



Revisión

La ultrasonografía VExUS en la evaluación de la congestión venosa sistémica: una herramienta esencial para el nefrólogo moderno

Jose de Jesus Lascano Contreras  ¹

¹Asociación Hospital Vila Nova, Puerto Alegre, Brasil

Cómo citar: Lascano Contreras JJ. La ultrasonografía VExUS en la evaluación de la congestión venosa sistémica: una herramienta esencial para el nefrólogo moderno. Rev. Colomb. Nefrol. 2026; 13(2), e1018. <https://doi.org/10.22265/acnef.13.2.1018>

Resumen

Contexto: la congestión venosa sistémica es un factor clave en la fisiopatología y el pronóstico de múltiples condiciones críticas como la insuficiencia cardíaca, la sepsis y la lesión renal aguda (LRA). Tradicionalmente subestimada y de difícil evaluación con métodos convencionales, su identificación precisa es esencial para el manejo clínico. En este contexto, la ultrasonografía a la cabecera y, en particular, el protocolo VExUS (Venous Excess Ultrasound Score) han surgido como una herramienta no invasiva, dinámica y reproducible para evaluar directamente la congestión venosa y su repercusión orgánica.

Objetivo: revisar los fundamentos fisiopatológicos de la congestión venosa, su impacto clínico, las limitaciones de herramientas diagnósticas tradicionales como la medición de la vena cava inferior (VCI), y detallar la metodología de VExUS, que combina el análisis ecográfico de la VCI, las venas hepáticas, la vena porta y las venas renales.

Metodología: se describe el sistema de puntuación VExUS y su interpretación clínica. Además, se exploran sus aplicaciones prácticas en diversos escenarios de la nefrología, como las unidades de cuidados intensivos, salas de emergencia, salas clínicas, clínicas ambulatorias, unidades de diálisis y en el manejo del síndrome cardiorrenal. Luego, se discuten estrategias de capacitación necesarias para la implementación de VExUS en la práctica nefrológica.

Palabras clave: VExUS, ultrasonografía Doppler, congestión venosa, lesión renal aguda, hemodinámica, síndrome cardiorrenal.

✉ **Correspondencia:** Jose de Jesus Lascano Contreras, Rua Catarino Andreatta, 155 - Vila Nova, apartado aéreo 91750-040, Puerto Alegre, Brasil. Correo-e: joseласcano79@gmail.com

Recepción:

18/May/2025

Aceptación:

01/Jul/2025

Publicación:

27/Jul/2026



Resultados: la evidencia revisada indica que el protocolo VExUS permite identificar y graduar la congestión venosa sistémica mediante la evaluación integrada de la vena cava inferior, las venas hepáticas, la vena porta y las venas intrarrenales. Los estudios disponibles muestran su utilidad para la estratificación del riesgo de lesión renal aguda y para orientar la evaluación y el manejo individualizado de la sobrecarga de volumen en diferentes escenarios clínicos. Sin embargo, la evidencia se concentra principalmente en pacientes críticos y posoperatorios, por lo que su aplicación en otras poblaciones requiere mayor validación.

Conclusiones: el protocolo VExUS representa un avance significativo en la evaluación hemodinámica del paciente nefrológico, al proporcionar una estimación más precisa de la congestión venosa, en comparación con los métodos tradicionales. Su uso permite una mejor individualización del manejo de fluidos, la titulación de diuréticos y la prevención de la lesión renal aguda y otras complicaciones. La incorporación de esta herramienta en la práctica clínica del nefrólogo puede mejorar los desenlaces clínicos y facilitar el trabajo interdisciplinario, especialmente con medicina intensiva y cardiología. Su implementación requiere entrenamiento estructurado, pero es factible con programas breves de formación.

VExUS ultrasonography in the assessment of systemic venous congestion: An essential tool for the modern nephrologist

Abstract

Introduction: Systemic venous congestion is a frequently underestimated but clinically relevant finding, especially in critically ill patients with heart failure, acute kidney injury (AKI), sepsis, or chronic kidney disease. Traditional tools to assess volume status and congestion often lack sensitivity and accuracy. The emergence of point-of-care ultrasound (POCUS), and specifically the VExUS protocol (Venous Excess Ultrasound Score), provides nephrologists with a dynamic and integrative method for evaluating hemodynamic congestion and its impact on target organs.

Objective: This article offers a comprehensive review of the VExUS protocol, detailing the pathophysiological basis of systemic venous congestion, its clinical relevance, and the limitations of conventional tools such as inferior vena cava diameter assessment. It explains the methodology of the VExUS protocol, which combines ultrasound evaluation of the inferior vena cava, hepatic veins, portal vein, and intrarenal veins using Doppler.

Methodology: The grading system of VExUS is presented to stratify the severity of congestion and guide therapeutic decisions. The clinical applications of VExUS in various nephrology settings—including intensive care units, emergency departments, dialysis units, and outpatient clinics—are discussed, as well as its role in the management of cardiorenal syndrome and fluid therapy individualization.

Results: The reviewed evidence indicates that the VExUS protocol allows for the identification and grading of systemic venous congestion through the integrated assessment of the inferior vena cava, hepatic veins, portal vein, and intrarenal veins. Available studies demonstrate its usefulness for risk stratification of acute kidney injury and for guiding the assessment and individualized management of fluid overload across different clinical settings. However, the available evidence is concentrated primarily in critically ill and postoperative patients, and its application to other populations requires further validation.



