

Ultrassonografia Integrada de Múltiplos Órgãos para Avaliação da Congestão na Insuficiência Cardíaca

Integrated Multiorgan Ultrasound for Assessment of Congestion in Heart Failure

Trisha Saha,¹  Hatem Soliman Aboumarie² 

University College London Medical School,¹ Londres – Inglaterra
Royal Brompton and Harefield Hospitals,² Londres – Inglaterra

Introdução

A Insuficiência Cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa na qual a sobrecarga hídrica e a congestão desempenham papel central nos sintomas, nas hospitalizações e na mortalidade. Os métodos tradicionais de avaliação da congestão, como o exame clínico e a dosagem de peptídeos natriuréticos, frequentemente apresentam sensibilidade limitada e fornecem informações restritas sobre a distribuição e a gravidade do acúmulo de líquidos.¹

Métodos tradicionais à beira do leito, como a ausculta de crepitações pulmonares, a radiografia de tórax para identificação de edema pulmonar franco e a palpação para gradação do edema depressível podem auxiliar na identificação da congestão, porém muitas vezes a detectam apenas quando ela já está bem estabelecida. Na prática moderna, o uso da ecocardiografia e da ultrassonografia focada permite aos clínicos identificar a congestão muito mais precocemente, quando aplicados de forma sistemática e baseada em evidências. A ecocardiografia fornece informações valiosas sobre a Fração de Ejeção (FE) e as alterações estruturais que contribuem para a IC e a sobrecarga hídrica. A ultrassonografia pulmonar, particularmente por meio do protocolo BLUE com perfil B, pode revelar congestão pulmonar precoce muito antes do aparecimento dos sinais clínicos, possibilitando uma intervenção oportuna.^{2,3}

Além dos pulmões, a avaliação direcionada do sistema venoso por meio do *Venous Excess Ultrasound* (VExUS) pode detectar elevações da pressão venosa antes mesmo do desenvolvimento de edema depressível. Essa avaliação ampliada baseada em ultrassonografia proporciona aos médicos uma compreensão mais sensível e abrangente do estado congestivo do paciente.⁴

A ultrassonografia integrada de múltiplos órgãos surgiu como uma poderosa ferramenta não invasiva que permite aos clínicos visualizar a congestão em diversos órgãos-chave, incluindo pulmões, coração, sistema venoso e rins. Ao combinar achados provenientes de múltiplas janelas

ultrassonográficas, essa abordagem oferece uma avaliação mais precisa e dinâmica do estado hemodinâmico do que a obtida por meio da imagem de um único órgão. Como resultado, a ultrassonografia integrada tem potencial para orientar terapias individualizadas, otimizar as estratégias de descongestão e reduzir o risco de reinternações em pacientes com IC.

Ultrassonografia Pulmonar

Na IC, a ultrassonografia pulmonar permite a identificação precoce da congestão pulmonar, que se manifesta como edema intersticial decorrente do aumento das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo. Como a congestão pulmonar é tanto um dos principais fatores responsáveis pelas hospitalizações quanto uma característica central da fisiopatologia da IC, a ultrassonografia pulmonar constitui uma ferramenta essencial para o diagnóstico, o monitoramento contínuo e a tomada de decisões terapêuticas na IC congestiva.

Os pacientes são tipicamente examinados em oito regiões, com duas zonas anteriores e duas zonas laterais em cada lado do tórax. As regiões posteriores geralmente não são incluídas, a menos que haja necessidade específica de avaliação de derrame pleural. Ao posicionar o transdutor no nível da linha pleural, esta é visualizada como uma estrutura horizontal hiperecogênica que se movimenta com a respiração, fenômeno conhecido como deslizamento pulmonar. O edema pulmonar intersticial se manifesta como linhas B hiperecogênicas verticais que se originam na linha pleural e se movem em sincronia com ela. Um número crescente de linhas B não apenas indica redução do conteúdo aéreo no tecido pulmonar, mas também identifica pacientes com maior risco de futuras reinternações por IC.^{1,5}

