

# Medición de la congestión venosa empleando la ecografía: protocolo VExUS

## *Measurement of venous congestion using ultrasound: the vexus protocol*

Yale Tung-Chen<sup>1,2</sup>, Gonzalo García de Casasola-Sánchez<sup>3</sup>, Manuel Méndez-Bailón<sup>4</sup>

1. Facultad de Medicina, Universidad Alfonso X El Sabio (Madrid, España).

2. Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Puerta de Hierro (Majadahonda, Madrid, España).

3. Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Infanta Cristina (Parla, Madrid, España)

4. Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Clínico San Carlos (Madrid, España).

### ABSTRACT

Acute Heart Failure (AHF) is a clinical syndrome characterized by the appearance or worsening of cardinal symptoms derived from venous congestion, which carries a high morbidity and mortality burden. Unfortunately, in current clinical practice, common markers such as patient's history, physical examination, and complementary tests are not sensitive enough for reliable assessment of volume status. In recent years, the use of Point-of-Care Ultrasound (POCUS) has been consolidated as a useful tool to detect the presence and degree of venous congestion, providing a substantial improvement in the diagnosis and therapeutic management of these patients. In combination, pulmonary ultrasound, echocardiography and renal, suprahepatic and portal venous flow patterns (VExUS protocol), we will be able better understand the venous pathophysiology. This will allow us to identify the hemodynamic phenotype in patients with heart failure or to determine the target organ damage derived from heart failure (i.e., cardiorenal syndrome). All this would allow us to make an individualized adjustment of the treatment, as well as to serve as a prognostic marker of the evolution of the disease.

**Keywords:** Acute heart failure (AHF); venous congestion; Point-of-Care Ultrasound (POCUS); VExUS (venous excess ultrasonography score).

### INTRODUCCIÓN

La Insuficiencia Cardíaca Aguda (ICA) es una entidad clínica caracterizada por la aparición o empeoramiento de sintomatología cardinal derivada de la congestión venosa. La ICA está muy frecuentemente ligada a una elevada utilización de recursos, consultas en los servicios de urgencia, ingresos hospitalarios, y a pesar de ello, presenta una tasa de complicaciones no desdeñable, rondando según las series de casi un 15% de mortalidad y un 32% de rein ingresos hospitalarios<sup>1</sup>.

Su diagnóstico está basado en la identificación de un aumento de las presiones de llenado en el compartimento venoso (periférico, esplácnico, pulmonar, etc.) mediante signos y síntomas fundamentalmente a través de la anamnesis, la exploración física, balance hídrico y en el uso de pruebas complementarias básicas como la radiografía de tórax y el uso de biomarcadores como el péptido natriurético atrial o el CA 125.5. Aún así, existen limitaciones para la correcta identificación tanto de la ICA, como de la determinación de la congestión venosa, dada la baja sensibilidad de los anteriores para la evaluación del estado de volumen<sup>2</sup>, así como la dificultad para discernir entre síntomas y signos agudos de crónicos.

Existe el consenso general de que la sobrecarga hídrica, la disfunción del ventrículo derecho<sup>3</sup> y la elevación de la presión venosa

### RESUMEN

La Insuficiencia Cardíaca Aguda (ICA) es una entidad clínica caracterizada por la aparición o empeoramiento de sintomatología cardinal derivada de la congestión venosa, relacionado con una alta morbi-mortalidad. En la práctica clínica actual, los marcadores habituales como son la anamnesis, exploración física y pruebas complementarias, precisan del apoyo de otras técnicas para valorar de forma fiable el estado congestivo de los pacientes. En los últimos años, se ha consolidado el uso de la Ecografía Point-of-Care (POCUS) como una herramienta útil para detectar la presencia y el grado de congestión venosa, aportando una mejora sustancial en el diagnóstico y en el manejo terapéutico de estos enfermos. Combinando la ecografía pulmonar, ecocardiografía y los patrones de flujo venoso renal, suprahepática y porta (protocolo VExUS), nos permite conocer mejor la fisiopatología de la congestión venosa y nos permitirá identificar el fenotipo hemodinámico en pacientes con insuficiencia cardíaca o determinar la lesión de órgano diana derivada de la insuficiencia cardíaca. Todo ello nos puede permitir hacer un ajuste individualizado del tratamiento, así como servir de marcador pronóstico de la evolución de la enfermedad.