Conclusions: VExUS represents a significant advancement in the evaluation of systemic venous congestion, allowing for earlier detection, risk stratification, and personalized management. Its implementation improves diagnostic accuracy and therapeutic precision, particularly in fluid overload and AKI scenarios. With appropriate training, nephrologists can effectively integrate this tool into daily practice, enhancing multidisciplinary collaboration and patient outcomes.

Keywords: VExUS, systemic venous congestion, Doppler ultrasound, acute kidney injury, cardiorenal syndrome, hemodynamic monitoring.

Introducción

La congestión venosa sistémica representa un hallazgo clínico frecuentemente subestimado, que lleva a consecuencias importantes sobre órganos como el riñón, el hígado y el intestino, y representa una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados con insuficiencia cardíaca, sepsis, LRA y otras condiciones críticas [1–4].

Su identificación y manejo adecuados son determinantes para mejorar los desenlaces clínicos; sin embargo, los métodos convencionales para su evaluación son limitados y poco sensibles [5–8]. Es por eso que, en los últimos años, la incorporación de la ultrasonografía a la cabecera del paciente ha revolucionado el abordaje del volumen intravascular, permitiendo al nefrólogo una valoración directa y dinámica del estado de congestión [9].

En 2020, Beaubien-Souligny *et al.* [10] integraron el método Doppler para evaluar la congestión, utilizando el protocolo VExUS, para así no solo detectar la congestión, sino también estimar su severidad y su repercusión clínica. Este enfoque ha revolucionado la forma como se interpreta la sobrecarga de volumen y se individualiza el manejo de fluidos y la diureticoterapia en distintos escenarios clínicos [11].

Congestión venosa sistémica: fisiopatología y relevancia clínica

La congestión venosa sistémica ocurre cuando la presión venosa central se eleva de manera sostenida, transmitiéndose retrógradamente hacia territorios venosos como las venas hepáticas, porta e intrarrenales [3, 4]. Esta elevación de presión no solo refleja un desequilibrio hemodinámico, sino que tiene implicaciones fisiopatológicas graves como las siguientes: elevación de la presión hidrostática intersticial y generación de edema, alteración de la perfusión capilar, hipoxigenación tisular y daño celular [1, 3, 4, 11]. En órganos como el riñón, esta presión venosa retrógrada puede inducir una nefropatía congestiva, caracterizada por disfunción glomerular y tubular secundaria a la compresión vascular y la hipoxia intersticial.

Desde el punto de vista clínico, la congestión venosa refleja enfermedad avanzada y también contribuye activamente al daño orgánico y a una mayor morbilidad [1,3,4,11]. El estudio PICARD (Program to Improve Care in Acute Renal Disease) mostró que una sobrecarga hídrica >10 % al inicio de la diálisis se asociaba con una mayor mortalidad (OR 2.07, IC 95 %: 1.27-3.37) [12], al igual que el estudio SOAP (Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients), que evidenció que un balance hídrico más positivo se correlacionaba con una menor sobrevida en pacientes con sepsis y LRA [13]. Además, un ensayo reciente (2018) validó que una estrategia restrictiva de fluidos reducía el riesgo de sobrecarga sin comprometer la perfusión tisular, destacando la importancia de evaluar con precisión la congestión venosa [14].

Herramientas convencionales como el examen físico, la radiografía de tórax o la bioimpedancia tienen una sensibilidad y especificidad limitada en la evaluación de la congestión sistémica [5-8]. En este escenario, la ecografía se ha consolidado como una herramienta esencial, gracias a su excelente relación de costo-beneficio. En particular, la incorporación del Doppler pulsado con el protocolo VExUS, para evaluar los flujos en las venas hepáticas, porta e intrarrenales, es un enfoque que ha permitido determinar si la sobrecarga de volumen se traduce en congestión significativa y disfunción orgánica [3,9-11].

Recientemente, una revisión sistemática, que incluyó nueve estudios observacionales con un total de 1.036 pacientes críticamente enfermos, evaluó la asociación entre el puntaje VExUS y la incidencia de LRA. Los resultados mostraron que los pacientes con congestión venosa ($VExUS \geq 2$) tenían una mayor incidencia de LRA en comparación con aquellos sin congestión (OR 2.63, IC 95 %: 1.06-6.54). Sin embargo, no se encontró una asociación significativa entre el puntaje VExUS y la mortalidad por todas las causas [15]. Así, comprender los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y aplicar herramientas de evaluación dinámicas como la ecografía Doppler es crucial para detectar precozmente la congestión, prevenir el daño orgánico y mejorar los desenlaces clínicos.

Limitaciones de la medición de la vena cava inferior

La vena cava inferior (VCI) ha sido utilizada como marcador indirecto de la presión venosa central (PVC), pero estudios recientes han evidenciado sus limitaciones [16]. Por ejemplo, en un estudio con sujetos expuestos a hipoxia por altitud elevada, se observó un aumento de la PVC sin cambios en el diámetro de la VCI, lo que sugiere que esta medición puede no detectar elevaciones agudas de la presión venosa [17].

Además, una revisión sistemática y el metaanálisis concluyeron que la medición ecográfica del diámetro de la VCI no es un sustituto confiable para estimar la PVC en pacientes críticos [18], debido a la alta variabilidad interindividual y a la influencia de múltiples factores, como la edad, el sexo, la presión intraabdominal y la presencia de enfermedades cardíacas o respiratorias [19].