Ultrassonografia Cardíaca

A ecocardiografia transtorácica é um dos pilares do diagnóstico e manejo não invasivos de pacientes com IC clínica. As pressões de enchimento intracardíacas, a função das câmaras cardíacas, o prognóstico e os desfechos clínicos esperados podem ser avaliados por meio do Doppler espectral.⁶ Além disso, a ecocardiografia permite a avaliação dos padrões de enchimento mitral, da movimentação do anel mitral e a rápida identificação de quaisquer alterações valvares.⁷ Trata-se de uma ferramenta essencial para classificar os pacientes com IF em portadores de FE preservada (> 50%) e FE reduzida (45–50%), distinção fundamental para orientar o manejo clínico.⁸

Palavras-chave

Ultrassonografia; Insuficiência Cardíaca; Ecocardiografia

Correspondência: Hatem Soliman Aboumarie •

Royal Brompton and Harefield Hospitals. Hill End Road. CEP: WD35FH.
Londres – Inglaterra
E-mail: hatem.soliman@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20260081>

Ultrassonografia da Congestão Venosa Sistêmica

A congestão venosa sistêmica é uma característica definidora da IC, porém frequentemente é subdiagnosticada, apesar de sua importante contribuição para a sobrecarga hídrica e de sua forte associação com morbidade e mortalidade em pacientes criticamente enfermos. Evidências demonstram que a administração excessiva de fluidos pode aumentar o risco de lesão renal aguda.⁹ À medida que as pressões venosas se elevam, o gradiente de pressão arteriovenoso se reduz, diminuindo a perfusão dos órgãos. Elevações persistentes da pressão hidrostática capilar, combinadas à disfunção da barreira endotelial, levam ao desenvolvimento de edema intersticial. O aumento progressivo da pressão venosa sistêmica reduz ainda mais a pressão de perfusão dos órgãos, colocando órgãos encapsulados, como cérebro e rins, sob risco particularmente elevado de lesão.¹⁰

Tradicionalmente, a monitorização hemodinâmica tem se concentrado na manutenção de débito cardíaco adequado e pressão arterial média satisfatória por meio da administração de fluidos e do uso de vasopressores ou inotrópicos.¹¹ Embora a importância da prevenção, identificação e tratamento da congestão seja atualmente mais reconhecida, a verdadeira prevalência da congestão venosa sistêmica em pacientes internados em unidades de terapia intensiva permanece incerta. A mensuração da pressão venosa central é invasiva, suscetível a erros mesmo quando realizada por profissionais experientes e associada a riscos inerentes ao procedimento.¹² Outras abordagens para avaliação da responsividade a fluidos, incluindo a interpretação da curva de Frank-Starling, a avaliação do edema periférico e o monitoramento das alterações de peso corporal, apresentam limitações significativas e não refletem de forma confiável a pressão venosa sistêmica.¹³⁻¹⁵

A ausência de uma definição clara ou de um método confiável para avaliação da congestão venosa representou um grande desafio, porém diversos parâmetros ultrassonográficos já foram estabelecidos. A avaliação do índice de pulsatilidade da veia porta hepática, dos padrões de fluxo venoso renal e do diâmetro da veia cava inferior (VCI) permite aos clínicos quantificar e graduar a gravidade da congestão venosa sistêmica. O sistema de gradação VExUS utiliza Doppler colorido e Doppler pulsado para visualizar a anatomia venosa e avaliar os padrões de fluxo sanguíneo, fornecendo uma abordagem estruturada para a identificação de congestão venosa significativa.¹⁶

Preparação

Com o paciente em decúbito dorsal, a VCI e as veias hepáticas, porta e renais podem ser avaliadas utilizando um transdutor setorial (2 a 7,5 MHz) ou um transdutor convexo (2 a 5 MHz). As veias hepáticas e a veia porta são tipicamente avaliadas por meio das abordagens convencionais da ultrassonografia cardíaca ou abdominal. A obtenção de imagens ideais dos vasos renais frequentemente requer a redução do limite de Nyquist em 10 a 15 cm/s e o aumento do ganho do Doppler colorido para melhorar a visualização.