**Palabras clave:** insuficiencia cardíaca aguda (ICA); congestión venosa; Ecografía Clínica (POCUS); VExUS (*venous excess ultrasonography score*).

central (PVC) se relaciona a efectos adversos<sup>4</sup>, en especial, a un deterioro de la perfusión de la microcirculación<sup>5</sup>.

En los últimos años, se ha consolidado el uso de la Ecografía Point-of-Care (POCUS) como una herramienta útil para detectar la presencia y el grado de congestión venosa, aportando una mejora sustancial en el diagnóstico y en el manejo terapéutico de estos enfermos.

Para ello, nos hemos apoyado en la realización de las mediciones ecográficas de la vena cava inferior, como marcador de la presión venosa central (PVC). No obstante, la PVC no tiene que por qué reflejar con certeza la precarga o congestión venosa del paciente. En la hipertensión pulmonar, determinadas valvulopatías, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) avanzado asociado a hipertensión pulmonar o incluso en pacientes de complejión atlética y jóvenes, es posible encontrar una vena cava dilatada, sin que exista una sobrecarga de volumen real<sup>6</sup>.

Disponemos de otros marcadores ecográficos de congestión venosa descritos desde hace más de 20 años, fundamentalmente empleando la ecografía Doppler para visualizar la anatomía vascular y evaluar los flujos venosos esplácnicos, que se han relacionado mejor con la gravedad de la congestión venosa, como es el

estudio de las venas suprahepáticas y porta<sup>7</sup>. Marcadores más recientes, como la evaluación del flujo venoso renal sirven para estimar el grado de congestión renal en pacientes con insuficiencia cardíaca<sup>8</sup>. Todos ellos, no exentos de limitaciones cuando se emplean aisladamente, pueden ser de mayor utilidad cuando se utilizan de forma combinada y protocolizada<sup>9-10</sup>.

## EL ESTUDIO

Con esta premisa, el grupo investigador de André Y. Denault y William Beaubien-Souligny, basado en el concepto de Philippe Rola desarrollaron un protocolo para la medición de la congestión venosa empleando la POCUS, denominado VExUS (Venous Excess UltraSound)<sup>9</sup>. En este evaluaron la gravedad de la congestión, no solo midiendo la vena cava inferior, sino también incluyendo la ecografía hepática (venas suprahepáticas y vena porta), así como renal (venas interlobulares renales)<sup>10</sup>.

El estudio original, consiste en un análisis post-hoc de una cohorte de 145 pacientes sometidos a cirugía cardíaca, en el que se excluyeron aquellos con diagnóstico previo de insuficiencia renal aguda, delirium, cirrosis, trombosis portal o enfermedad renal grave (FG < 15 mL/min o diálisis). A estos pacientes se les realizó una ecografía de la vena cava inferior, Doppler de vena suprahepática, porta y venas interlobulares renales a diario durante 72 horas. En este tiempo, la aparición de insuficiencia renal aguda fue definida como el aumento de creatinina 0,3 mg/dL en 48 horas, o aumento de al menos el 50% de la creatinina basal a una semana de la cirugía.

Con ello determinaron 5 fenotipos (VExUS A-E) dividiendo en congestión leve, moderada o grave en función de distintas combinaciones de hallazgos.

En los resultados, observaron que el score VExUS C (tabla 1) tanto con congestión moderada (HR 2.65, CI 1.07-6.60, p=.036) como severa (HR 3.69 CI 1.65-8.24, p=.001) se relacionó con la aparición de insuficiencia renal aguda.

Tabla 1. Interpretación de los grados de congestión (VExUS C).