Frente a estas evidencias, resulta necesario adoptar enfoques más holísticos e integrados para la evaluación de la congestión sistémica. Métodos como el puntaje VExUS, que combina el análisis de la VCI con el estudio Doppler de otros flujos venosos, permiten una valoración más completa y precisa de la congestión venosa y su impacto sobre los órganos diana [3, 9–11, 20].

Fisiopatología y fundamentos de VExUS

El protocolo VExUS permite la evaluación integrada de la congestión venosa sistémica a través del análisis del flujo Doppler en cuatro territorios anatómicos clave: la VCI, las venas hepáticas, la vena porta y las venas renales. La presión venosa central elevada se transmite retrógradamente hacia estos vasos, alterando los patrones fisiológicos de flujo. Estas alteraciones reflejan la magnitud y el impacto hemodinámico de la congestión sobre órganos específicos [3, 9–11, 20].

Venas hepáticas

En condiciones normales, el flujo venoso hepático es trifásico, con una onda sistólica (S) predominante, seguida por una onda diastólica (D) y ondas retrógradas menores (A y ocasionalmente V). El aumento de la presión en la aurícula derecha, como ocurre en la insuficiencia tricuspídea o disfunción ventricular derecha, disminuye la onda S o incluso la revierte, para así generar una onda S negativa (retrógrada), lo cual es un signo sensible de congestión venosa sistémica (véase segunda etapa) [3, 9–11, 20].

Vena porta

El flujo portal normal es continuo o muestra una leve pulsatilidad. Sin embargo, en presencia de una congestión venosa significativa, se observa un patrón altamente oscilante, con una fracción de pulsatilidad mayor al 50 %, lo cual es un indicativo de la transmisión de la presión venosa central elevada hacia la circulación portal. Este hallazgo se ha asociado con disfunción ventricular derecha, balance hídrico positivo y mayor riesgo de lesión hepática y renal congestiva (véase tercera etapa) [3, 9–11, 20].

Venas renales

El patrón normal de flujo en las venas intrarrenales (interlobares o arcuatas) es continuo. La congestión venosa se manifiesta con patrones discontinuos: bifásicos (pérdida de la continuidad del flujo) o monofásicos (flujo exclusivamente diastólico o incluso reverso), lo que refleja un aumento significativo de la presión venosa en el parénquima renal. Estos patrones se han correlacionado con un mayor riesgo de lesión renal aguda (LRA), una menor respuesta a diuréticos y peores desenlaces clínicos en pacientes con insuficiencia cardíaca (véase cuarta etapa) [3, 9–11, 20].

Las cuatro etapas para realizar el protocolo VExUS

El protocolo VExUS se realiza con un ecógrafo portátil o de consola, con capacidad para Doppler pulsado. Los transductores más utilizados son el transductor convexo de baja frecuencia (2-5 MHz) y el transductor sectorial o cardíaco (1-5 MHz). Ambos permiten la aplicación combinada de modo B (bidimensional) y Doppler, esenciales para el análisis de diámetros vasculares y de los patrones de flujo venoso hepático, portal y renal.

Primera etapa

Se inicia con la evaluación ecográfica de la VCI (figura 1). Si se identifica una VCI dilatada (>2 cm) con colapso inspiratorio reducido ($<50\%$), se continua el protocolo. En esta etapa no es necesario el análisis Doppler.

Primera etapa (evaluar VCI)
¿Vena cava inferior (VCI) > 2 cm?



Figura 1. Evaluación de la VCI

Fuente: elaboración propia.

Segunda etapa

Luego, se hace la evaluación de las venas hepáticas (longitudinal subcostal). Usamos cualquiera de las tres venas para evaluar el patrón Doppler (la medial y la derecha son las más fáciles de ver). El Doppler de la vena hepática está compuesto por una onda sistólica (onda S) y una onda diastólica (onda D), y a medida que la congestión venosa aumenta, hay alteración en esas ondas con los patrones observados en la figura 2.