Protocolo VExUS:

Avaliação da VCI

A primeira etapa da avaliação pelo VExUS consiste em estimar a pressão do átrio direito por meio da avaliação da VCI em pacientes respirando espontaneamente. Utilizando uma janela subxifoide, o transdutor é posicionado para obter uma imagem em eixo longo da VCI aproximadamente 2 cm abaixo de sua junção com o átrio direito. Um diâmetro da VCI inferior a 2 cm geralmente indica ausência de congestão venosa significativa e corresponde a uma pontuação 0. Por outro lado, um diâmetro da VCI superior a 2 cm sugere aumento da pressão atrial direita e possível congestão venosa, justificando a avaliação subsequente das veias hepáticas.¹⁷

Entretanto, esse método apresenta limitações importantes, especialmente em pacientes sob ventilação mecânica, nos quais a relação entre a pressão atrial direita e a dilatação da VCI é fraca.¹⁸ Diversos outros fatores também podem influenciar as medidas da VCI, incluindo dilatação basal em atletas de resistência (*endurance*), diferenças na área de superfície corporal que podem exigir limiares ajustados e situações em que o aumento da pressão intra-abdominal resulta em uma VCI de pequeno calibre apesar da elevada pressão atrial direita. Taniguchi *et al.* relataram um ponto de corte ideal para a VCI de 1,7 cm em pacientes asiáticos com menor área de superfície corporal.¹⁹ Para diferenciar de forma confiável a VCI da aorta abdominal, o examinador deve identificar a parede hiperecogênica característica da aorta e seu movimento pulsátil sincronizado com cada batimento cardíaco.

Avaliação das Veias Hepáticas

Caso a janela subxifoide não seja obtida adequadamente, uma janela ultrassonográfica lateral direita pode ser utilizada para avaliar todos os componentes do exame VExUS, particularmente as veias hepáticas de paredes finas que drenam para a VCI. As três veias hepáticas (direita, média e esquerda) podem ser avaliadas quanto aos seus padrões de fluxo ao Doppler. Embora qualquer uma dessas veias possa ser utilizada, as veias hepáticas direita e média costumam ser as mais facilmente visualizadas. A veia hepática esquerda geralmente é mais difícil de avaliar, pois a presença de gás no estômago ou nas alças intestinais pode prejudicar a visualização. Quando o transdutor é posicionado sobre uma veia hepática, o Doppler colorido normalmente exibe um sinal azul, correspondente ao fluxo sanguíneo se afastando do transdutor. O Doppler pulsado revela então uma forma de onda que se assemelha à pressão atrial direita no ponto em que a veia hepática desemboca na VCI. Essa forma de onda reflete a capacidade do coração direito de acomodar o retorno venoso e contribui para a avaliação da congestão venosa.

Os traçados Doppler normais das veias hepáticas apresentam duas ondas anterógradas: a onda sistólica (S) e a onda diastólica (D), ambas refletindo alterações da pressão atrial direita. Em condições normais, o fluxo anterógrado ocorre em dois momentos: durante a sístole ventricular, quando o relaxamento do átrio direito atrai sangue para a veia hepática, e durante a diástole, quando a valva tricúspide se abre. Em indivíduos saudáveis, a onda S é maior que a onda D.

À medida que a pressão atrial direita aumenta, esse padrão se inverte, com a onda D tornando-se maior que a onda S, indicando alterações leves nas veias hepáticas. Em estágios mais avançados de congestão venosa, a onda S pode tornar-se retrógrada, sinalizando disfunção significativa do coração direito (Figura 1).

É importante reconhecer que a insuficiência tricúspide significativa pode limitar a utilidade da avaliação Doppler das veias hepáticas. A insuficiência tricúspide pode causar reversão da onda S mesmo na ausência de congestão venosa importante, o que pode levar a interpretações equivocadas. Outras condições, como cirrose hepática, estenose da VCI, infiltração gordurosa e linfoma hepático, também podem atenuar ou distorcer os traçados das veias hepáticas, dificultando a avaliação precisa da congestão venosa.⁴

Avaliação da Veia Porta

Posicionar o transdutor ligeiramente acima da linha axilar média direita proporciona uma visualização adequada da veia porta, cuja velocidade basal é tipicamente de aproximadamente 20 cm/s. Nessa janela, a veia porta principal cruza a VCI, enquanto a veia hepática drena diretamente para ela. Quando o Doppler colorido é aplicado sobre as paredes hiperecogênicas da veia porta, deve ser observado fluxo em vermelho, indicando sangue em direção ao transdutor.