Grado	Hallazgos ecográficos
<b>Normal (Grado 0)</b>	
	Vena cava inferior menor de 2 cm
<b>Congestión leve (Grado 1)</b>	
	Vena cava inferior mayor de 2 cm
	Patrón de congestión venosa leve o moderada (interlobulares renales, porta o suprahepática)
<b>Congestión moderada (Grado 2)</b>	
	Vena cava inferior mayor de 2 cm
	Patrón de congestión venosa grave en al menos 1 (interlobulares renales, porta o suprahepática)
<b>Congestión grave (Grado 3)</b>	
	Vena cava inferior mayor de 2 cm
	Patrón de congestión venosa grave en al menos 3 (interlobulares renales, porta o suprahepática)

## ¿CÓMO REALIZAR EL PROTOCOLO VExUS?

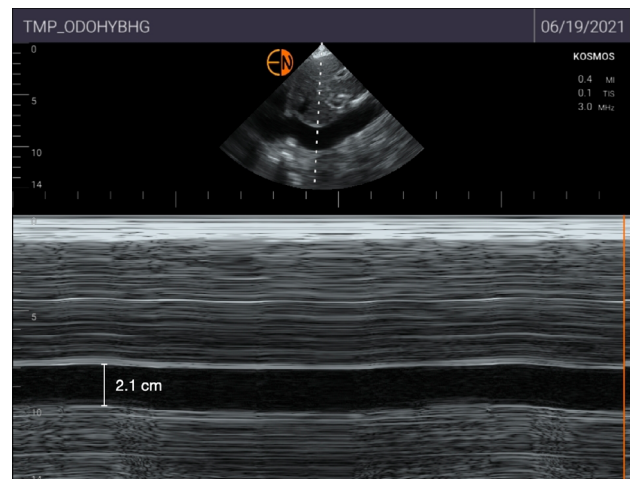
Para la recogida de éstas variables, es necesaria una sonda de baja frecuencia (idealmente cóncava o sectorial) con ajuste de abdomen y Doppler pulsado.

Colocaremos al paciente en decúbito supino, cómodo, con cabezera a 0° (si la situación clínica lo permite). El médico se debe colocar a la derecha del paciente, y se explorará con la mano derecha, mientras que con la izquierda, la tendrá libre para operar el teclado del ecógrafo.

### A. Vena cava inferior

A nivel subxifoideo, colocaremos el transductor con el marcador hacia craneal. Podemos valorar cualitativamente (diámetro de la vena cava sin cambios con la respiración) o cuantitativamente. Mediremos el diámetro espiratorio (máximo) por debajo de la vena suprahepática y si es mayor de 2 cm, continuaremos con el resto del protocolo (figura 1). Si es menor de 2 cm, en ausencia de hipertensión abdominal o ascitis, podremos detener aquí el protocolo VExUS, siendo el score de 0.

Figura 1. Vena cava inferior dilatada (mayor de 2 cm), sin variación inspiratoria. Con este hallazgo proseguimos a analizar el resto de venas.



Recordemos que la vena cava inferior solo nos da información sobre la presión, no congestión.

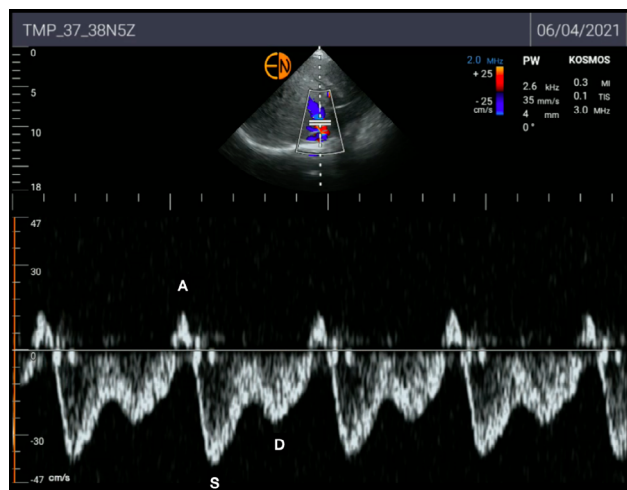
### B. Vena suprahepática

Colocamos el transductor a nivel subxifoideo, obtenemos la vista transversal, con la entrada de cualquiera de las 3 venas suprahepáticas (derecha, media e izquierda) en la vena cava inferior.