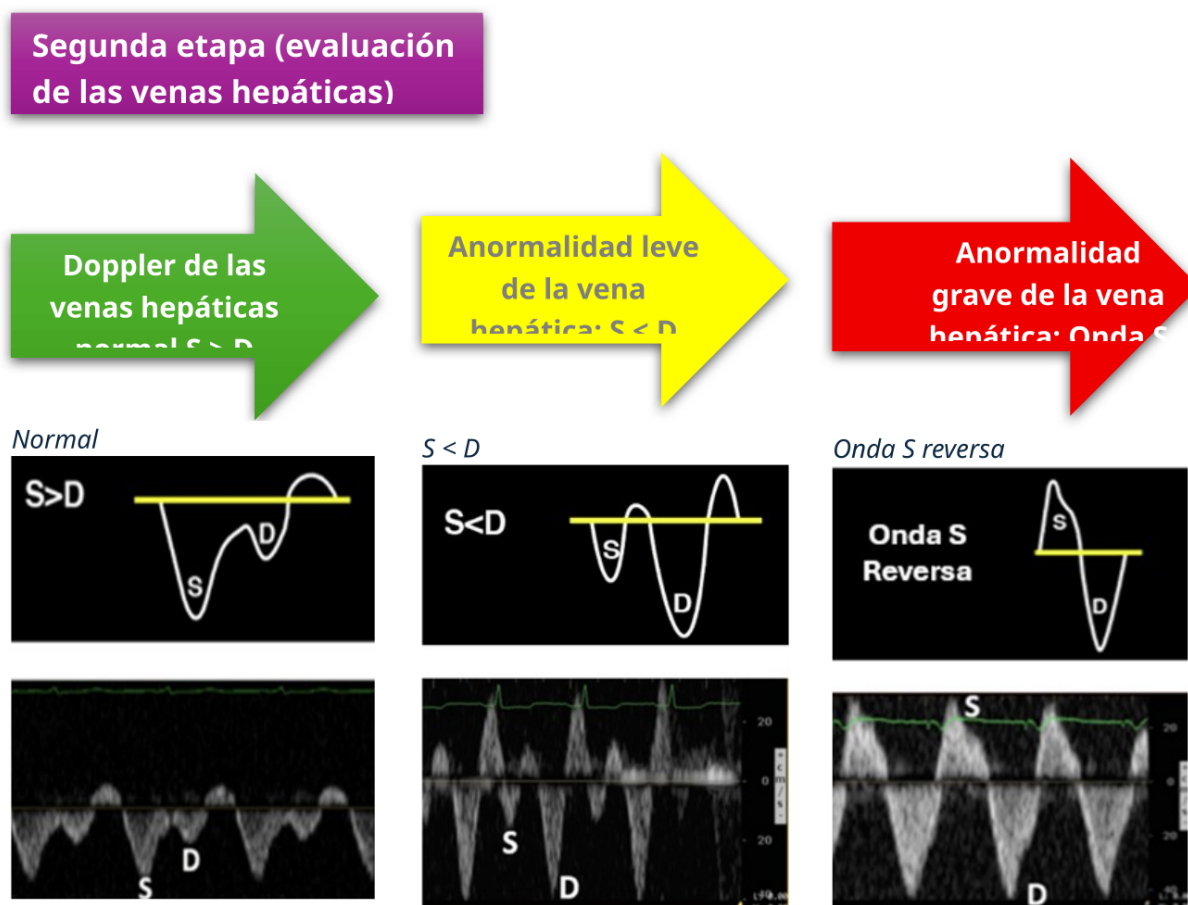


Figura 2. Evaluación de las venas hepáticas

Fuente: Pocus 101 [21].

Tercera etapa

En la tercera etapa, se realiza la evaluación de la vena porta (transversa epigástrica) (figura 3). El Doppler de la vena porta es normalmente monofásico, con poca o ninguna variación. A medida que la congestión aumenta, se observa una pulsatilidad creciente, que puede ser interpretada con el Índice de Pulsatilidad (IP), calculado a su vez con la fórmula: $V_{max} - V_{min} / V_{max}$.

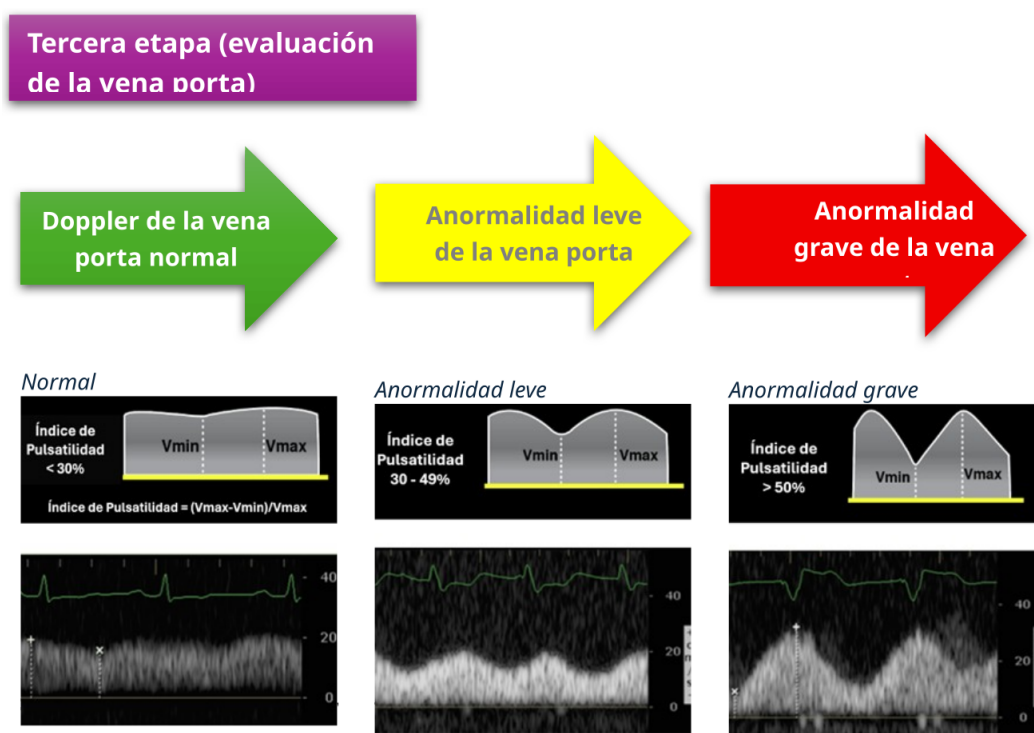


Figura 3. Evaluación de la vena porta

Fuente: Pocus 101 [21].

Cuarta etapa

En la cuarta etapa, se hace la evaluación de las venas renales (plano coronal con visión del hilio renal) (figura 4). Es la ventana más difícil de encontrar durante la realización del protocolo, ya que las venas intrarrenales son relativamente pequeñas y pueden ser encontradas en la misma incidencia que los vasos arteriales. Se enfoca en la parte inferior del Doppler la cual corresponde al componente venoso. Las venas intrarrenales presentan un flujo monofásico; a medida que la congestión venosa comienza a aumentar, ocurre una disminución del componente sistólico de la onda, con progresión para bifásico (fase sisto-diastólica) y, finalmente, la ausencia completa del flujo sistólico, con la presencia exclusiva de flujo monofásico (solamente diastólico).