Na ausência de congestão venosa sistêmica, tanto o Doppler colorido quanto o Doppler pulsado geralmente demonstram variação fásica mínima ou um padrão predominantemente

monofásico, conforme mostrado na Figura 2. Quando a pressão atrial direita se eleva, essa pressão pode ser transmitida para a veia porta, produzindo pulsatilidade portal, um importante marcador de congestão venosa. A pulsatilidade pode ser quantificada por meio do Índice de Pulsatilidade da Veia Porta: $((V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}) / V_{\text{máx}}) \times 100$, em que $V_{\text{máx}}$ e $V_{\text{mín}}$ representam as velocidades máxima e mínima durante um ciclo cardíaco. Pulsatilidade acentuada da veia porta indica disfunção avançada do coração direito e está associada a pior prognóstico.

Em indivíduos magros, algum grau de pulsatilidade portal pode ocorrer mesmo na ausência de elevação da pressão atrial direita. Assim como ocorre na avaliação Doppler das veias hepáticas, condições como cirrose ou esteatose hepática podem obscurecer ou alterar os traçados da veia porta, reduzindo potencialmente a precisão da avaliação nesses pacientes.

Escore VExUS

O escore VExUS é um sistema estruturado de graduação utilizado para determinar a gravidade da congestão venosa sistêmica por meio da avaliação Doppler de três veias-chave: hepática, porta e intrarrenais. Cada vaso é avaliado quanto à presença de alterações características do fluxo que indicam níveis crescentes de congestão, e a pontuação global varia de Grau 0 a Grau 3 (Figura 4).

O Grau 0 reflete ausência de congestão significativa, com padrões Doppler normais em todas as veias e diâmetro da VCI inferior a 2 cm. O Grau 1 representa congestão leve, definida por VCI dilatada e alterações

