

Contribuição da Ultrassonografia Pulmonar e do VExUS no Diagnóstico e Acompanhamento de Pacientes com Insuficiência Cardíaca

Contribution of Lung Ultrasound and VExUS in the Diagnosis and Monitoring of Patients with Heart Failure

Guilherme Heiden Telo,¹  Marina Petersen Saadi,^{1,2}  Gustavo Paes Silvano,^{1,2}  Anderson Donelli da Silveira,^{1,2} 
Andreia Biolo^{1,2} 

Hospital de Clínicas de Porto Alegre,¹ Porto Alegre, RS – Brasil

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,² Porto Alegre, RS – Brasil

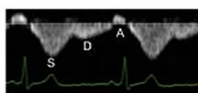
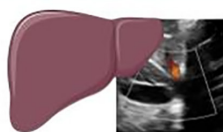
Figura Central: Contribuição da Ultrassonografia Pulmonar e do VExUS no Diagnóstico e Acompanhamento de Pacientes com Insuficiência Cardíaca



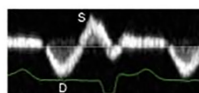
ABC Heart Failure & Cardiomyopathy

Aplicação do VExUS

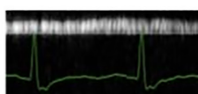
- Diagnóstico em SCR
- Orientador de terapia em SCR
- Prognóstico em IC



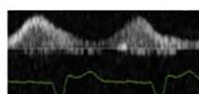
Fluxo hepático Grau 1



Fluxo hepático Grau 3



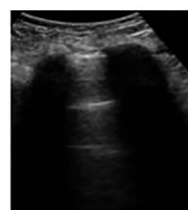
Fluxo portal Grau 1



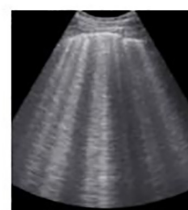
Fluxo portal Grau 3

Aplicação da UP

- Diagnóstico em edema pulmonar
- Orientadora de terapia em IC
- Prognóstico em IC



UP Padrão A



UP Padrão B

ABC Heart Fail Cardiomyop. 2024; 4(1):e20240010

Aplicação VExUS e UP na insuficiência cardíaca. VExUS: Venous Excess Ultrasound Score; UP: ultrassonografia pulmonar; SCR: síndrome cardiorrenal; IC: insuficiência cardíaca.

Resumo

Apesar dos avanços no tratamento da insuficiência cardíaca (IC), avaliar e monitorar com precisão o estado volêmico e a congestão continua sendo um desafio. Os

Palavras-chave

Insuficiência Cardíaca; Edema Pulmonar; Ultrassonografia.

Correspondência: Guilherme Heiden Telo •

Hospital de Clínicas de Porto Alegre – Rua Ramiro Barcelos, 2350.

CEP 90035-903, Porto Alegre, RS – Brasil

E-mail: ghtelo@hcpa.edu.br

Artigo recebido em 02/03/2024, revisado em 17/03/2024,

aceito em 17/03/2024

DOI: <https://doi.org/10.36660/abchf.20240010>

métodos tradicionais, incluindo avaliação clínica, análise de biomarcadores e técnicas de imagem, apresentam limitações em sua capacidade de avaliação e monitoramento em tempo real da congestão venosa e pulmonar. A ultrassonografia pulmonar (UP) detecta linhas B e fornece uma avaliação rápida e sensível da congestão pulmonar, crucial para o manejo da IC aguda e crônica. O Venous Excess Ultrasound Score (VExUS) fornece uma avaliação abrangente da congestão venosa sistêmica, avaliando os fluxos venosos nas veias hepática, portal e renal, juntamente com a medição da veia cava inferior. Esta revisão explora a integração de UP e VExUS como tecnologias inovadoras não invasivas à beira do leito, preparadas para melhorar a precisão do diagnóstico, prever resultados e orientar decisões terapêuticas, melhorando potencialmente o atendimento ao paciente. Ao esclarecer os processos fisiopatológicos subjacentes da IC e oferecer insights

sobre o estado volêmico, a aplicação sinérgica de UP e VExUS, em conjunto com o exame clínico, promete transformar e personalizar significativamente as estratégias de tratamento em cenários de IC aguda e crônica.

Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) continua a representar um desafio substancial na cardiologia, marcada pela sua prevalência generalizada, morbidade significativa e carga considerável nos sistemas de saúde em todo o mundo.¹ Apesar dos avanços nos cuidados cardíacos, o diagnóstico e monitoramento de pacientes com IC, bem como a avaliação precisa da congestão, continuam a apresentar obstáculos consideráveis. Embora as metodologias tradicionais como exame físico, raio X e biomarcadores forneçam meios eficazes de avaliação, apresentam limitações inerentes, particularmente na análise e monitorização em tempo real do estado volêmico.

O início da congestão é um forte preditor de maus resultados para os pacientes na IC.² No entanto, a sua identificação e avaliação podem ser complexas. Sintomas clínicos e sinais de congestão, como ortopneia, distensão venosa jugular, edema periférico e presença de terceira bulha cardíaca são essenciais para o reconhecimento de IC descompensada. Ainda assim, são capazes de detectar apenas níveis moderados a elevados de congestão, apresentando baixa sensibilidade e baixo valor preditivo quando utilizados isoladamente.³ Embora a combinação de sinais e sintomas nos escores clínicos tenha melhorado a precisão do diagnóstico, esses escores têm sido empregados principalmente como ferramentas prognósticas, em vez de auxiliar no manejo agudo da IC descompensada à beira do leito.⁴