Puntuación del protocolo VExUS y la severidad de la congestión venosa

El protocolo VExUS clasifica la congestión venosa en cuatro grados (tabla 1), que van del 0 al 3, en función del diámetro de la VCI y de las alteraciones en los patrones del Doppler venoso observados en las venas hepática, porta e intrarrenal [3, 9–11, 20].

- VExUS 0 (sin congestión): VCI <2 cm.
- VExUS 1 (congestión leve): VCI >2 cm con patrones de flujo venoso normales o levemente alterados en una o más venas (hepática, porta o intrarrenal).
- VExUS 2 (congestión moderada): VCI >2 cm con al menos un patrón de flujo venoso gravemente alterado.
- VExUS 3 (congestión grave): VCI >2 cm con alteraciones graves en dos o más patrones de flujo venoso.

Algunos hallazgos específicos, como la inversión del flujo en las venas hepáticas o un patrón monofásico en las venas renales, indican una congestión significativa. Este último hallazgo se asocia con un peor pronóstico.

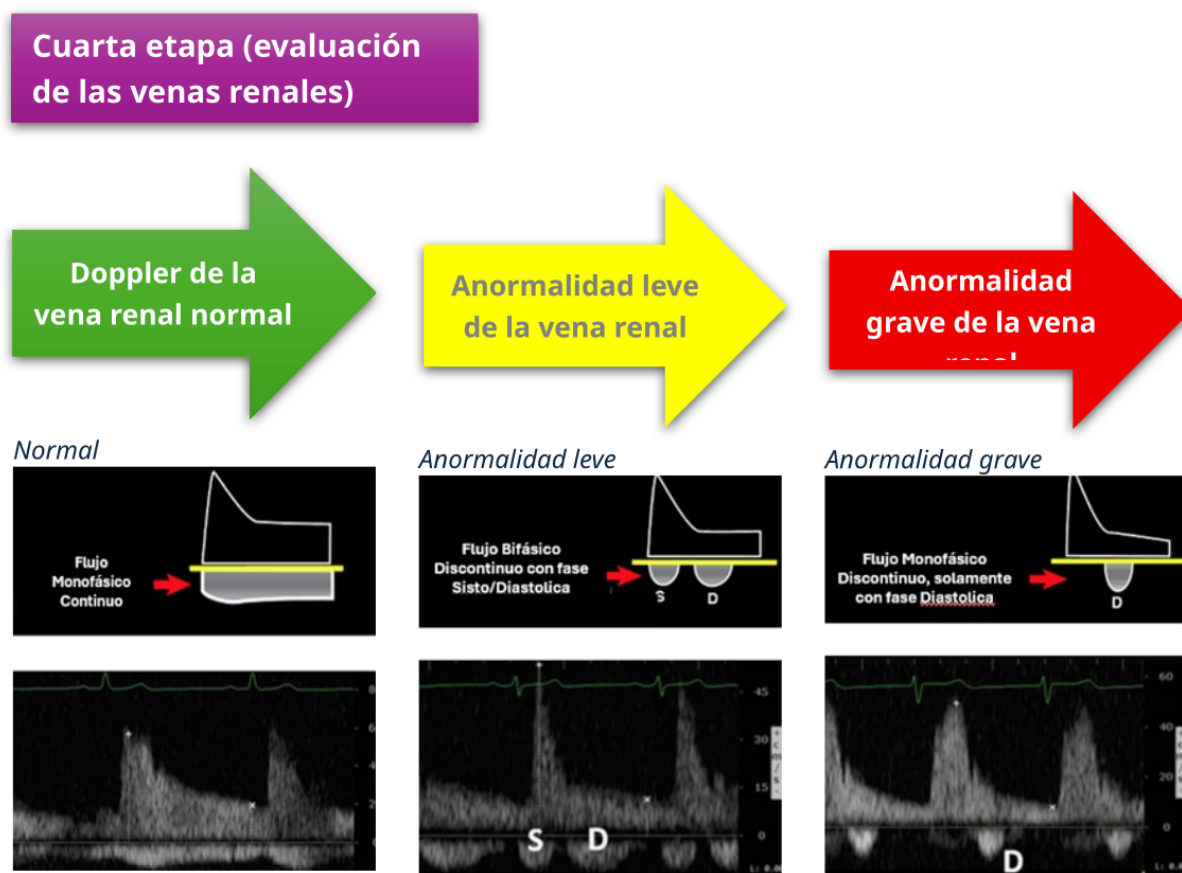


Figura 4. Evaluación de las venas renales

Fuente: Pocus 101 [21].

Tabla 1. Clasificación del puntaje VExUS

Grado VExUS	Criterios ecográficos	Interpretación clínica
VExUS grado 0	VCI <2 cm	Sin congestión
VExUS grado 1	VCI >2 cm con cualquier combinación de patrones normales o levemente anormales	Congestión leve
VExUS grado 2	VCI >2 cm y al menos un patrón gravemente anormal	Congestión moderada
VExUS grado 3	VCI >2 cm con más de dos patrones gravemente anormales	Congestión grave

Fuente: elaboración propia.