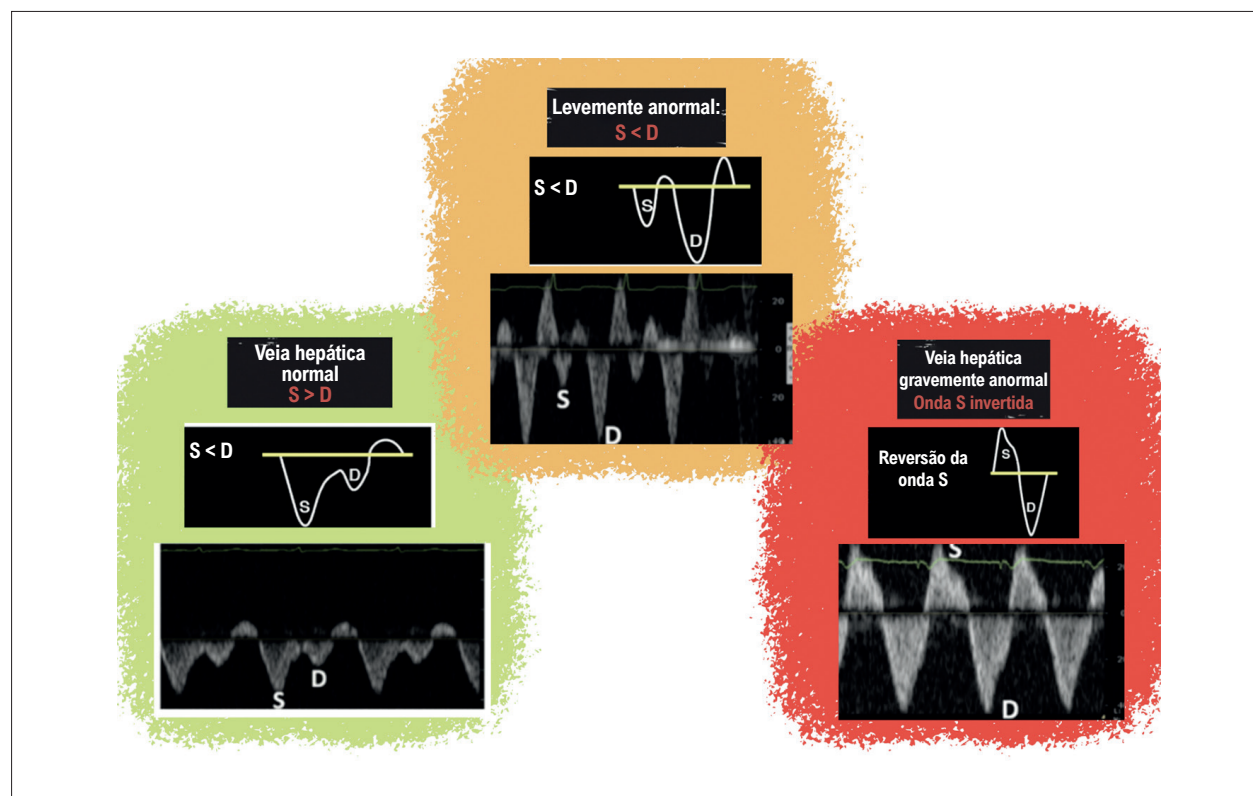


Figura 1 – Interpretação do Doppler das Veias Hepáticas. Criado no Canva.

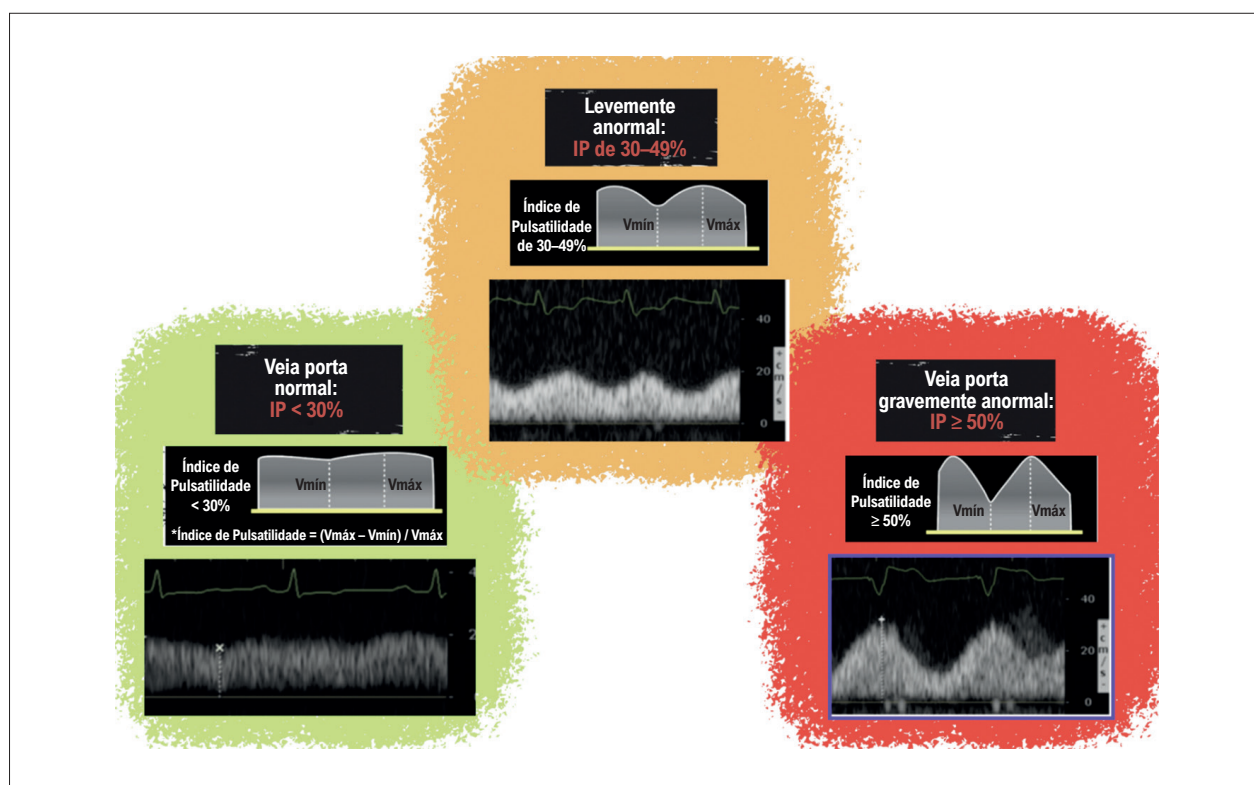


Figura 2 – Interpretação do Doppler da Veia Porta. Criado no Canva.