Colocamos el Doppler Color a este nivel, y medimos con Doppler pulsado justo antes de la entrada en la vena cava inferior. Establecemos la escala del Doppler Color con límite de Nyquist en 30 cm/s, observaremos la vena en azul (alejándose).

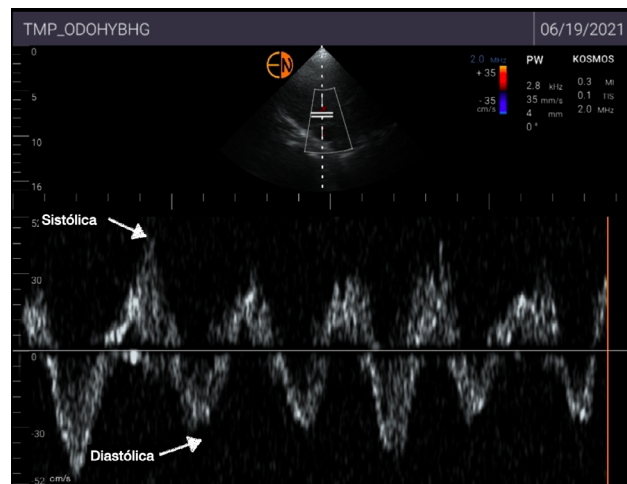
En condiciones normales, existe una onda inicial positiva A (contracción auricular), seguido de una onda S negativa (relajación auricular derecha durante la sístole cardíaca) y onda D negativa (relajación ventricular durante la diástole cardíaca). (Figura 2).

Figura 2. Vena suprahepática media, con el volumen de muestra situado previo a la vena cava inferior, se objetiva un patrón de onda a (positiva), onda Sistólica (S) mayor que Diastólica (D). Patrón normal.



Los patrones de flujo venoso que podremos encontrar son: onda S > D (normal), onda S < D (congestión moderada), inversión de onda S (congestión severa). (Figura 3)

Figura 3. Vena suprahepática derecha, con el volumen de muestra colocado previo a la vena cava inferior, se objetiva un patrón de inversión de onda Sistólica (S). Congestión grave.



Como principal limitación, es posible encontrar un flujo hepático normal en aquellos casos en los que la distensibilidad de la aurícula derecha se mantenga conservado<sup>10</sup>.

### C. Vena porta

Colocamos el transductor a línea axilar media derecha (ventana FAST), obtenemos la vista coronal (más preciso que subxifoideo), con la vena porta en el centro. Colocamos el Doppler Color a este nivel, y medimos con Doppler pulsado justo antes de la división en ambas ramas portales (derecha e izquierda). Establecemos la escala del Doppler Color con límite de Nyquist en 30 cm/s, observaremos la vena en rojo (acercándose).

El patrón de flujo venoso portal normal es monofásico sin apenas variación respiratoria (Figura 4). En cambio a mayor congestión, se genera un flujo retrógrado con la contracción auricular, que se transmite a los sinusoides hepáticos y a la vena porta (Figura 5 y 6). Esto genera un índice de pulsatilidad, mayor cuanto mayor congestión ( $V_{m\acute{a}x} - V_{m\acute{i}n} / V_{m\acute{a}x}$ ). Este índice nos permitirá dividir en congestión moderada (30-49%) y grave (> 50%).

Figura 4. Vena porta, con con el volumen de muestra colocado previo a la bifurcación, se objetiva un patrón monofásico, o de mínima variación respiratoria (I. Pulsatilidad < 30%). Patrón normal.

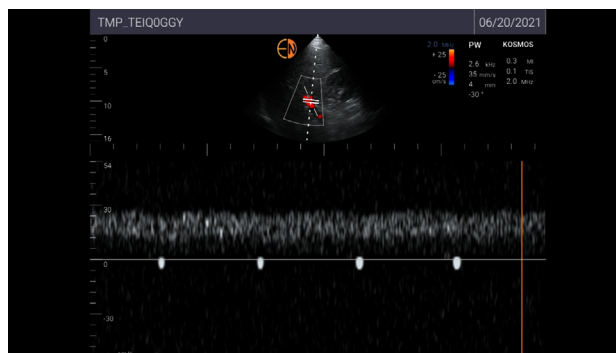


Figura 5. Vena porta, con el volumen de muestra colocado previo a la bifurcación, se objetiva un patrón bifásico, mayor cuanto más congestión (I. Pulsatilidad < 50%). Patrón congestivo moderado.

