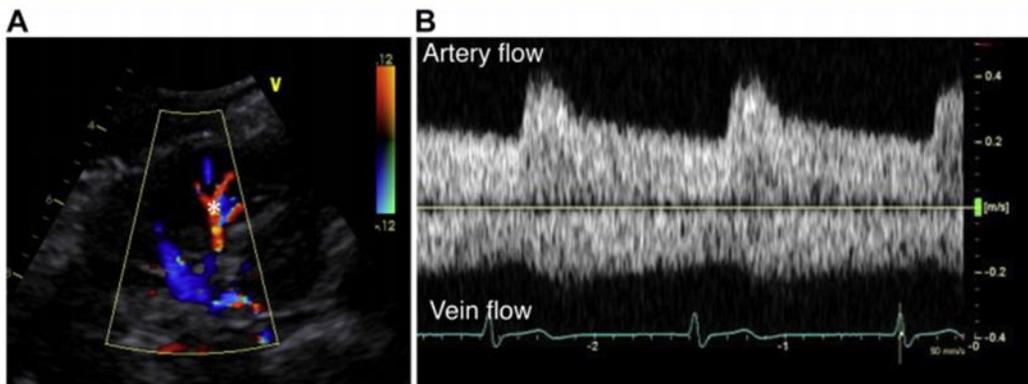


Fig 4. Doppler color, imágenes de un riñón derecho. (A) *Posición del volumen de la muestra Doppler en los vasos interlobares. Arteria intrarrenal (señales Doppler ascendentes) y vena (señales Doppler descendentes) en patrón monofásico. (B) patrón de flujo venoso continuo

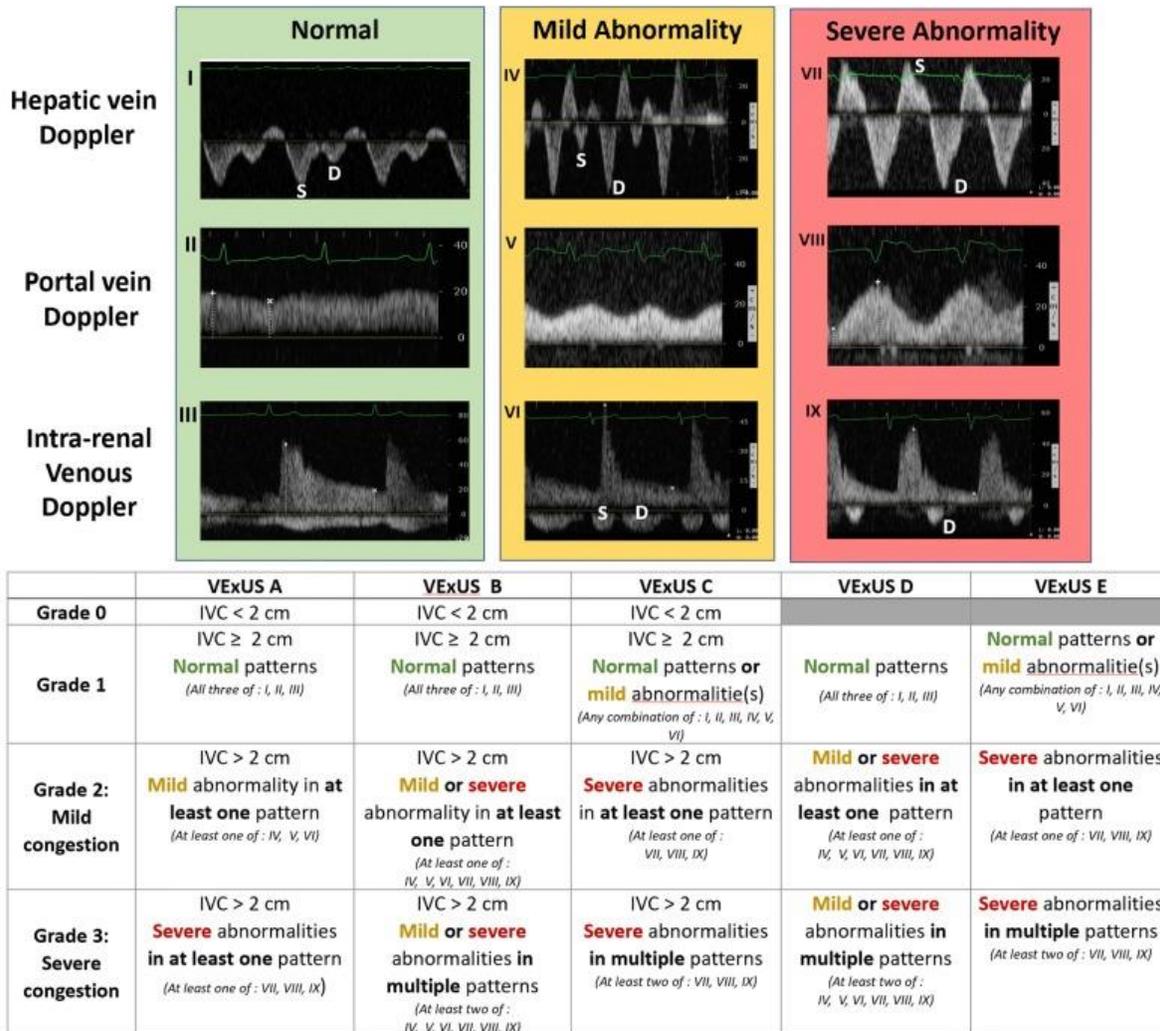


Figura 5. Clasificación y grados de congestión venosa de acuerdo a valoración ecográfica por protocolo VEXUS.

ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	<p style="text-align: center;">INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL DELEGACIÓN ESTATAL PUEBLA HOSPITAL DE ESPECIALIDADES PUEBLA</p> <p style="text-align: center;"><u>HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</u> Utilidad del Protocolo VEXUS como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardíaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades Puebla IMSS</p>	
---	---	---

NOMBRE DEL PACIENTE:
EDAD:
NSS:
SEXO:
FECHA Y HORA:
CIRUGIA REALIZADA:

TIEMPO DE BOMBA	PINZAMIENTO:
INGRESOS:	EGRESOS: BALANCE TOTAL:
SANGRADO:	TRANFUSION:
CREATININA:	BUN: UREA:

	INGRESO	24 HRS	48 HRS
VEXUS			
PVC			
BALANCE TOTAL			
INDICE URINARIO			
CREATININA			
BUN			
UREA			
LRA	SI	NO	
TRRLC	SI	NO	
MORTALIDAD	SI	NO	
DIAS UCI			

ANEXO 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Autorización del protocolo	X					
Recolección de datos		X	X	X	X	
Análisis de datos						X
Redacción de resultados						X
Presentación de resultados						X

ANEXO 3. EXCEPCIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de **Hospital de especialidades Puebla** que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **Utilidad del Protocolo vexus como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos** es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Diagnóstico del paciente
- b) Parámetros hemodinámicos
- c) Información de hoja quirúrgica
- d) USG Doppler
- e) Parámetros sociodemográficos

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **Utilidad del Protocolo vexus como herramienta para predecir riesgo de lesión renal aguda en pacientes post cirugía cardiaca admitidos a la unidad de cuidados intensivos**, cuyo propósito es producto tesis.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente

Nombre: Virginia Pardo Chávez. 

Categoría contractual: Residente

Investigador(a) Filemón Ledezma Ruiz 

Investigador clínico responsables: Angelica Porras Juárez 