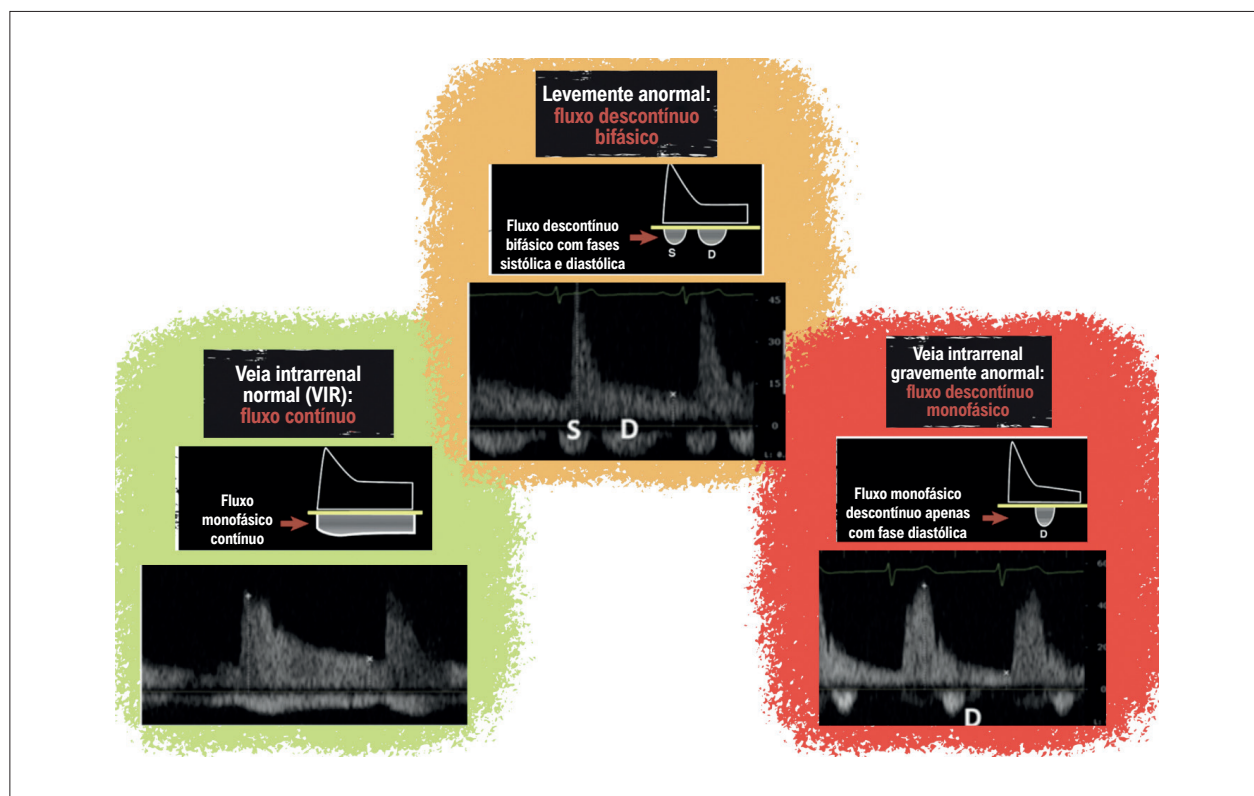


Figura 3 – Interpretação do Doppler das Veias Intrarrenais. Criado no Canva.

GRAU 0:

VCI < 2 cm

GRAU 1:

VCI > 2 cm e alterações normais/leves

GRAU 2:

VCI > 2 cm e alteração grave em pelo menos uma veia

GRAU 3:

VCI > 2 cm e alterações graves em múltiplas veias

de fluxo restritas à veia hepática. O Grau 2 indica congestão moderada, com VCI superior a 2 cm e formas de onda anormais tanto nas veias hepáticas quanto na veia porta. O Grau 3 corresponde à congestão grave, caracterizada por VCI pletórica e fluxo anormal nas veias hepáticas, porta e intrarrenais, compatível com disfunção importante do coração direito.⁴ Escores VExUS mais elevados correlacionam-se com congestão mais avançada e estão associados a piores desfechos clínicos.