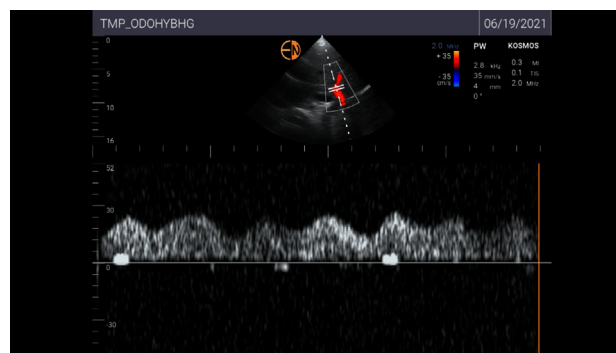
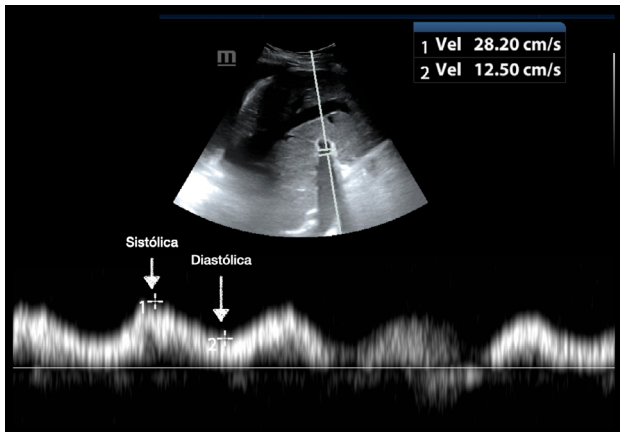


Figura 6. Vena porta, con el volumen de muestra colocado previo a la bifurcación, se objetiva un patrón bifásico, mayor cuanto más congestión (I. Pulsatilidad > 50%). Patrón congestivo moderado-severo.



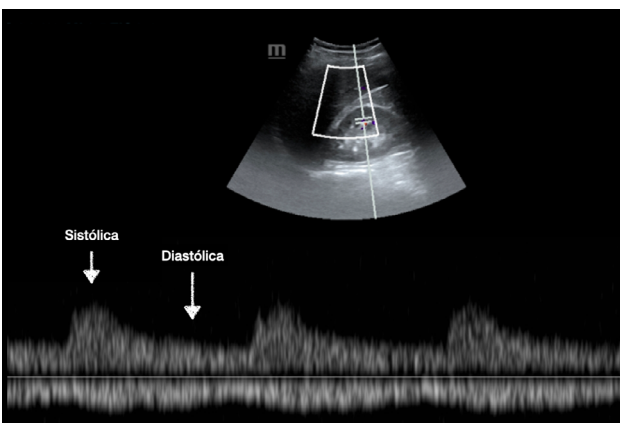
Una limitación será su valoración en presencia de pacientes delgados sanos, malformaciones arteriovenosas<sup>11-12</sup> donde es posible encontrar un aumento de pulsatilidad sin presencia de congestión. Así también es posible encontrar una ausencia de pulsatilidad en situaciones de cirrosis hepática, esteatosis hepática o trombosis portal<sup>13</sup>, en los que la transmisión de la presión en la aurícula derecha es atenuado a nivel de los sinusoides hepáticos.

#### D. Vena renal

Colocamos el transductor a nivel de la línea axilar posterior, obtenemos la vista coronal, con el marcador hacia craneal. Para facilitar el examen, y siempre que se pueda, colocaremos al paciente en decúbito lateral izquierdo.

Colocamos el Doppler Color a este nivel, y medimos con Doppler pulsado dentro del parénquima renal, a nivel de cortical renal (lo más distal posible). Puede ser de ayuda ampliar esta zona. Establecemos la escala del Doppler Color con límite de Nyquist en 10 cm/s, trataremos de observar el flujo azul (alejándose) de la vena interlobulares renales. Aplicando Doppler pulsado seremos capaces de obtener tanto flujo arterial (onda positiva) como venoso (onda negativa) en la misma medición (Figura 7).

Figura 7. Flujo arterial (S: sístole, D: diástole) y venoso de las interlobulares, con el volumen de muestra colocado en el córtex renal, lo más distal posible, se objetiva un patrón monofásico continuo, con mínimos cambios respiratorios. Patrón normal.



Los patrones de flujo venoso que podremos encontrarnos son: flujo continuo (normal, figura 7), flujo bifásico sistólico - diastólico (congestión moderada, figura 8), flujo monofásico diastólico (congestión severa, figura 9). Estos flujos sistólico (S) y diastólico (D) se relacionan con las ondas S y D del flujo hepático previamente mencionado. Nos ayudaremos del Doppler arterial (onda positiva) para delimitar la sístole de la diástole.

El patrón de flujo de estas venas son con diferencia las más complicadas de obtener. Puede ser tentador tratar de medir las venas lobares o renales, ya que son flujos mayores, y más fáciles de encontrar, no obstante, estas muestran peor correlación con el estado de congestión real. Puede ser de ayuda pedir al paciente que realice una apnea, o medir durante la espiración (más prolongada, y menor desplazamiento de los órganos con la respiración).

Como principales limitaciones se encuentra la insuficiencia renal crónica grave (FG < 15mL/min) o pacientes en diálisis, en los que es posible encontrar un flujo monofásico venoso, sin presencia de congestión parenquimatosa<sup>14</sup>.

Figura 8. Flujo arterial y venoso de las interlobulares, con el volumen de muestra colocado en el córtex renal, lo más distal posible, se objetiva un patrón bifásico, con una onda sistólica y diastólica. Patrón congestivo moderado.

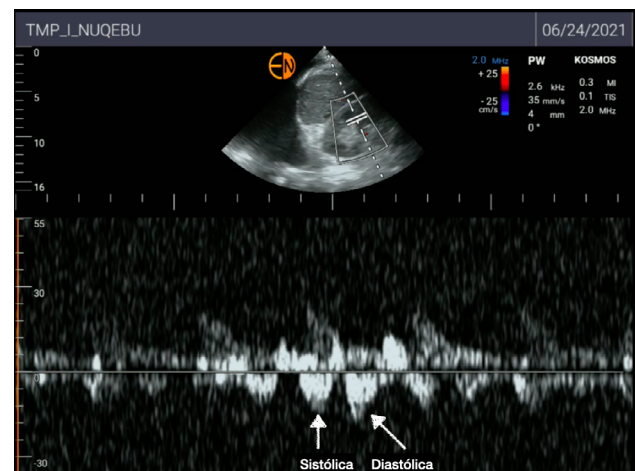
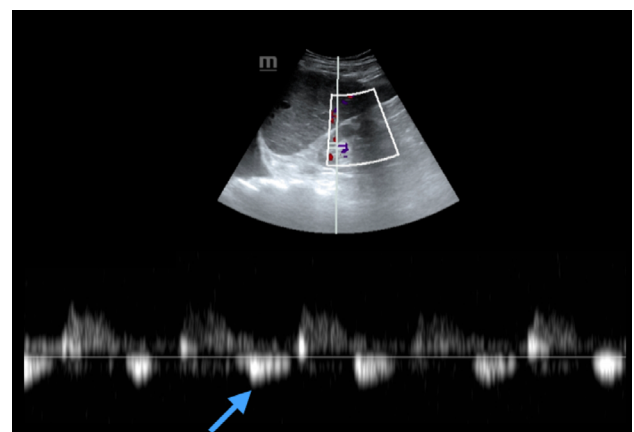


Figura 9. Flujo arterial y venoso de las interlobulares, con el volumen de muestra colocado en el córtex renal, lo más distal posible, se objetiva un patrón monofásico, solo con una onda diastólica (flecha). Patrón congestivo grave.



## DISCUSIÓN

La congestión venosa se relaciona a efectos adversos<sup>4</sup>, de hecho, el empeoramiento de la función renal es una condición prevalente durante el curso de una descompensación por insuficiencia cardíaca. Este empeoramiento, puede ser atribuido tanto a la hipoperfusión renal como consecuencia de la reducción del gasto cardíaco y a la depleción del volumen intravascular durante el curso del tratamiento diurético, como también a la congestión parenquimatosa renal<sup>15</sup>, en el contexto de un síndrome cardiorenal.

Lamentablemente, en la práctica clínica diaria carecemos de herramientas no invasivas que nos permitan distinguir cuál es la situación hemodinámica predominante. No obstante, en los últimos años encontramos cada vez más evidencia de la utilidad de la evaluación de patrones de flujo venoso renal obtenidos mediante ecografía Doppler<sup>16</sup>. Lida et al.<sup>8</sup> correlacionaron los patrones monofásico y bifásico con las presiones venosas elevadas y se asociaron de forma independiente a peores desenlaces clínicos. Así mismo, Nijst et al.<sup>17</sup> evaluaron las variaciones en el flujo venoso renal posterior a la administración de una carga de volumen en pacientes con IC estable, que desarrollaron patrones discontinuos, el cual revirtió en el 70% de ellos, tras la administración de diuréticos.

En la misma línea, Rivas-Lasarte et al.<sup>18</sup>, emplearon la medición ecográfica de líneas B pulmonares en pacientes con ICA, como marcador de congestión pulmonar. Observaron que un manejo guiado por la ecografía pulmonar permitía un ajuste del tratamiento diurético, y ello condujo a una mejoría clínica en la evolución. De hecho, la ecografía pulmonar ha demostrado ser más eficiente en el diagnóstico de ICA frente a la Rx de tórax y a los valores de NT-proBNP<sup>19</sup>, siendo su uso avalado por las guías europeas del manejo de la insuficiencia cardíaca<sup>20</sup>.

El protocolo VExUS, uno de sus principales fortalezas, es que nos permite realizar una interpretación cualitativa de la congestión venosa, analizando los flujos venosos en el Doppler Pulsado, sin necesidad de realizar mediciones. Tal y como indican Denault y Beaubien-Souligny, la presencia de una congestión venosa grave fue predictor de la aparición de insuficiencia renal aguda en comparación con otros hallazgos ecográficos, como puede ser la presión venosa central medida por la vena cava inferior.

Entre sus limitaciones, como se puede deducir, no determina la causa de la congestión venosa, pero sí nos permite cuantificar el grado de severidad que causa. Así también, como los propios autores del estudio indican<sup>9</sup>, existe una falta de validez externa, dado que es un estudio monocéntrico, en pacientes postoperados de cirugía cardíaca.

En cualquier caso, el manejo clínico habitual de los pacientes con ICA es heterogénea, en parte dada la ausencia de marcadores sensibles de congestión. Es por ello mismo, que aplicando protocolos como el actual VExUS, seremos capaces de identificar a los pacientes que más se puedan beneficiar de un tratamiento diurético, o de su aumento. Lo cual es clave para el manejo correcto del paciente congestivo.

## CONCLUSIÓN

En combinación, la ecografía pulmonar, ecocardiografía y los patrones de flujo venoso renal, suprahepática y porta, seremos capaces de profundizar en la patofisiología venosa. Esto nos permitirá identificar el fenotipo hemodinámico en pacientes con insuficiencia cardíaca o determinar la lesión de órgano diana derivada de la insuficiencia cardíaca (por ejemplo, Sd. cardiorenal). Todo ello nos permitiría hacer un ajuste individualizado del tratamiento, así como servir de marcador pronóstico de la evolución de la enfermedad.

### CONFLICTO DE INTERESES

Cada autor certifica que no tiene asociaciones comerciales que puedan suponer un conflicto de intereses en relación con el artículo enviado.

### FINANCIACIÓN

Este trabajo no ha sido apoyado por subvenciones públicas o apoyo financiero.

### CONSIDERACIONES ÉTICAS

Certificamos que esta investigación se realizó de conformidad con los principios éticos de nuestra institución

## BIBLIOGRAFÍA

- Martínez Santos P, Bover Freire R, Esteban Fernández A, Bernal Sobrino JL, Fernández Pérez C, Eloia Somoza FJ, et al. Mortalidad hospitalaria y reingresos por insuficiencia cardíaca en España. Un estudio de los episodios índice y los reingresos por causas cardíacas a los 30 días y al año. *Rev Esp Cardiol*. 2019;72(12):998–1004.
- Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will This Hemodynamically Unstable Patient Respond to a Bolus of Intravenous Fluids? *JAMA*. 2016;316(12):1298.
- Vijit A, Onciul S, Guzu C, Scarlatescu A, Petre I, Zamfir D, et al. Forgotten No More—The Role of Right Ventricular Dysfunction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: An Echocardiographic Perspective. *Diagnostics*. 2021;11(3):548.
- Prowle JR, Chua H-R, Bagshaw SM, Bellomo R. Clinical review: Volume of fluid resuscitation and the incidence of acute kidney injury - a systematic review. *Crit Care*. 2012;16(4):230.
- Vellinga NA, Ince C, Boerma EC. Elevated central venous pressure is associated with impairment of microcirculatory blood flow in sepsis: a hypothesis generating post hoc analysis. *BMC Anesthesiol*. 2013;13(1):17.
- Via G, Tavazzi G, Price S. Ten situations where inferior vena cava ultrasound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologically based point of view. *Intensive Care Med*. 2016;42(7):1164–7.
- Catalano D, Caruso G, DiFazio S, Carpinteri G, Scalisi N, Trovato GM. Portal vein pulsatility ratio and heart failure. *J Clin Ultrasound*. 1998;26(1):5.
- Lida 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 Heart Fail*. 2016;4(8):674–82.
- 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;12(1):16.
- Rola P, Miralles-Aguilar F, Argaiz E, Beaubien-Souligny W, Haycock K, Karimov T, et al. Clinical applications of the venous excess ultrasound (VExUS) score: conceptual review and case series. *Ultrasound J*. 2021;13(1):32.
- Gallix BP, Taourel P, Dauzat M, Bruel JM, Lafortune M. Flow pulsatility in the portal venous system: a study of Doppler sonography in healthy adults. *Am J Roentgenol*. 1997;169(1):141–4.
- Wachsberg RH, Needleman L, Wilson DJ. Portal vein pulsatility in normal and cirrhotic adults without cardiac disease. *J Clin Ultrasound*. 1995;23(1):3–15.
- Baikpour M, Ozturk A, Dhyani M, Mercaldo ND, Pierce TT, Grajo JR, et al. Portal Venous Pulsatility Index: A Novel Biomarker for Diagnosis of High-Risk Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Am J Roentgenol*. 2020;214(4):786–91.
- Jeong SH, Jung DC, Kim SH, Kim SH. Renal venous doppler ultrasonography in normal subjects and patients with diabetic nephropathy: Value of venous impedance index measurements. *J Clin Ultrasound*. 2011;39(9):512–8.
- Mullens Wilfried, Abrahams Zuheir, Francis Gary S., Sokos George, Taylor David O., Starling Randall C., et al. Importance of Venous Congestion for Worsening of Renal Function in Advanced Decompensated Heart Failure. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(7):589–96.

16. de la Espriella-Juan R, Núñez E, Miñana G, Sanchis J, Bayés-Genís A, González J, et al. Intrarenal venous flow in cardiorenal syndrome: a shining light into the darkness: Intrarenal venous flow in cardiorenal syndrome. *ESC Heart Fail.* 2018;5(6):1173–5.
17. Nijst P, Martens P, Dupont M, Tang WHW, Mullens W. Intrarenal Flow Alterations During Transition From Euvolemia to Intravascular Volume Expansion in Heart Failure Patients. *JACC Heart Fail.* 2017;5(9):672–81.
18. Rivas-Lasarte M, Álvarez-García J, Fernández-Martínez J, Maestro A, López-López L, Solé-González E, et al. Lung ultrasound-guided treatment in ambulatory patients with heart failure: a randomized controlled clinical trial (LUS-HF study). *Eur J Heart Fail.* 2019;21(12):1605–13.
19. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, Castagno D, Tozzetti C, Tizzani P, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(6):754–66.
20. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2016;37(27):2129–200.