A integração de sinais e sintomas com biomarcadores, como o peptídeo natriurético cerebral (BNP), e exames de imagem é recomendada para aumentar a diferenciação entre potenciais diagnósticos diferenciais.⁵ No entanto, a radiografia de tórax tradicional apresenta especificidade razoável, mas sensibilidade limitada na avaliação da congestão.⁶ Além disso, apesar do valor diagnóstico e prognóstico do BNP, o ensaio clínico randomizado multicêntrico GUIDE-IT revelou que o uso dos níveis de BNP para orientar a terapia para IC descompensada não foi comprovadamente eficaz.⁷

Em certos cenários clínicos desafiadores, o cateterismo da artéria pulmonar (CAP) é usado para avaliar as pressões de enchimento ventricular direito e esquerdo e a congestão hemodinâmica. O estudo ESCAPE avaliou o impacto do uso de CAP para melhora da congestão em pacientes hospitalizados com IC grave, sintomática e recorrente. Os pacientes foram randomizados para receber terapia orientada pela avaliação clínica e CAP ou apenas pela avaliação clínica. Em ambos os grupos, as intervenções terapêuticas instituídas levaram a uma redução significativa dos sintomas, da pressão venosa jugular e da presença de edema. No entanto, não houve diferença no desfecho primário de dias de vida fora do hospital durante os primeiros 6 meses (133 dias vs. 135 dias; HR = 1,00; IC 95% 0,82-1,21; $p = 0,99$) e eventos adversos intra-hospitalares foram mais comuns entre pacientes do grupo CAP (21,9% vs. 11,5%; $p=0,04$).⁸

Neste cenário clínico complexo, a demanda por ferramentas de diagnóstico e monitoramento precisas, não invasivas e em tempo real é fundamental. Ultrassonografia pulmonar (UP)⁹ e *Venous Excess Ultrasound Score* (VExUS)¹⁰ surgiram como tecnologias promissoras nesse sentido. UP oferece uma abordagem não invasiva à beira do leito para detectar congestão pulmonar, uma complicação comum e significativa na IC. O VExUS avalia a congestão venosa e fornece informações cruciais sobre o estado hemodinâmico dos pacientes, um aspecto frequentemente ignorado pelos métodos diagnósticos convencionais.

A incorporação destas modalidades na gestão de rotina da IC tem o potencial de melhorar significativamente a abordagem atual, oferecendo diagnósticos mais precisos, melhorando a monitorização da progressão da doença e reduzindo potencialmente as readmissões hospitalares. Esta revisão tem como objetivo explorar o papel da UP e do VExUS no tratamento contemporâneo da IC, destacando o seu impacto na melhoria dos resultados dos pacientes e no alívio dos encargos com os cuidados de saúde (Figura Central).

UP em IC

A UP revolucionou o tratamento da IC, fornecendo recursos sofisticados de diagnóstico, monitoramento e prognóstico.¹¹ Como técnica ecográfica, a UP é fundamental na detecção de linhas B, que são artefatos de reverberação ultrassonográfica indicativos de edema pulmonar intersticial, desempenhando assim um papel crucial na avaliação da congestão pulmonar. A aquisição da UP envolve a colocação de um transdutor perpendicular à parede torácica nos espaços intercostais para evitar o sombreamento das costelas, garantindo a visualização ideal da linha pleural e do parênquima pulmonar abaixo. As configurações de profundidade são ajustadas para exibir adequadamente a pleura e o tecido pulmonar subjacente. As linhas B normalmente se estendem da linha pleural até a parte inferior da tela, obliterando as linhas A e movendo-se com a respiração do paciente.¹²

Existem vários protocolos para a realização de UP, cada um diferindo no número de campos pulmonares examinados.¹³ Contudo o protocolo UP de oito zonas é mais comumente utilizado na prática clínica, particularmente após a sua aprovação no último consenso da Associação Europeia de Imagem Cardiovascular (EACVI).¹⁴ Este protocolo envolve a varredura de áreas torácicas anteriores e laterais bilaterais, dividindo cada hemitórax em quatro zonas. A detecção de três ou mais linhas B em duas ou mais zonas é indicativa de congestão pulmonar. Um número maior de linhas B se correlaciona com pressão capilar pulmonar elevada, conforme validado por medidas hemodinâmicas invasivas,¹⁵ fornecendo um método não invasivo, porém confiável, para avaliar a gravidade da pressão de enchimento ventricular.

IC Aguda

Diagnóstico no Departamento de Emergência

No contexto da IC aguda, a UP tornou-se uma ferramenta diagnóstica indispensável em ambientes de emergência, proporcionando avaliação rápida e não invasiva com maior

Artigo de Revisão

sensibilidade em relação aos métodos de imagem tradicionais. A UP supera significativamente a ausculta no diagnóstico de congestão pulmonar em pacientes gravemente enfermos.¹⁶ Além disso, em pacientes com IC aguda descompensada, uma abordagem integrada à UP foi mais precisa do que o uso de radiografia de tórax e NT-proBNP,¹⁷ levando a uma redução de 33,5% no tempo para decisão de tratamento e uma redução de 33,7% no tempo de internação hospitalar, conforme mostrado na Tabela 1.¹⁸

Orientação do tratamento

A natureza dinâmica da UP, capaz de monitorar alterações em tempo real na congestão pulmonar, é significativamente benéfica para monitorar a eficácia da terapia e titulá-la adequadamente. Notavelmente, uma diminuição nas linhas B é um indicador direto de uma resposta positiva à terapia diurética e ao manejo de fluidos,¹⁹ destacando o papel potencial da UP no tratamento da IC aguda. Por exemplo, a combinação da avaliação ecocardiográfica focada das pressões de enchimento cardíaco e do índice da veia cava inferior (VCI) com UP através do protocolo CaTUS resultou em melhora da congestão significativamente maior quando comparado com o tratamento padrão, conforme definido por uma redução nos sintomas, nas pressões de enchimento cardíaco, BNP, perda cumulativa de líquidos e resolução da congestão pulmonar na UP ($p < 0,05$ para todos).²⁰ Além disso, a terapia guiada pelo CaTUS levou a menor tempo médio de internação ($3,74 \pm 2,02$ dias vs. $6,85 \pm 4,22$ dias; $p = 0,002$) e melhor sobrevida em relação ao desfecho combinado de mortalidade por todas as causas e readmissão por IC aguda em 6 meses, impulsionado principalmente pela redução nas reinternações.²⁰

Prognóstico

A UP quantifica habilmente a congestão pulmonar residual na alta, abordando uma lacuna crítica muitas vezes ignorada apenas pelo exame físico. Num estudo de coorte unicêntrico, a congestão pulmonar residual, avaliada por UP na alta, emergiu como um preditor independente de mortalidade ($HR = 11,3$; IC 95% 2,4–53,2; $p = 0,002$) e de hospitalização por agravamento da IC ($HR = 8,1$; IC 95% 2,1–32,1; $p = 0,003$) dentro de 90 dias, usando um método UP simplificado de 4 zonas (positivo se a soma das linhas B em 4 zonas for ≥ 7 linhas B).²¹ A congestão residual também está associada a resultados adversos ao longo de 6 meses, conforme definido por um desfecho composto de readmissão por IC ou morte por todas as causas ($HR = 2,01$; IC 95%: 1,11–3,64; $p = 0,021$), avaliado por uma contagem de linha B ≥ 30 obtidos com o método de 28 regiões de varredura. Resultados semelhantes foram observados utilizando o método de oito zonas, sendo o melhor ponto de corte ≥ 1 zona com ≥ 3 linhas B em cada hemitórax. Curiosamente, os níveis de NT-proBNP, um biomarcador convencional na IC, não previram substancialmente estes resultados a longo prazo.²²

Posteriormente, o emprego da UP antes da alta em pacientes com IC aguda pode detectar efetivamente congestão pulmonar persistente, auxiliando na identificação daqueles com risco elevado de readmissão ou mortalidade relacionada à IC. Isto sublinha a importância de otimizar o manejo da congestão, conforme destacado nas Diretrizes da Sociedade Europeia de Cardiologia (ESC) de 2021 para o tratamento da IC.⁵

IC Crônica

A descompensação na IC normalmente se manifesta com sintomas clínicos mínimos para a maioria dos pacientes, muitas vezes tornando-se perceptível apenas em estágios avançados, quando é necessária intervenção urgente devido à congestão.

Tabela 1 – Aplicação da UP na IC

Categoria	Aplicação	Descrição	Impacto
IC aguda	Diagnóstico no pronto-socorro	Avaliação rápida e não invasiva com maior sensibilidade em relação aos métodos tradicionais. Supera a ausculta e é mais precisa que a radiografia de tórax e o NT-proBNP. ^{16,17}	Reduz o tempo para decisão de tratamento e o tempo de internação hospitalar. ¹⁸
	Orientação do tratamento	Monitora alterações em tempo real na congestão pulmonar, orientando a terapia. A diminuição das linhas B indica resposta positiva ao tratamento. ¹⁹	Leva a maior resolução da congestão, hospitalização mais curta e redução de reinternações por IC. ²⁰
	Prognóstico	Quantifica a congestão pulmonar residual na alta.	Auxilia na identificação de pacientes de alto risco de readmissão ou mortalidade, ressaltando a importância de otimizar o tratamento da congestão. ^{21,22}
IC crônica	Orientação do tratamento	Deteção precoce de congestão subclínica em pacientes ambulatoriais.	Reduz consultas urgentes por agravamento da IC, melhora a capacidade física e a qualidade de vida. ²³⁻²⁵

IC: insuficiência cardíaca.

Consequentemente, a incorporação do UP nas avaliações clínicas de rotina de pacientes ambulatoriais poderia fornecer um meio para detecção precoce de congestão subclínica. No tratamento da IC crônica, as estratégias diuréticas guiadas por UP demonstraram benefícios substanciais, em particular para titular a terapia diurética e reduzir os resultados adversos relacionados à IC.

O estudo LUS-HF destacou que o manejo personalizado da congestão pulmonar direcionado pela UP no acompanhamento pós-alta de pacientes recentemente hospitalizados por IC reduziu o número de consultas urgentes por agravamento da IC (21% vs. 5%; $p=0,008$) e melhora da capacidade funcional no teste de caminhada de 6 minutos em comparação com o valor basal [37 m (IIQ: 5–70 m) vs. 60 m (IIQ: 29–125 m); $p=0,023$], durante um período de acompanhamento de 6 meses.²³ Depois disso, o estudo CLUSTER-HF demonstrou que o tratamento guiado por UP realizado em todas as consultas de pacientes resultou em uma notável redução de risco de 45% no desfecho primário, um composto de consultas urgentes de IC, reinternação por agravamento da IC e morte por qualquer causa em 6 meses, impulsionado principalmente por uma redução nas consultas urgentes de IC (HR=0,28; IC 95% 0,13-0,62; $p=0,001$).²⁴ Além disso, em um estudo multicêntrico randomizado e não cego, indivíduos com IC crônica submetidos a terapia médica otimizada e randomizados para manejo guiado por UP apresentaram uma redução notável de 56% nas hospitalizações relacionadas à IC aguda em 90 dias (RR=0,44; IC 95% 0,23- 0,84; $p=0,01$). Adicionalmente, houve uma redução concomitante nos níveis de NT-proBNP ($p=0,01$) e uma melhoria na qualidade de vida global ($p=0,02$).²⁵

Em conclusão, a UP emergiu como uma modalidade não invasiva, clinicamente eficaz e simples, fundamental no tratamento da congestão pulmonar em todo o espectro da IC. Sua precisão diagnóstica, monitoramento em tempo real e valor prognóstico em ambientes de IC aguda e crônica ressaltam seu papel essencial nos protocolos contemporâneos de manejo da IC.

VExUS em IC

Diagnóstico

A avaliação precisa da pressão venosa central (PVC) é essencial para otimizar o manejo do volume em pacientes com IC. Neste contexto, a medição da VCI é o método não invasivo mais comumente utilizado. A PVC pode ser estimada avaliando-se o diâmetro da VCI e sua variabilidade inspiratória, que demonstrou prever elevações na pressão atrial direita (PAD) com maior frequência e precisão do que o exame físico do pulso venoso jugular.²⁶ O tamanho e a variabilidade inspiratória da VCI, apesar de fazerem parte da avaliação inicial da congestão sistêmica, não devem ser utilizados isoladamente, pois sua correlação com a PAD medida a partir do cateterismo cardíaco direito é apenas moderada.²⁷ Além disso, existem diversas limitações em sua análise, como ventilação mecânica, hipertensão pulmonar, padrões respiratórios variáveis durante a ventilação espontânea e hiperinsuflação pulmonar com auto-PEEP em pacientes com doença pulmonar obstrutiva.²⁸

A congestão venosa leva não apenas à dilatação da VCI, mas também à transmissão de pressão para órgãos periféricos, alterando previsivelmente o padrão do fluxo sanguíneo venoso. Nesse sentido, o VExUS emergiu como um avanço significativo na avaliação da congestão venosa sistêmica. Ao avaliar os fluxos venosos nas veias hepática, portal e renal, juntamente com a medição da VCI, o VExUS fornece uma visão abrangente do estado venoso. Inicialmente desenvolvido no ambiente pós-cirurgia cardíaca, onde demonstrou alta precisão na identificação de pacientes com risco de desenvolver síndrome cardiorenal (SCR),²⁹ o VExUS provou seu valor em outros cenários clínicos.

A avaliação do escore VExUS inicia-se com a identificação da VCI, na janela subcostal, em posição supina. O diâmetro da VCI deve ser medido a um a dois centímetros do átrio direito. Se dilatado (≥ 2 cm), uma avaliação adicional deve ser realizada pela análise do fluxo das veias hepática, portal e intrarrenal usando Doppler pulsátil, conforme ilustrado na Tabela 2. Para avaliação do fluxo, um transdutor setorial pode ser usado através da janela subcostal ou um transdutor convexo ao longo da linha axilar anterior. Uma VCI não dilatada (<2 cm) indica ausência de congestão venosa significativa (VExUS 0). Congestão leve (VExUS 1) é definida pela presença de VCI ≥ 2 cm com uma combinação de padrões normais (onda sistólica [S] maior que a onda diastólica [D] no Doppler da veia hepática, Doppler da veia porta não pulsátil com variabilidade de velocidade máxima e mínima $<30\%$, padrão contínuo no Doppler da veia intrarrenal) ou achados leves (onda $S<D$ no Doppler da veia hepática, índice de pulsatilidade entre 30-50% no Doppler da veia porta, fluxo pulsátil no Doppler da veia intra-renal com componentes S e D distintos). Congestão moderada (VExUS 2) é considerada quando uma VCI ≥ 2 cm apresenta pelo menos um padrão gravemente anormal (onda S invertida no Doppler da veia hepática, índice de pulsatilidade $\geq 50\%$ no Doppler da veia porta, fluxo monofásico com padrão somente D no Doppler da veia intra-renal). A congestão grave (VExUS 3) é indicada por uma VCI dilatada com dois ou mais padrões gravemente anormais, como mostrado na Tabela 3.³⁰

Quando comparada com medidas hemodinâmicas invasivas por cateterismo cardíaco direito, uma classificação elevada no escore VExUS foi associada ao aumento da PAD ($p<0,001$, $R^2=0,68$), apresentando melhor desempenho que a VCI na predição de valores ≥ 12 mmHg (AUC = 0,99; IC 95% 0,96-1,0 vs. AUC = 0,79; IC 95% 0,65-0,92).³¹

Orientação do tratamento

O VExUS desempenha um papel potencial na orientação da terapia, particularmente no contexto na SCR. A capacidade da técnica de rastrear dinamicamente a congestão venosa poderia auxiliar os médicos no ajuste da terapia diurética, visando uma melhora no VExUS, que está associado a melhores resultados na SCR, conforme ilustrado na Tabela 4.³²

Em um estudo de coorte prospectivo de pacientes com SCR incluindo IC descompensada (57% dos indivíduos do estudo), a resolução da lesão renal aguda mostrou uma correlação significativa com a melhora no escore VExUS ($p=0,003$)

Artigo de Revisão

Tabela 2 – Classificação dos Padrões de Fluxo

	Padrão de Fluxo	Nota
Veia Hepática	Onda S > onda D	1 – Congestão leve
	Onda D > Onda S	2 – Congestão moderada
	Onda S reversa	3 – Congestão severa
Veia Portal	Pulsatilidade <30%	1 – Congestão leve
	Pulsatilidade 30% - 50%	2 – Congestão moderada
	Pulsatilidade > 50%	3 – Congestão severa
Veia renal	Contínuo	1- Congestão leve
	Pulsátil com componentes S e D distintos	2 – Congestão moderada
	Monofásico com padrão somente D	3 – Congestão severa

Os padrões de fluxo são indicativos do nível de congestão venosa nas veias hepática, portal e renal e são classificados com base nos achados da ultrassonografia Doppler. O grau de congestão é avaliado em relação aos padrões das ondas S e D na veia hepática, pulsatilidade na veia porta e padrão de fluxo na veia renal.

Tabela 3 – Escore VExUS

Escore VExUS	Critério
0 (sem congestão)	< 2 cm
1 (congestão leve)	≥ 2 cm e ausência de padrão de fluxo severo em todas as três veias
2 (congestão moderada)	≥ 2 cm e presença de 1 padrão severo em qualquer uma das três veias
3 (congestão severa)	≥ 2 cm e presença de ≥2 padrões severo nas três veias

O escore VExUS é determinado avaliando o diâmetro da VCI junto com os padrões de fluxo do ultrassom Doppler nas veias hepática, portal e renal. As notas variam de 0 (indicando ausência de congestão) a 3 (indicando congestão severa), com gravidade crescente com base na presença e extensão de padrões de fluxo anormais específicos.

Tabela 4 – Aplicação do VExUS em IC.

Categoria	Aplicação	Descrição	Impacto
IC aguda	Diagnóstico de congestão venosa	Utiliza medição da VCI e fluxo venoso nas veias hepática, portal e renal, melhorando a detecção de congestão venosa sistêmica. ³⁰	Melhora o gerenciamento da volemia, fornecendo avaliação precisa e em tempo real de congestão, auxiliando na detecção e intervenção precoce em cenários de IC aguda.
	Orientação de tratamento	Facilita o monitoramento dinâmico da congestão venosa, permitindo ajustes personalizados na terapia diurética. A melhora do escore VExUS se correlaciona com a recuperação da síndrome cardiorrenal e o equilíbrio hídrico, orientando os ajustes da terapia em tempo real. ^{33,35}	Melhora os resultados do tratamento, garantindo tratamento da congestão ideal, especialmente na síndrome cardiorrenal. Acelera o processo de melhora da congestão em comparação com avaliações padrão. ³⁵
	Prognóstico	Padrões anormais de fluxo venoso, particularmente nas veias porta e renal, têm sido associados a piores resultados na IC. ³⁷⁻³⁹ Um escore VExUS alto na admissão prediz mortalidade, morte relacionada à IC e readmissão relacionada à IC, servindo como um marcador prognóstico significativo. ⁴⁰	Destaca a importância da avaliação da congestão sistêmica no prognóstico, oferecendo informações valiosas sobre o risco futuro de eventos adversos. Escores altos no VExUS alertam os médicos para a necessidade de estratégias de manejo agressivas para melhorar os resultados em longo prazo.

IC: insuficiência cardíaca.

e houve uma associação significativa entre alterações no VExUS e equilíbrio hídrico ($p=0,006$).³³ Além disso, este estudo foi o primeiro a validar o uso do protocolo VExUS sem a necessidade de fluxo renal, simplificando a aquisição de imagens e aumentando a aplicabilidade clínica do método.³³

O VExUS é especialmente relevante em casos de deterioração da função renal, onde há incerteza sobre a redução da terapia diurética. Escores mais elevados do VExUS sugeririam que o comprometimento renal está ligado à congestão venosa sistêmica, apoiando a continuação do tratamento diurético.³⁴

O único ensaio clínico que avaliou o impacto de guiar a terapia diurética pelo VExUS na recuperação da função renal e nas métricas de congestão em pacientes com SCR tipo 1 (piora da função renal devido à IC aguda) revelou que, em comparação com a avaliação padrão, o tratamento da congestão guiado por VExUS não melhora significativamente a recuperação da função renal (26% vs. 24%; $p = 0,09$). No entanto, o VExUS demonstrou um aumento de mais de duas vezes na probabilidade de melhora na congestão ($OR = 2,6$; IC 95% 1,9-3,0; $p = 0,01$) e atingir uma redução $> 30\%$ nos níveis de BNP ($OR = 2,4$; IC 95% 1,3 -4,1; $p = 0,01$). Além disso, o tempo necessário para resolução da congestão foi menor no grupo VExUS em 2 dias [5 dias (IIQ: 3-8 dias) vs. 7 dias (IIQ: 4-11 dias); $p = 0,004$]. Notavelmente, os pacientes randomizados para VExUS exibiram um aumento maior na creatinina sérica em comparação ao grupo controle ($p = 0,005$), sugerindo que o VExUS permite uma identificação mais precisa da congestão, levando a um tratamento mais agressivo.³⁵ Este aumento paradoxal da creatinina sérica durante a terapia diurética na IC aguda descompensada tem sido associado à melhora da sobrevida cardiorrenal,³⁶ levantando a possibilidade de que os maiores aumentos na creatinina sérica durante o tratamento guiado por VExUS fossem indicativos de um tratamento mais eficaz.

Esta relação potencial entre os resultados do VExUS e os resultados renais ressalta a importância do VExUS no gerenciamento da sobrecarga de fluidos, garantindo que os pacientes recebam cuidados ideais, adaptados ao seu estado específico de congestão venosa.

Prognóstico

Pesquisas anteriores elucidaram a importância da congestão sistêmica em prever resultados com precisão. Numa população de pacientes hospitalizados com IC aguda, a pulsatilidade anormal da veia porta na alta foi significativamente associada à mortalidade ($HR = 1,03$; IC 95% 1,01-1,04; $p < 0,001$)³⁷ e um alto índice de estase venosa renal (tempo do ciclo cardíaco-tempo de fluxo venoso/tempo do ciclo cardíaco)³⁸ demonstraram pior prognóstico em termos de morte cardíaca ou agravamento da IC ($HR = 1,91$; IC 95% 1,05-3,48; $p = 0,035$). Além disso, o fluxo venoso intrarrenal monofásico foi preditor de morte cardíaca ou reinternação não planejada por IC descompensada ($p < 0,01$).³⁹

O único estudo avaliando o valor prognóstico do escore VExUS em pacientes com IC aguda foi conduzido por Torres Arrese et al. Este demonstrou que um escore VExUS de 3 na admissão poderia prever a mortalidade hospitalar ($AUC = 0,88$; IC 95% 0,76-1,0), morte relacionada à IC ($AUC = 0,89$; IC 95% 0,79-0,99) e readmissão relacionada à IC ($AUC = 0,62$; IC 95% 0,45-0,80).⁴⁰ Estas descobertas destacam o papel crítico da avaliação da congestão sistêmica na continuidade do tratamento da IC.

Integrando UP e VExUS

Embora o VExUS identifique efetivamente o fenótipo de congestão venosa, não leva em conta a congestão intersticial, que é igualmente crítica. Essa lacuna na avaliação pode levar a um quadro incompleto do perfil de

congestão de um paciente, potencialmente classificando erroneamente os pacientes que, apesar de um escore 0 do VExUS, ainda sofrem de congestão pulmonar intersticial e residual, perdendo assim intervenções de tratamento direcionadas. Da mesma forma, em ambientes selecionados, a ausência de congestão pulmonar não exclui pressões de enchimento elevadas, como em pacientes com IC avançada encaminhados para transplante.⁴¹ Portanto, é crucial reconhecer que nenhum parâmetro deve ser interpretado isoladamente, sempre colocando também os contextos clínicos em perspectiva. A combinação de UP e VExUS poderia fornecer um perfil, mais abrangente da gravidade e distribuição da congestão, iluminando todo o espectro da condição do paciente e permitindo a formulação de estratégias terapêuticas mais personalizadas.

Desafios e limitações

Embora muito relevante para o diagnóstico de IC quando corroborada pela suspeita clínica, a presença de linhas B não é sinônimo de edema pulmonar cardiogênico. A mesma aparência da linha B pode ser observada em diversas condições, como fibrose pulmonar, contusão, hemorragia alveolar e lesão pulmonar aguda/síndrome do desconforto respiratório agudo.⁴² Além disso, em cenários como o infarto agudo do miocárdio, a UP mostrou uma fraca correlação com as pressões de enchimento do ventrículo esquerdo, sugerindo que outros mecanismos subjacentes, como inflamação, IC prévia ou doença renal crônica, poderiam contribuir para a congestão pulmonar.⁴³

Para uma interpretação precisa do VExUS, o traçado do eletrocardiograma é essencial para identificar corretamente as ondas venosas. Cada componente VExUS também tem suas limitações. A interpretação do Doppler da veia hepática pode ser influenciada por fatores além da PAD, como fibrilação atrial, excursão sistólica do ventrículo direito e regurgitação tricúspide. A pulsatilidade diminuída da veia porta pode estar presente na doença hepática parenquimatosa e pode não indicar verdadeiramente congestão em pacientes cirróticos. Curiosamente, o fluxo pulsátil da veia porta também pode ocorrer em indivíduos jovens e saudáveis, com baixo índice de massa corporal, sem PAD elevada. Entre os três componentes do VExUS, o Doppler da veia intrarrenal apresenta o maior desafio técnico devido à sua dificuldade de aquisição, muitas vezes resultando em registros abaixo do ideal. Muitas vezes surgem interpretações errôneas quando se amostra um vaso maior, como a veia renal principal, em vez da veia interlobar. A doença renal parenquimatosa também pode ter o potencial de afetar as formas de onda venosa do Doppler intra-renal.^{44,45}

Considerando essas limitações, é fundamental evitar a interpretação isolada de qualquer um desses exames. Avaliar as imagens dentro do contexto clínico relevante e defender a avaliação multiorgânica pode mitigar o risco de má interpretação.

Direções futuras

À medida que a ultrassonografia no *point-of-care* (PoCUS) se torna cada vez mais comum na prática médica moderna, espera-se que sua importância na avaliação do status volêmico de

Artigo de Revisão

pacientes com IC cresça significativamente. No entanto, existe uma lacuna no treinamento PoCUS, a qual é uma necessidade não satisfeita no campo da saúde. Consequentemente, o desenvolvimento e implementação de programas de treinamento abrangentes, juntamente com mecanismos de supervisão e garantia de qualidade, devem ser priorizados pelas organizações de saúde. Melhorar o treinamento e minimizar a variabilidade entre avaliadores são passos essenciais para garantir avaliações mais precisas e confiáveis. Essas melhorias podem ajudar a prevenir diagnósticos errados e fornecer orientações valiosas no manejo da terapia, melhorando assim o atendimento ao paciente no manejo da IC.

O emprego da UP e do Doppler venoso tem potencial para melhorar significativamente a detecção clínica e a quantificação da congestão. Apesar desta vantagem, atualmente, evidências robustas são insuficientes para demonstrar que as intervenções destinadas especificamente a melhorar estes parâmetros levam a melhores resultados em pacientes com IC, tanto em serviços de emergência como em ambientes de cuidados intensivos. Esta lacuna sublinha a necessidade de mais investigação para validar o impacto das estratégias de tratamento direcionadas na melhoria dos resultados dos pacientes nestes ambientes de cuidados intensivos. Além disso, são necessárias investigações adicionais para avaliar se a adoção de uma abordagem integrativa, em vez de parâmetros ultrassonográficos individuais, teria um impacto benéfico nos resultados.

Conclusões

A congestão representa um desafio clínico significativo entre pacientes com IC descompensada, muitas vezes resultando em hospitalizações frequentes e piores resultados clínicos. A identificação oportuna e precisa da congestão

é fundamental para uma gestão adequada e mitigação de consequências adversas. Neste contexto, a UP e o VExUS desempenham um papel crucial como ferramentas indispensáveis e eficazes, fornecendo informações objetivas sobre a congestão pulmonar e sistêmica que superam os métodos tradicionais. Quando combinadas, essas modalidades auxiliam os médicos no diagnóstico diferencial, nas estratégias terapêuticas e na avaliação do prognóstico para indivíduos com IC descompensada, melhorando assim a qualidade geral do atendimento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, Redação do manuscrito e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Telo GH, Saadi MP, Silvano GP, Silveira AD, Biolo A.

Potencial conflito de interesse

Não há conflito com o presente artigo

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação ética e consentimento informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Referências

1. Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P, Rosano GMC, Coats AJS. Global Burden of Heart Failure: A Comprehensive and Updated Review of Epidemiology. *Cardiovasc Res.* 2023;118(17):3272-87. doi: 10.1093/cvr/cvac013.
2. Ambrosy AP, Pang PS, Khan S, Konstam MA, Fonarow GC, Traver B, et al. Clinical Course and Predictive Value of Congestion During Hospitalization in Patients Admitted for Worsening Signs and Symptoms of Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: Findings from the EVEREST Trial. *Eur Heart J.* 2013;34(11):835-43. doi: 10.1093/eurheartj/ehs444.
3. Stevenson LW, Perloff JK. The Limited Reliability of Physical Signs for Estimating Hemodynamics in Chronic Heart Failure. *JAMA.* 1989;261(6):884-8.
4. Girerd N, Seronde MF, Coiro S, Chouihed T, Bilbault P, Braun F, et al. Integrative Assessment of Congestion in Heart Failure Throughout the Patient Journey. *JACC Heart Fail.* 2018;6(4):273-85. doi: 10.1016/j.jchf.2017.09.023.
5. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599-726. doi: 10.1093/eurheartj/ehab368.
6. Collins SP, Lindsell CJ, Storrow AB, Abraham WT. Prevalence of Negative Chest Radiography Results in the Emergency Department Patient with Decompensated Heart Failure. *Ann Emerg Med.* 2006;47(1):13-8. doi: 10.1016/j.annemergmed.2005.04.003.
7. Felker GM, Anstrom KJ, Adams KF, Ezekowitz JA, Fiuzat M, Houston-Miller N, et al. Effect of Natriuretic Peptide-Guided Therapy on Hospitalization or Cardiovascular Mortality in High-Risk Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fraction: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017;318(8):713-20. doi: 10.1001/jama.2017.10565.
8. Binanay C, Califf RM, Hasselblad V, O'Connor CM, Shah MR, Sopko G, et al. Evaluation Study of Congestive Heart Failure and Pulmonary Artery Catheterization Effectiveness: The ESCAPE Trial. *JAMA.* 2005;294(13):1625-33. doi: 10.1001/jama.294.13.1625.
9. Miglioranza MH, Sousa ACS, Araujo CSC, Almeida-Santos MA, Gargani L. Lung Ultrasound: The Cardiologists' New Friend. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(6):606-8. doi: 10.5935/abc.20170169.
10. 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.
11. Picano E, Scali MC, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2018;11(11):1692-705. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.06.023.
12. Stassen J, Bax JJ. How to Do Lung Ultrasound. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2022;23(4):447-9. doi: 10.1093/ehjci/jeab241.

13. Demi L, Wolfram F, Klersy C, De Silvestri A, Ferretti VV, Muller M, et al. New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound. *J Ultrasound Med.* 2023;42(2):309-44. doi: 10.1002/jum.16088.
14. Gargani L, Girerd N, Platz E, Pellicori P, Stankovic I, Palazzuoli A, et al. Lung Ultrasound in Acute and Chronic Heart Failure: A Clinical Consensus Statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023;24(12):1569-82. doi: 10.1093/ehjci/jead169.
15. Imanishi J, Maeda T, Ujiro S, Masuda M, Kusakabe Y, Takemoto M, et al. Association between B-lines on Lung Ultrasound, Invasive Haemodynamics, and Prognosis in Acute Heart Failure Patients. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2023 9;12(2):115-23. doi: 10.1093/ehjacc/zuac158.
16. Cox EGM, Koster G, Baron A, Kaufmann T, Eck RJ, Veenstra TC, et al. Should the Ultrasound Probe Replace your Stethoscope? A SICS-I Sub-study Comparing Lung Ultrasound and Pulmonary Auscultation in the Critically Ill. *Crit Care.* 2020;24(1):14. doi: 10.1186/s13054-019-2719-8.
17. 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. doi: 10.1002/ehjhf.1379.
18. Núñez-Ramos JA, Aguirre-Acevedo DC, Pana-Tolozá MC. Point of Care Ultrasound Impact in Acute Heart Failure Hospitalization: A Retrospective Cohort Study. *Am J Emerg Med.* 2023;66:141-5. doi: 10.1016/j.ajem.2023.01.047.
19. Cortellaro F, Ceriani E, Spinelli M, Campanella C, Bossi I, Coen D, et al. Lung Ultrasound for Monitoring Cardiogenic Pulmonary Edema. *Intern Emerg Med.* 2017;12(7):1011-7. doi: 10.1007/s11739-016-1510-y.
20. Öhman J, Harjola VP, Karjalainen P, Lassus J. Focused Echocardiography and Lung Ultrasound Protocol for Guiding Treatment in Acute Heart Failure. *ESC Heart Fail.* 2018;5(1):120-8. doi: 10.1002/ehf2.12208.
21. Coiro S, Rossignol P, Ambrosio G, Carluccio E, Alunni G, Murrone A, et al. Prognostic Value of Residual Pulmonary Congestion at Discharge Assessed by Lung Ultrasound Imaging in Heart Failure. *Eur J Heart Fail.* 2015;17(11):1172-81. doi: 10.1002/ehjhf.344.
22. Platz E, Campbell RT, Claggett B, Lewis EF, Groarke JD, Docherty KF, et al. Lung Ultrasound in Acute Heart Failure: Prevalence of Pulmonary Congestion and Short- and Long-Term Outcomes. *JACC Heart Fail.* 2019;7(10):849-58. doi: 10.1016/j.jchf.2019.07.008.
23. 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. doi: 10.1002/ehjhf.1604.
24. Araiza-Garayzardobil D, Gopar-Nieto R, Martínez-Amezcuca P, Cabello-López A, Alanís-Estrada G, Luna-Herbert A, et al. A Randomized Controlled Trial of Lung Ultrasound-guided Therapy in Heart Failure (CLUSTER-HF Study). *Am Heart J.* 2020;227:31-9. doi: 10.1016/j.ahj.2020.06.003.
25. Marini C, Fragasso G, Italia L, Sisakian H, Tufaro V, Ingallina G, et al. Lung Ultrasound-guided Therapy Reduces Acute Decompensation Events in Chronic Heart Failure. *Heart.* 2020;106(24):1934-9. doi: 10.1136/heartjnl-2019-316429.
26. Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, Ronan A, Shah D, Vasaiwala S, et al. A Comparison by Medicine Residents of Physical Examination Versus Hand-carried Ultrasound for Estimation of Right Atrial Pressure. *Am J Cardiol.* 2007;99(11):1614-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.01.037.
27. 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.
28. 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. doi: 10.1007/s00134-016-4357-9.
29. Beaubien-Souligny 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):e009961. doi: 10.1161/JAHA.118.009961.
30. 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. doi: 10.1186/s13089-020-00163-w.
31. Longino A, Martin K, Leyba K, Siegel G, Gill E, Douglas IS, et al. Correlation Between the VExUS Score and Right Atrial Pressure: A Pilot Prospective Observational Study. *Crit Care.* 2023;27(1):205. doi: 10.1186/s13054-023-04471-0.
32. Jury D, Shaw AD. Utility of Bedside Ultrasound Derived Hepatic and Renal Parenchymal Flow Patterns to Guide Management of Acute Kidney Injury. *Curr Opin Crit Care.* 2021;27(6):587-92. doi: 10.1097/MCC.0000000000000899.
33. Bhardwaj V, Vikneswaran G, Rola P, Raju S, Bhat RS, Jayakumar A, et al. Combination of Inferior Vena Cava Diameter, Hepatic Venous Flow, and Portal Vein Pulsatility Index: Venous Excess Ultrasound Score (VEXUS Score) in Predicting Acute Kidney Injury in Patients with Cardiorenal Syndrome: A Prospective Cohort Study. *Indian J Crit Care Med.* 2020;24(9):783-9. doi: 10.5005/jip-journals-10071-23570.
34. Argai ER, Romero-Gonzalez G, Rola P, Spiegel R, Haycock KH, Koratala A. Bedside Ultrasound in the Management of Cardiorenal Syndromes: An Updated Review. *Cardiorenal Med.* 2023;13(1):372-84. doi: 10.1159/000534976.
35. Islas-Rodríguez JP, Miranda-Aquino T, Romero-González G, Hernández-Del Río J, Camacho-Guerrero JR, Covarrubias-Villa S, et al. Effect on Kidney Function Recovery Guiding Decongestion with VExUS in Patients with Cardiorenal Syndrome 1: A Randomized Control Trial. *Cardiorenal Med.* 2024;14(1):1-11. doi: 10.1159/000535641.
36. Chávez-Íñiguez JS, Ivey-Miranda JB, De la Vega-Mendez FM, Borges-Vela JA. How to Interpret Serum Creatinine Increases During Decongestion. *Front Cardiovasc Med.* 2023;9:1098553. doi: 10.3389/fcvm.2022.1098553.
37. Bouabdallaoui N, Beaubien-Souligny W, Oussaïd E, Henri C, Racine N, Denault AY, et al. Assessing Splanchnic Compartment Using Portal Venous Doppler and Impact of Adding It to the EVEREST Score for Risk Assessment in Heart Failure. *CJC Open.* 2020;2(5):311-20. doi: 10.1016/j.cjco.2020.03.012.
38. Ohara H, Yoshihisa A, Horikoshi Y, Ishibashi S, Matsuda M, Yamadera Y, et al. Renal Venous Stasis Index Reflects Renal Congestion and Predicts Adverse Outcomes in Patients With Heart Failure. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:772466. doi: 10.3389/fcvm.2022.772466.
39. Yoshihisa A, Watanabe K, Sato Y, Ishibashi S, Matsuda M, Yamadera Y, et al. Intrarenal Doppler Ultrasonography Reflects Hemodynamics and Predicts Prognosis in Patients with Heart Failure. *Sci Rep.* 2020;10(1):22257. doi: 10.1038/s41598-020-79351-6.
40. 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. doi: 10.3390/jcm12041281.
41. Barth FM, Beck-da-Silva L, Ghisleni EC, Butzke M, Scolari FL, Matte BS, et al. Lung Ultrasound in Congestion Assessment of Patients with Advanced Heart Failure Referred for Heart Transplant: Correlations with Right Heart Catheterization Findings. *Am Heart J Plus.* 2023;26:100250. doi: 10.1016/j.ahjo.2023.100250.

Artigo de Revisão

42. Marini TJ, Rubens DJ, Zhao YT, Weis J, O'Connor TP, Novak WH, et al. Lung Ultrasound: The Essentials. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2021;3(2):e200564. doi: 10.1148/ryct.2021200564.
43. Araujo GN, Beltrame R, Machado GP, Custodio JL, Zimerman A, Silveira AD, et al. Comparison of Admission Lung Ultrasound and Left Ventricular End-Diastolic Pressure in Patients Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2021;14(4):e011641. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.120.011641.
44. Turk M, Robertson T, Koratala A. Point-of-care Ultrasound in Diagnosis and Management of Congestive Nephropathy. *World J Crit Care Med*. 2023;12(2):53-62. doi: 10.5492/wjccm.v12.i2.53.
45. Rola P, Miralles-Aguar F, Argaz 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. doi: 10.1186/s13089-021-00232-8.



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