Conclusão

O VExUS é uma ferramenta valiosa para avaliação da congestão venosa sistêmica dentro de uma análise hemodinâmica abrangente. Como técnica realizada à beira do leito, oferece uma maneira prática de identificar, monitorar e avaliar pacientes criticamente enfermos com congestão venosa, bem como sua resposta ao tratamento. Apesar de sua utilidade, o VExUS apresenta limitações. Ele não permite diferenciar sobrecarga pressórica de sobrecarga volumétrica do ventrículo direito e, portanto, não deve ser utilizado como único guia para a tomada de decisões clínicas. Além disso, diversas condições podem alterar os traçados do VExUS, o que pode dificultar sua interpretação. Para uma avaliação completa da congestão na IC, o VExUS deve ser integrado à ultrassonografia cardíaca para avaliação das pressões intracardíacas e da função ventricular, bem como à ultrassonografia pulmonar para detecção precoce de edema pulmonar (Figura 5). Por essas razões, uma abordagem multiparamétrica é necessária para uma avaliação, diagnóstico e manejo precisos.

Figura 4 – Escore de Graduação VExUS 0–3.

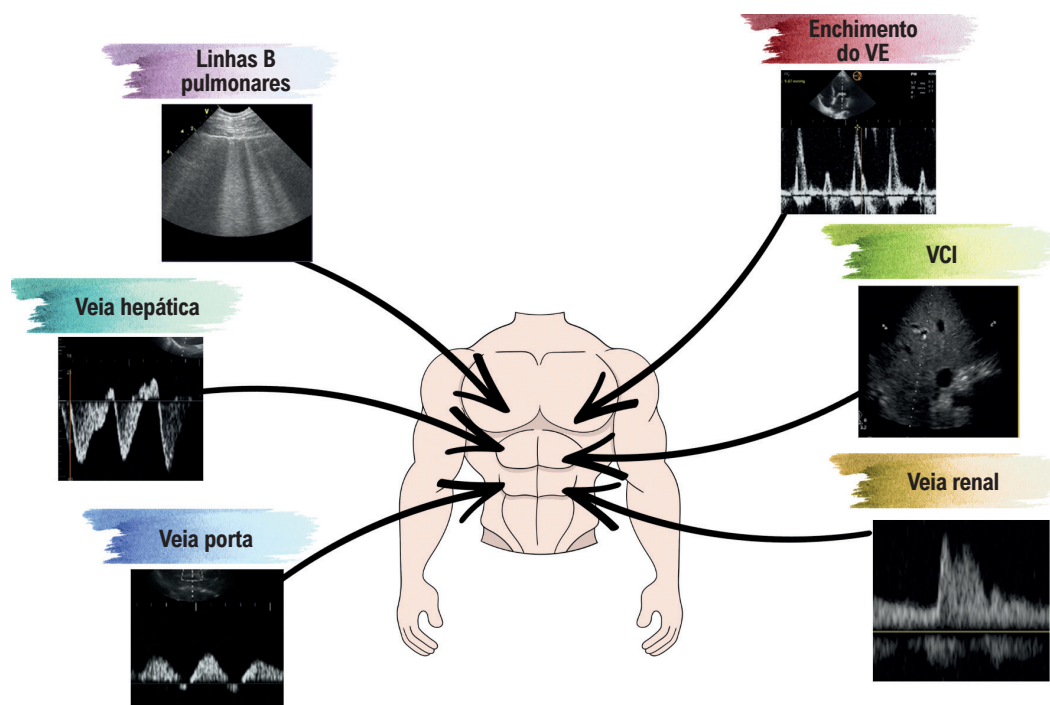


Figura 5 – Ultrassonografia integrada de múltiplos órgãos para avaliação da congestão na IC.