Aplicaciones clínicas de VExUS en nefrología

El protocolo VExUS se ha convertido en una herramienta valiosa en la práctica nefrológica, ya que permite una evaluación más precisa del estado de congestión venosa del paciente. Este abordaje facilita una mejor toma de decisiones clínicas, especialmente en lo relacionado con la administración de fluidos o el inicio de estrategias de descongestión, como el uso de diuréticos o la ultrafiltración [3, 9–11, 20].

La tabla 2 describe los principales escenarios clínicos en los que el nefrólogo puede implementar el protocolo VExUS, para optimizar el manejo del volumen y mejorar los desenlaces del paciente [3, 20, 22, 23].

Entrenamiento y capacitación en VExUS para nefrólogos

Los nefrólogos pueden adquirir competencias básicas en VExUS con programas cortos de formación teórico-práctica. Se recomienda un mínimo de 25 a 50 estudios supervisados, para lograr una competencia básica. Sociedades como la ASN (American Society of Nephrology) han comenzado a incluir ultrasonografía en sus programas de formación [24, 25].

Tabla 2. Principales escenarios clínicos para la utilización de VExUS

Escenario clínico	Aplicaciones de VExUS	Comentarios
UCI clínica y quirúrgica	• Detección temprana de congestión significativa • Diferenciación entre hipoperfusión y congestión • Monitorización de la respuesta a terapias • Prevención de lesión renal por sobrecarga de volumen	Rápido, portátil y no invasivo; permite tomar decisiones inmediatas en pacientes con deterioro renal agudo, sin necesidad de marcadores bioquímicos.
Emergencia	• Evaluación rápida del estado de volumen • Apoyo en decisiones de hidratación/restricción • Diferenciación entre congestión e hipoperfusión • Estratificación de riesgo	Rápido, portátil y no invasivo; permite tomar decisiones inmediatas en pacientes con deterioro renal agudo, sin necesidad de marcadores bioquímicos.
Salas clínicas y quirúrgicas	• Seguimiento en recuperación de la LRA • Identificación de congestión residual • Prevención de recaídas (insuficiencia cardíaca, cirrosis) • Guía de ajuste de diuréticos y alta hospitalaria	Proporciona evaluación fisiológica más allá de signos clínicos tradicionales; disminuye la necesidad de rehospitalizaciones y ajustes empíricos.
Clínica ambulatoria de nefrología	• Detección de congestión subclínica en la enfermedad renal crónica • Prevención del uso excesivo de diuréticos • Determinación de inicio o ajuste de diálisis • Evaluación de riesgo cardiovascular	Permite una evaluación estructurada del estado hemodinámico en pacientes estables, para así mejorar la planificación terapéutica personalizada.
Hemodiálisis (HD) y diálisis peritoneal (DP)	• Evaluación de la congestión pre/post sesión • Ajuste preciso del peso seco • Detección de falla en DP por congestión • Guía individualizada de ultrafiltración • Reducción de complicaciones cardiovasculares	Favorece una hemodiálisis más segura y efectiva; optimiza resultados en DP y mejora la calidad de vida del paciente a largo plazo.

Síndrome cardiorrenal / Interacción con cardiología	• Evaluación de la interacción cardiorrenal • Complemento a ecocardiografía • Apoyo en selección de terapias (diuréticos, inotrópicos) • Monitoreo de respuesta • Facilidad en la colaboración multidisciplinaria	VExUS actúa como lenguaje común entre especialidades; mejora la toma de decisiones en situaciones de alta complejidad clínica.
--	---	--

Fuente: elaboración propia.

Limitaciones y consideraciones de VExUS

Aunque el protocolo VExUS representa una herramienta prometedora para la evaluación hemodinámica no invasiva de la congestión venosa, reconocer sus limitaciones es esencial para lograr una interpretación adecuada y contextualizada en la práctica clínica [11].

En primer lugar, la fiabilidad de VExUS puede verse comprometida por condiciones anatómicas o técnicas que dificultan la obtención de ventanas ecográficas adecuadas, especialmente en pacientes con obesidad, ventilación mecánica o intervenciones quirúrgicas previas en el abdomen. Además, el protocolo requiere experiencia y entrenamiento en ultrasonografía Doppler, para identificar de forma precisa los patrones patológicos de flujo en la vena hepática, vena porta y venas intrarrenales [24,25].

Otro aspecto relevante es que VExUS se fundamenta en la evaluación de la presión venosa sistémica como reflejo de la congestión hemodinámica. Sin embargo, esta correlación no siempre es lineal ni exclusiva: existen múltiples factores que pueden alterar los patrones Doppler, sin reflejar necesariamente un estado de congestión significativa, como enfermedades hepáticas crónicas, cirrosis, trombosis venosa, hipertensión pulmonar o disfunción del ventrículo derecho. Por lo tanto, la interpretación de VExUS debe realizarse en conjunto con otros hallazgos clínicos [3,9–11,20].

Es importante destacar que el protocolo original de VExUS fue desarrollado y validado principalmente en pacientes de cuidados intensivos postoperatorios, especialmente tras la cirugía cardíaca. Aunque estudios subsecuentes han explorado su uso en otras poblaciones, como en pacientes con insuficiencia cardíaca o enfermedad renal crónica, la generalización de sus resultados aún requiere validación más amplia y sistemática [3,20].

Por último, VExUS representa una herramienta diagnóstica complementaria, mas no un sustituto de la valoración clínica integral. Su utilidad se optimiza cuando se incorpora como parte de un enfoque multidimensional para la evaluación del estado de volumen.

Perspectivas futuras

El protocolo VExUS continúa evolucionando como una herramienta clave en la evaluación de la congestión venosa, y su aplicabilidad se está expandiendo más allá del entorno de los cuidados intensivos postoperatorios. Actualmente, se están llevando a cabo estudios multicéntricos que buscan validar su uso como biomarcador dinámico en el manejo de pacientes con sepsis, insuficiencia cardíaca y durante la terapia dialítica, donde la monitorización de la congestión puede guiar decisiones terapéuticas cruciales y mejorar los desenlaces clínicos [22, 23, 25].

Además, la integración de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático en el análisis de imágenes ecográficas abre nuevas posibilidades para la automatización de la interpretación Doppler. Estas tecnologías podrían aumentar significativamente la precisión diagnóstica, reducir la variabilidad interobservador y facilitar la adopción de VExUS, incluso por operadores menos experimentados [26].

A futuro, se espera que el protocolo VExUS se consolide como parte de algoritmos clínicos estandarizados para el manejo de la congestión, tanto en entornos hospitalarios como ambulatorios. Su implementación más amplia podría transformar el abordaje tradicional del estado de volumen, pasando de una evaluación estática a un modelo dinámico, guiado por ultrasonografía y adaptado al contexto clínico individual.

Conclusión

La ultrasonografía VExUS ha revolucionado el abordaje del nefrólogo frente a la sobrecarga de volumen, permitiendo una evaluación directa y dinámica de la congestión venosa sistémica. Su aplicación transversal en múltiples escenarios clínicos, desde unidades de cuidados intensivos hasta consultas ambulatorias, proporciona información valiosa que facilita decisiones terapéuticas individualizadas y guiadas por la fisiopatología real del paciente [3, 9–11, 20, 24, 25].

Al integrar VExUS en la práctica clínica, se mejora significativamente la seguridad y la eficacia en el manejo de fluidos, especialmente en poblaciones vulnerables, como en los pacientes con insuficiencia cardíaca, disfunción renal aguda o crónica, y en terapia de reemplazo renal. En este contexto, VExUS complementa y también potencializa la medicina

de precisión, al ofrecer una herramienta objetiva, reproducible y centrada en el estado hemodinámico real del paciente [3, 9–11].

Con el respaldo creciente de la evidencia científica y el potencial de tecnologías emergentes como la IA, VExUS se perfila como un componente esencial del arsenal diagnóstico del nefrólogo moderno.

Declaración de fuentes de financiación

El autor declara que no recibió financiación para la realización de este trabajo.

Conflictos de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés en la escritura, ni tampoco en la publicación del artículo.

Consideraciones éticas

El presente artículo corresponde a una revisión narrativa de la literatura científica y no involucró la participación directa de seres humanos o animales, ni tampoco el acceso a datos clínicos identificables. Por lo tanto, no requirió aprobación de un comité de ética en investigación ni el diligenciamiento del consentimiento informado.

Uso de inteligencia artificial

Se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo para la revisión lingüística, corrección gramatical y mejora de la redacción. El autor fue responsable de la revisión crítica, validación científica y aprobación final de todo el contenido del manuscrito.

Declaración de datos

Los autores declaran que no existen datos previamente publicados en acceso abierto, sobre este caso. Cualquier consulta al respecto, se debe contactar directamente al autor de correspondencia.

Referencias

- [1] Harjola VP, Mullens W, Banaszewski M, Bauersachs J, Brunner-La Rocca HP, Chioncel O, *et al.* Organ dysfunction, injury and failure in acute heart failure: From pathophysiology to diagnosis and management. A Review on Behalf of the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur J Heart Fail.* 2017; 19(7), 821-836. <https://doi.org/10.1002/ejhf.872> ↑Ver página 3, 4
- [2] Damman K, Navis G, Smilde TD, Voors AA, Bij W, Veldhuisen DJ, *et al.* Decreased cardiac output, venous congestion and the association with renal impairment in patients with cardiac dysfunction. *Eur J Heart Fail.* 2007; 9(9), 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.ejheart.2007.05.010> ↑Ver página 3
- [3] Campos-Sáenz de Santamaría A, Pellico-López A, Vicente-Sánchez J, Lorenzo-Villalba N, Alonso-Fernández A, Gil-Sánchez MJ, *et al.* VExUS protocol along cardiorenal syndrome: An updated review. *J Clin Med.* 2025; 14(4), 1334. <https://doi.org/10.3390/jcm14041334> ↑Ver página 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14
- [4] Mullens W, Abrahams Z, Francis GS, Skouri HN, Starling RC, Young JB, *et al.* Importance of venous congestion for worsening of renal function in advanced decompensated heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 53(7), 589-596. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.05.068> ↑Ver página 3, 4
- [5] Cardinale L, Priola AM, Moretti F, Volpicelli G, Veltri A. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure. *World J Radiol.* 2014; 6(6), 230-237. <https://doi.org/10.4329/wjr.v6.i6.230> ↑Ver página 3, 4
- [6] Maw AM, Hassanin A, Ho PM, McInnes MDF, Moss A, Juarez-Colunga E, *et al.* Diagnostic accuracy of Point-of-Care lung ultrasonography and chest radiography in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2019; 2(3), e190703. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.0703> ↑Ver página 3, 4
- [7] Donadio C, Bozzoli L, Colombini E, Pisanu G, Ricchiuti G, Picano E, *et al.* Effective and timely evaluation of pulmonary congestion: Qualitative comparison between lung ultrasound and thoracic bioelectrical impedance in maintenance hemodialysis patients. *Medici-*

- ne (Baltimore). 2015; 94(6), e473. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000473> ↑Ver página 3, 4
- [8] Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC. Diagnosing acute heart failure in the emergency department: A systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med*. 2016; 23(3), 223-242. <https://doi.org/10.1111/acem.12878> ↑Ver página 3, 4
- [9] Romero-González G, Manrique J, Castaño-Bilbao I, Slon-Roblero MF, Ronco C. PoCUS: Congestion and ultrasound two challenges for nephrology in the next decade. *Nefrología*. 2022; 42(5), 501-505. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2021.09.008> ↑Ver página 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14
- [10] 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. *Crit Care Med*. 2020; 48, e1097-e1101. <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00163-w> ↑Ver página 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14
- [11] Rola P, Miralles-Aguilar F, Argaz E, Beaubien-Souligny W, Chew MS, Geri G, *et al*. Clinical applications of the venous excess ultrasound (VExUS) score: Conceptual review and case series. *Ultrasound J*. 2021; 13. <https://doi.org/10.1186/s13089-021-00232-8> ↑Ver página 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14
- [12] Bouchard J, Soroko SB, Chertow GM, Himmelfarb J, Ikizler TA, Paganini EP, *et al*. Fluid accumulation, survival and recovery of kidney function in critically ill patients with acute kidney injury. *Kidney Int*. 2009; 76(4), 422-427. <https://doi.org/10.1038/ki.2009.159> ↑Ver página 4
- [13] Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, Ranieri VM, Reinhart K, Gerlach H, *et al*. Sepsis in European intensive care units: Results of the SOAP study. *Crit Care Med*. 2006; 34(2), 344-353. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000194725.48928.3A> ↑Ver página 4
- [14] Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, Forbes A, Peyton P, Story D, *et al*. Restrictive versus liberal fluid therapy for major abdominal surgery. *N Engl J Med*. 2018; 378(24), 2263-2274. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1801601> ↑Ver página 4
- [15] Melo RH, Gioli-Pereira L, Melo, E, Rola P. Venous excess ultrasound score association with acute kidney injury in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Ultrasound J*. 2025; 17(1), <https://doi.org/10.1186/s13089-025-00413-9> ↑Ver página 4

- [16] Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Alejos JC, Tobis JM. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*. 2016; 14(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s12947-016-0076-1> ↑Ver página 4
- [17] Bouzat P, Walther G, Rupp T, Levy P, Vergès S. Inferior vena cava diameter may be misleading in detecting central venous pressure elevation induced by acute pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014; 190(2), 123-124. <https://doi.org/10.1164/rccm.201403-0488LE> ↑Ver página 4
- [18] Mostafa A, Badr A, Fawzy H, Ali M, Hussein M. Ultrasonography of inferior vena cava to determine central venous pressure: A meta-analysis and meta-regression. *Acta Radiol*. 2017; 58(5), 537-541. <https://doi.org/10.1177/0284185116663045> ↑Ver página 5
- [19] Orso D, Paoli I, Piani T, Cilenti FL, Cristiani L, Gaspardone C, *et al*. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: A systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med*. 2020; 35(4), 354-363. <https://doi.org/10.1177/0885066617752308> ↑Ver página 5
- [20] Torres-Arrese M, Mata-Martínez A, Luordo-Tedesco D, García-Casasola G, Alonso-González R, Montero-Hernández E, *et al*. Usefulness of systemic venous ultrasound protocols in the prognosis of heart failure patients: Results from a prospective multicentric study. *J Clin Med*. 2023; 12(4), 1281. <https://doi.org/10.3390/jcm12041281> ↑Ver página 5, 6, 8, 10, 12, 13
- [21] Dinh V. Pocus 101. Vi Dinh. 2023. Disponible en: <http://pocus101.com> ↑Ver página 7, 8, 9
- [22] Prager R, Argaz E, Pratte M, Rola P, Arntfield R, Beaubien-Souligny W, *et al*. Doppler identified venous congestion in septic shock: Protocol for an international, multi-centre prospective cohort study (Andromeda-VEXUS). *BMJ Open*. 2023; 13(7), e074843. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-074843> ↑Ver página 10, 13
- [23] Sovetova S, Charaya K, Erdniev T, Shchekochikhin D, Bogdanova A, Panov S, *et al*. Venous excess ultrasound score is associated with worsening renal function and reduced natriuretic response in patients with acute heart failure. *J Clin Med*. 2024; 13(20), 6272. <https://doi.org/10.3390/jcm13206272> ↑Ver página 10, 13
- [24] Moore CA, Ross DW, Pivert KA, Lang VJ, Sozio SM, Charles O'Neil W. Point-of-Care ultrasound training during nephrology fellowship: A national survey of fellows and pro-

- gram directors. Clin J Am Soc Nephrol. 2022; 17(10), 1487-1494. <https://doi.org/10.2215/CJN.01850222> ↑Ver página 10, 12, 13
- [25] Longino AA, Martin KC, Leyba KR, McCormack L, Siegel G, Sharma VM, *et al.* Reliability and reproducibility of the venous excess ultrasound (VExUS) score, a multi-site prospective study: Validating a novel ultrasound technique for comprehensive assessment of venous congestion. Crit Care. 2024; 28, núm. 197. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04961-9> ↑Ver página 10, 12, 13
- [26] Shad R, Quach N, Fong R, Kasinpila P, Bowles C, Castro M, *et al.* Predicting post-operative right ventricular failure using video-based deep learning. Nat Commun. 2021; 12, núm. 5192. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25503-9> ↑Ver página 13