Referências

1. Pellicori P, Platz E, Dauw J, Ter Maaten JM, Martens P, Pivetta E, et al. Ultrasound Imaging of Congestion in Heart Failure: Examinations Beyond the Heart. *Eur J Heart Fail.* 2021;23(5):703-12. doi: 10.1002/ehf.2032.
2. Lichtenstein DA. Lung Ultrasound in the Critically Ill. *Ann Intensive Care.* 2014;4(1):1. doi: 10.1186/2110-5820-4-1.
3. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E, et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest.* 2015;148(1):202-10. doi: 10.1378/chest.14-2608.
4. Soliman-Aboumarie H, Denault AY. How to Assess Systemic Venous Congestion with Point of Care Ultrasound. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023;24(2):177-80. doi: 10.1093/ehjci/jeac239.
5. Gargani L, Pang PS, Frassi F, Miglioranza MH, Dini FL, Landi P, et al. Persistent Pulmonary Congestion Before Discharge Predicts Rehospitalization in Heart Failure: A Lung Ultrasound Study. *Cardiovasc Ultrasound.* 2015;13:40. doi: 10.1186/s12947-015-0033-4.
6. Dini FL, Cameli M, Stefanini A, Aboumarie HS, Lisi M, Lindqvist P, et al. Echocardiography in the Assessment of Heart Failure Patients. *Diagnostics.* 2024;14(23):2730. doi: 10.3390/diagnostics14232730.
7. Soldati G, Demi M, Demi L. Ultrasound Patterns of Pulmonary Edema. *Ann Transl Med.* 2019;7(Suppl 1):S16. doi: 10.21037/atm.2019.01.49.
8. Lancellotti P, Price S, Edvardsen T, Cosyns B, Neskovic AN, Dulgheru R, et al. The Use of Echocardiography in Acute Cardiovascular Care: Recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2015;4(1):3-5. doi: 10.1177/2048872614568073.
9. 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;20:74. doi: 10.1186/s13054-016-1253-1.
10. Banjade P, Subedi A, Chamande S, Surani S, Sharma M. Systemic Venous Congestion Reviewed. *Cureus.* 2023;15(8):e43716. doi: 10.7759/cureus.43716.
11. 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. *Circulation.* 2017;136(16):e232-68. doi: 10.1161/CIR.0000000000000525.
12. Figg KK, Nemergut EC. Error in Central Venous Pressure Measurement. *Anesth Analg.* 2009;108(4):1209-11. doi: 10.1213/ane.0b013e318196482c.
13. Perren A, Markmann M, Merlani G, Marone C, Merlani P. Fluid Balance in Critically Ill Patients. Should We Really Rely on It? *Minerva Anestesiol.* 2011;77(8):802-11.
14. Flentje KM, Knight CL, Stromfeldt I, Chakrabarti A, Friedman ND. Recording Patient Bodyweight in Hospitals: Are We Doing Well Enough? *Intern Med J.* 2018;48(2):124-8. doi: 10.1111/imj.13519.
15. Cook DJ, Simel DL. The Rational Clinical Examination. Does this Patient Have Abnormal Central Venous Pressure? *JAMA.* 1996;275(8):630-4.
16. Andrei S, Bahr PA, Nguyen M, Bouhemad B, Guinot PG. Prevalence of Systemic Venous Congestion Assessed by Venous Excess Ultrasound Grading System (VExUS) and Association with Acute Kidney Injury in a General ICU Cohort: A Prospective Multicentric Study. *Crit Care.* 2023;27(1):224. doi: 10.1186/s13054-023-04524-4.
17. Koratala A, Romero-González G, Soliman-Aboumarie H, Kazory A. Unlocking the Potential of VExUS in Assessing Venous Congestion: The Art of Doing It Right. *Cardiorenal Med.* 2024;14(1):350-74. doi: 10.1159/000539469.
18. Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla R, Kimchi A. The Efficacy of Sonographic Measurement of Inferior Vena Cava Diameter as an Estimate of Central Venous Pressure. *Cardiovasc Ultrasound.* 2016;14(1):33. doi: 10.1186/s12947-016-0076-1.
19. Taniguchi T, Ohtani T, Nakatani S, Hayashi K, Yamaguchi O, Komuro I, et al. Impact of Body Size on Inferior Vena Cava Parameters for Estimating Right Atrial Pressure: A Need for Standardization? *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(12):1420-7. doi: 10.1016/j.echo.2015.07.008.
20. Martin KC, Gill EA, Douglas IJ, Longino AA. Evaluation of a Modified Venous Excess Ultrasound (VExUS) Protocol for Estimation of Venous Congestion: A Cohort Study. *Ultrasound J.* 2025;17(1):7. doi: 10.1186/s13089-025-00411-x.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons