Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas

Uso do ultrassom à beira do leito e sua influência na solicitação de exames de imagem: uma coorte retrospectiva.

MATEUS CORREA LECH

Porto Alegre

2026

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas

Uso do ultrassom à beira do leito e sua influência na solicitação de exames de imagem: uma coorte retrospectiva.

MATEUS CORREA LECH

Orientador: Prof. Dr. Dimitris Rucks Varvaki Rados

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Medicina: Ciências Médicas.

Porto Alegre
2026

CIP - Catalogação na Publicação

Lech, Mateus
Uso do ultrassom à beira do leito e sua influência na solicitação de exames de imagem: uma coorte retrospectiva. / Mateus Lech. -- 2026.
71 f.
Orientador: Dimitris Rucks Varvaki Rados.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas, Porto Alegre, BR-RS, 2026.

1. Ultrassonografia. 2. Radiografia torácica. 3. Ecocardiografia. 4. Ultrassonografia Doppler. I. Rucks Varvaki Rados, Dimitris, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ATA PARA ASSINATURA Nº _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas
CIÊNCIAS MÉDICAS - Mestrado Acadêmico
Ata de defesa de Dissertação

Aluno: Mateus Correa Lech, com ingresso em 02/01/2024
Título: **Uso do ultrassom à beira leito e sua influência na solicitação de exames de imagem: uma coorte retrospectiva.**
Orientador: Prof. Dr. Dimitris Rucks Varvaki Rados

Data: 13/05/2026
Horário: 07:30
Local: Sala 6135 - bloco C/HCPA

Banca Examinadora	Origem
Jose Augusto Santos Pellegrini	UFRGS
Marcio Manozzo Boniatti	UFRGS
Fernando Pivatto Júnior	UFRGS
Márcio Manozzo Boniatti	HCPA

Porto Alegre, 13 de maio de 2026

Membros	Assinatura	Conceito	Indicação de Voto de Louvor
Jose Augusto Santos Pellegrini		A	
Marcio Manozzo Boniatti		A	
Fernando Pivatto Júnior		A	

Conceito Geral da Banca: (A) Correções solicitadas: ( ) Sim (X) Não
Indicação de Voto de Louvor: ( ) Sim ( ) Não

Observação: Esta Ata não pode ser considerada como instrumento final do processo de concessão de título ao aluno.

Aluno

Orientador

Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas
Av. Ramiro Barcelos, 2400 2º andar - Bairro Santa Cecilia - Telefone 3308-5605
Porto Alegre - RS

A trajetória é (infinitamente) mais importante que o destino.

RESUMO

Introdução: O ultrassom à beira do leito (do inglês, *point-of-care ultrasound*, POCUS) tem sido progressivamente incorporado à prática hospitalar por fornecer informação diagnóstica imediata e por, potencialmente, influenciar a solicitação de exames de imagem convencionais. Entretanto, em enfermarias clínicas, permanece incerto se sua utilização associa-se à mudança na solicitação de radiografia de tórax, ecocardiograma transtorácico e ultrassom venoso com Doppler de membros inferiores.

Métodos: Estudo observacional retrospectivo em hospital público terciário de ensino no Sul do Brasil, incluindo internações de adultos (≥18 anos) em enfermarias clínicas de equipes de Medicina Interna, Geriatria e Cardiologia, entre novembro de 2020 e fevereiro de 2025 com mais de 48 horas de duração e menos de 30 dias. A exposição foi definida como realização de ao menos um POCUS durante a internação. O desfecho primário foi o número de radiografias de tórax por internação; desfechos secundários foram o número de ecocardiogramas transtorácicos e de ultrassons venosos com Doppler de membros inferiores por internação. Devido a desbalanço de características basais entre os grupos, foi realizado pareamento por escore de propensão 2:1; proporção excessiva de hospitalizações com desfecho zero também foi considerada nas análises. A associação entre a exposição ao POCUS e o número de exames de imagem durante a internação foi avaliada por meio de modelos de regressão de Poisson ajustados para potenciais confundidores clínicos e assistenciais, bem como para o semestre da internação. Os resultados dos modelos são apresentados como razões de taxas de incidência (incidence rate ratios, IRRs), com seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%), representando a diferença relativa no número esperado de exames de imagem por internação associada à exposição ao POCUS.

Resultados: De 122.526 hospitalizações no período, foram elegíveis 10.642 internações (8,7%). Após o pareamento, foram incluídas 3.516 internações sem POCUS e 1.758 internações com POCUS. O grupo exposto ao POCUS apresentou maior número médio por internação de radiografias de tórax (1,63±1,61 vs 1,46±1,26), mas não de ecocardiogramas

(1,21±0,56 vs 1,21±0,58) ou de ultrassons venosos com Doppler (1,46±0,61 vs 1,44±0,52). Na análise ajustada, a exposição ao POCUS não se associou independentemente ao número de exames (radiografia: IRR 0,99; IC95% 0,65–1,50; ecocardiograma: IRR 1,39; IC95% 0,88–2,19; Doppler venoso: IRR 1,51; IC95% 0,47–4,84). O tempo de internação permaneceu consistentemente associado à maior utilização de exames complementares.

Conclusão: A exposição ao POCUS não se associou, de forma independente, ao número de exames de imagem analisados em internações clínicas. Por se basear em dados observacionais e extração retrospectiva em base de dados, inferência sobre causalidade e ajustes para potenciais confundidores são limitados. Os achados sugerem que, na prática real, POCUS é adicional e não substitutivo à prática corrente. Além disso, intervenções específicas - para além da simples oferta do recurso - são necessárias para impactar o uso de exames, ou mesmo outros desfechos clínicos.

Palavras-chave: Ultrassonografia; Radiografia torácica; Ecocardiografia; Ultrassonografia Doppler.

ABSTRACT

Introduction: Point-of-care ultrasound (POCUS) has been progressively incorporated into hospital practice because it provides immediate diagnostic information and may potentially influence the ordering of conventional imaging tests. However, in general medical wards, it remains uncertain whether its use is associated with changes in the ordering of chest radiographs, transthoracic echocardiograms, and lower-extremity venous Doppler ultrasounds.

Methods: We conducted a retrospective observational study at a tertiary public teaching hospital in southern Brazil, including adult hospitalizations (≥18 years) in general medical wards under Internal Medicine, Geriatrics, and Cardiology teams between November 2020 and February 2025, with a length of stay greater than 48 hours and less than 30 days. Exposure was defined as the performance of at least one POCUS examination during hospitalization. The primary outcome was the number of chest radiographs per hospitalization; secondary outcomes were the number of transthoracic echocardiograms and lower-extremity venous Doppler ultrasounds per hospitalization. Because of baseline imbalance between groups, 2:1 propensity score matching was performed; an excessive proportion of hospitalizations with zero outcomes was also accounted for in the analyses. The association between POCUS exposure and the number of imaging tests during hospitalization was assessed using Poisson regression models adjusted for potential clinical and care-related confounders, as well as for semester of hospitalization. Model results are presented as incidence rate ratios (IRRs) with corresponding 95% confidence intervals (CIs), representing the relative difference in the expected number of imaging examinations per hospitalization associated with POCUS exposure.

Results: Of 122,526 hospitalizations during the study period, 10,642 admissions were eligible (8.7%). After matching, 3,516 hospitalizations without POCUS and 1,758 hospitalizations with POCUS were included. The POCUS-exposed group had a higher mean number of chest radiographs per hospitalization (1.63 ± 1.61 vs. 1.46 ± 1.26), but not of

echocardiograms (1.21 ± 0.56 vs. 1.21 ± 0.58) or lower-extremity venous Doppler ultrasounds (1.46 ± 0.61 vs. 1.44 ± 0.52). In the adjusted analysis, POCUS exposure was not independently associated with the number of imaging tests ordered: chest radiography, IRR 0.99, 95% CI 0.65–1.50; echocardiography, IRR 1.39, 95% CI 0.88–2.19; and venous Doppler ultrasound, IRR 1.51, 95% CI 0.47–4.84. Length of stay remained consistently associated with greater use of complementary imaging tests.

Conclusion: POCUS exposure was not independently associated with the number of imaging tests analyzed during general medical ward hospitalizations. Because this study was based on observational data and retrospective database extraction, causal inference and adjustment for potential confounders are limited. These findings suggest that, in real-world practice, POCUS is additive rather than substitutive to current care. In addition, specific interventions - beyond the mere availability of the resource - are needed to affect imaging utilization, or even other clinical outcomes.

Keywords: Ultrasonography; Radiography, Thoracic; Echocardiography; Ultrasonography, Doppler.

LISTA DE FIGURAS

Figure 1. Flowchart of study population selection and propensity score matching.

Figure 2. Number of chest radiographs, lower-extremity venous Doppler ultrasound and echocardiograms per hospitalization, according to POCUS exposure.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estratégia de pesquisa na literatura na base de dados do PubMed, com número de artigos selecionados após filtragem.

Table 1. Baseline characteristics of the propensity score-matched cohort (2:1), by POCUS exposure.

Table 2. Unadjusted imaging utilization by POCUS exposure in the propensity score-matched cohort.

Table 3. Selected variables from regression models for chest X-rays, echocardiograms, and lower-extremity venous Doppler ultrasounds with adjusted incidence rate ratios (IRR) with respective 95% confidence intervals (CI).

Supplementary Table 1. Baseline characteristics of all included hospitalizations.

Supplementary Table 2. Poisson regression model for number of chest X-rays per hospitalization.

Supplementary Table 3. Poisson regression model for number of echocardiograms per hospitalization.

Supplementary Table 4. Poisson regression model for number of lower-extremity venous Doppler ultrasounds per hospitalization.

LISTA DE SIGLAS

ACCP	*American College of Chest Physicians*
ACEP	*American College of Emergency Physicians*
ACGME	*Accreditation Council for Graduate Medical Education*
AHRQ	*Agency for Healthcare Research and Quality*
AIUM	*American Institute of Ultrasound in Medicine*
ASE	*American Society of Echocardiography*
ATLS	*Advanced Trauma Life Support*
CDC	*Centers for Disease Control and Prevention*
COVID-19	Doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2
FAST	*Focused Assessment with Sonography in Trauma*
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
POCUS	*Point-of-care ultrasound*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

Introdução 12

Revisão de literatura 14

Estratégias para avaliar e encontrar fontes científicas 14

Revisão sistematizada da literatura 15

Justificativa e hipótese 24

Marco conceitual e desenho 25

Objetivos 26

Referências bibliográficas 27

Artigo 36

Abstract 36

Introduction 37

Methods 39

Results 44

Discussion 47

Conclusion 50

References 51

Perspectivas futuras 53

Anexos 54

Checklist STROBE 66

1. INTRODUÇÃO

A ecografia à beira do leito (do inglês, *point-of-care ultrasound*, POCUS) tem potencial para revolucionar a prática médica. O POCUS é uma ferramenta complementar ao exame clínico que ajuda a integrar rapidamente imagem ultrassonográfica obtida por profissionais habilitados a informações clínicas obtidas à beira do leito.[1]

O POCUS é diferente do exame de ultrassom realizado pelo médico radiologista em vários aspectos. O POCUS tem como objetivo responder a uma questão clínica dirigida e focada – isso é, determinado aspecto clínico está presente ou ausente? E a interpretação do resultado do exame é feita, usualmente, pelo médico que está diretamente envolvido com a assistência do paciente. Idealmente, as aplicações também devem ser de rápida avaliação, não tomando tempo excessivo da dinâmica de atendimento.

O POCUS pode facilitar e agilizar a confirmação de um diagnóstico em até 50% dos casos e pode modificar a impressão diagnóstica inicial em até 23% dos casos.[2] Ao longo dos anos 2000, a redução do tamanho e do preço dos aparelhos de ultrassom permitiu crescimento exponencial da utilização do POCUS na prática médica, com *guidelines* publicados por sociedades como *American Institute of Ultrasound in Medicine* e *American College of Emergency Physicians,* enfatizando a importância da avaliação ecográfica à beira leito.

O *Accreditation Council for Graduate Medical Education* (ACGME) reconhece, há duas décadas, a importância de introduzir no currículo de estudantes de graduação e de médicos residentes conceitos de POCUS. Em 2001, a *American Medical Association* enfatizou que a ultrassonografia possui diversas aplicações e pode ser utilizada por médicos adequadamente treinados em diversas áreas médicas.[3]

Em relação à segurança do paciente, o POCUS reduz complicações e aumenta o sucesso em procedimentos invasivos à beira leito, como inserção de acesso venoso central, paracentese, toracocentese, punção lombar, artrocentese, pericardiocentese[4] e é

uma ferramenta ágil e de baixo custo para o diagnóstico e para a avaliação de inúmeros cenários clínicos.

Em novembro de 2020, iniciou-se o time de POCUS do Serviço de Medicina Interna do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, com enfoque em ensino, compondo os estágios curriculares do programa de residência médica em Clínica Médica. Ao longo do período de um mês, dois a três médicos residentes, sob a orientação de um a dois preceptores de POCUS, precisam realizar um grande número de avaliações com ultrassom, com gravação de clipes dos exames, interpretação e comunicação para equipes assistentes. A maioria dos exames são realizados sob orientação direta dos médicos preceptores e a totalidade deles é revisada pelos supervisores do estágio. Esse cenário de introdução de uso em um local com baixo uso prévio é útil para explorar os efeitos do POCUS em enfermarias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estratégias para encontrar e avaliar fontes científicas

A revisão da literatura visou delinear, de forma ampla, o cenário e os impactos do uso do POCUS em pacientes hospitalizados - com enfoque na enfermaria -, incluindo os efeitos na solicitação de exames, tempo de internação e desfechos duros. Assim, a pesquisa contemplou desfechos clínicos, como solicitação de exames de imagem, tempo de internação e mortalidade em pacientes internados em leitos de enfermaria submetidos ao ultrassom à beira leito. A estratégia de busca envolveu a base de dados *PubMed*, conforme a Tabela 1, e foi realizada até o mês de novembro de 2025.

Foram utilizados os termos "*point-of-care ultrasound*" com a opção "*all terms*" (isso é, todos os campos) e os MeSH *Terms* "*inpatient*", "*hospitalization*", "*length stay*", "*diagnostic imaging*" e "*mortality*". Não foram selecionados filtros de data de publicação ou tipo de artigo, permitindo que todos os artigos fossem encontrados. Foram encontrados 288 artigos científicos. Desses, foram selecionados 31 artigos (10,7%).

Afora isso, foi incluído um livro científico de ultrassom à beira leito para consulta. Também se realizou pesquisa no *UpToDate*, em capítulos relacionados ao uso do ultrassom em procedimentos médicos. Com base nas referências bibliográficas desses capítulos, aplicou-se a técnica de *snowballing*, por meio do rastreamento sequencial das referências citadas, permitindo a identificação e a inclusão adicional de 65 artigos relevantes para o estudo.

Tabela 1. Estratégia de pesquisa na literatura na base de dados do *PubMed*, com número de artigos selecionados após filtragem.

Termos pesquisados	*PubMed*	
	Encontrados	Incluídos
(“point-of-care ultrasound”) AND (“hospitalization”[MeSH Terms] OR “inpatients”[MeSH Terms]) AND “diagnostic imaging”[MeSH Terms] AND “mortality”[MeSH Terms] AND “length stay”[MeSH Terms]	288	31
Livros e bases	1	1
Referências por *snowballing*	65	65

2.2 Revisão sistematizada da literatura

2.2.1 História do ultrassom à beira leito na Medicina

A história da ecografia à beira leito tem raízes no desenvolvimento do sonar, no início do século XX, impulsionado por eventos como o naufrágio do Titanic e a Primeira Guerra Mundial.[1] A primeira tentativa de aplicação na Medicina ocorreu em 1942, com Karl Theodore Dussik, que utilizou ondas sonoras para tentar visualizar estruturas do encéfalo.[5] Em décadas seguintes, diversos profissionais contribuíram com o avanço da tecnologia e das aplicações clínicas. John Julian Wild, cirurgião inglês, em associação com o engenheiro Donald Neal, descreveram a diferenciação da ecogenicidade entre tecidos saudáveis e tecidos acometidos por cânceres.[6]

Nos anos 1950, Inge Endler e Carl Hertz adaptaram sistemas da Siemens para investigação cardíaca e, desse modo, fundaram as bases da ecocardiografia.[6] Simultaneamente, o físico japonês Shigeo Satomura introduziu o uso do doppler na avaliação cardíaca.[1]

Durante os anos 1960 e 1970, melhorias tecnológicas aceleraram a evolução do ultrassom. Inicialmente limitado a imagens estáticas e com baixa resolução, o lançamento do Vidoson, também da Siemens, primeiro aparelho com imagem em tempo real, revolucionou a prática da obstetrícia.[6] Na mesma década, o desenvolvimento de transdutores setoriais permitiu a consolidação da ecocardiografia como especialidade médica. A sofisticação crescente dos transdutores e da qualidade das imagens, especialmente, nas décadas de 1970 e 1980, levou à adoção do ultrassom por radiologistas, cardiologistas e obstetras.

A partir dos anos 1980, a ecografia começou a ser incorporada à prática emergencial e à beira leito, marcando o início da era do POCUS. Cirurgiões e emergencistas passaram a utilizar o método para obter rápida avaliação em pacientes politraumatizados. Esse uso culminou na criação do *Focused Assessment with Sonography in Trauma* (FAST) nos anos 1990, que mais tarde foi integrado às diretrizes do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS).[1,7] Esse primeiro protocolo serviu como modelo para a definição de outras aplicações clínicas da ecografia à beira leito – protocolos diretos e rápidos, de decisões preferencialmente binárias.

Em paralelo, surgiram outras aplicações ao ultrassom à beira leito, como ultrassom pulmonar. Tradicionalmente considerada ineficaz para o pulmão, a técnica ganhou relevância a partir de trabalhos de Daniel Lichtenstein, que correlacionou artefatos ultrassonográficos com doenças pulmonares específicas.[8–10] Inicialmente restrita à terapia intensiva, a avaliação pulmonar com ultrassom demonstrou superioridade em relação à radiografia e hoje é aplicável em diversos contextos clínicos.[11–14]

Nos anos 2000, a tecnologia de ultrassom se tornou ainda mais acessível, com a redução do tamanho e do preço dos aparelhos. Isso permitiu a disseminação do POCUS em

várias especialidades da saúde, com suporte de diretrizes elaboradas por sociedades como *American Institute of Ultrasound in Medicine* (AIUM), *American College of Emergency Physicians* (ACEP), *American College of Chest Physicians* (ACCP) e *American Society of Echocardiography* (ASE).[1] Colaborações interinstitucionais resultaram em documentos de consenso para aplicação do POCUS em diversas especialidades médicas.

A integração do ensino de ecografia nos currículos de medicina consolidou-se no início do século XXI. O *Accreditation Council for Graduate Medical Education* (ACGME) passou a exigir a formação básica em ultrassom para várias residências médicas, e faculdades de medicina ao redor do mundo incluíram o tema em disciplinas de anatomia e semiologia. As novas gerações de médicos tendem a considerar o POCUS uma extensão natural do exame clínico, o que poderá influenciar na qualidade do cuidado, custos e desfechos clínicos.

2.2.2 O uso do ultrassom à beira do leito como ferramenta de apoio diagnóstico em pacientes hospitalizados em leito de enfermaria

O ultrassom à beira do leito representa uma ferramenta diagnóstica valiosa para pacientes hospitalizados em enfermaria, permitindo avaliação imediata integrada ao raciocínio clínico. O POCUS pode alterar o diagnóstico principal em 18-37% dos casos e modificar o plano terapêutico em 37-52% dos pacientes internados em Medicina Interna. O exame é, particularmente, útil na avaliação de dispneia, dor torácica, dor abdominal e choque, permitindo abordagem multiorgânica que identifica a maioria das condições subjacentes.[55,56] Em um estudo prospectivo com 310 pacientes, achados ultrassonográficos relevantes foram detectados em 27,7% dos casos, desencadeando mudança terapêutica em 19,3%.[57]

Além do impacto diagnóstico, o POCUS aumenta a confiança diagnóstica em até 46% dos casos e reduz o tempo até o tratamento inicial.[56,58] Mesmo quando a hipótese diagnóstica principal permanece inalterada, o ultrassom à beira leito auxilia na exclusão de diagnósticos alternativos e fortalece a certeza clínica.[56] A técnica demonstrou melhorar a

acurácia diagnóstica em pacientes com deterioração respiratória ou circulatória no ambiente de enfermaria, sendo mais rápida e viável que outros métodos diagnósticos disponíveis no contexto agudo.[59] Entretanto, a utilidade do POCUS depende fundamentalmente do treinamento adequado do operador, e barreiras como disponibilidade de instrutores e manutenção de competências longitudinais ainda persistem, destacando a necessidade de programas estruturados de treinamento antes da integração mais ampla na prática clínica.[60–62]

2.2.2.1 Ultrassom à beira leito e a tomada de decisões na Medicina Hospitalar

A ultrassonografia à beira do leito transformou significativamente a prática médica hospitalar nas últimas décadas, ao fornecer informações diagnósticas em tempo real e diretamente integradas ao exame clínico. O POCUS permite que o médico assistente obtenha imagens relevantes no próprio local do atendimento, sem depender de agendamento com os serviços de imagem, reduzindo atrasos diagnósticos e acelerando intervenções críticas. Essa agilidade tem se mostrado especialmente útil em unidades de emergência, terapia intensiva e enfermarias clínicas.

Em uma revisão sistemática com 1.836 pacientes internados em leitos de enfermarias de Clínica Médica, o POCUS alterou o diagnóstico principal em até 18% dos casos e adicionou informações relevantes em 24%. De modo mais relevante, o manejo clínico foi modificado em 37 a 52% dos pacientes, incluindo alterações de tratamento farmacológico, da solicitação de exames de imagem complementares e de avaliação de outras especialidades médicas.[55,61,70–72]

Um estudo de Fedson et al. demonstrou que o POCUS alterou a conduta médica em mais de 50% dos casos.[73] Lucas et al., em um ensaio clínico randomizado, mostraram mudança no manejo de 37% dos pacientes submetidos ao ultrassom cardíaco à beira leito, comparado ao grupo controle. Essas mudanças não se restringiram a ajustes diagnósticos,

mas incluíram, também, decisões sobre tempo de internação, início de medicamentos e necessidade de transferências para outros setores do hospital.[74]

É possível que o impacto do POCUS na mudança do manejo do paciente seja potencializado quando o exame é realizado precocemente. Em pacientes com dor torácica admitidos na emergência, a adição do POCUS reduziu a média de diagnósticos diferenciais de quatro para duas a três hipóteses ($p<0,001$), o que reflete maior precisão clínica e redução de condutas desnecessárias.[75] Na avaliação de dispneia aguda, o acréscimo do POCUS elevou a taxa de diagnósticos corretos de 59 para 91%. Essa precisão diagnóstica repercutiu diretamente no início mais rápido de terapias adequadas, como prescrição de terapia antimicrobiana para pneumonias ou de diuréticos para congestão pulmonar.[76–82]

Além disso, o ultrassom à beira leito pode ter valor como ferramenta na reavaliação de pacientes internados. Em um estudo randomizado, um protocolo de ultrassom pulmonar seriado em pacientes com internação por insuficiência cardíaca descompensada, os achados do exame influenciaram diretamente decisões como titulação de diuréticos, ajustes de suporte ventilatório e definição do momento da alta hospitalar.[83] Goonewardena et al. estudaram a avaliação da veia cava inferior, bem como de seu índice de colapsibilidade, e parâmetros laboratoriais, como peptídeo natriurético cerebral, em pacientes com internação por insuficiência cardíaca. À alta hospitalar, uma veia cava inferior ≥2,0 cm e um índice de colapsibilidade <50% foram associados à maior taxa de readmissão hospitalar por insuficiência cardíaca, permitindo uma estratificação de risco individualizada no momento da alta hospitalar.[84]

No cenário de emergência, o emprego do POCUS, além das ferramentas tradicionais disponíveis, pode levar à mudança da impressão diagnóstica em 30% dos casos e à mudança do manejo de condições ameaçadoras à vida em até 89%.[85,86] No ambiente de terapia intensiva e de anestesiologia, Heiberg el al. demonstraram, em uma revisão sistemática, que o ultrassom à beira leito pode impactar condutas em 41 a 82% dos atendimentos. Essa ampla variação se explica pela diversidade de contextos clínicos -

desde o uso pré-operatório para avaliação cardíaca, até a monitorização hemodinâmica em pacientes instáveis.[87]

2.2.2.2 Ultrassom à beira leito e o seu impacto em desfechos clínicos, como tempo de internação e mortalidade

Alguns estudos buscam avaliar se o ultrassom à beira leito pode impactar no tempo de internação hospitalar ou na mortalidade, com resultados conflitantes, principalmente, em relação à redução do tempo de internação. Num estudo de coorte com 149 pacientes com hospitalização por insuficiência cardíaca descompensada, o grupo que foi submetido à avaliação com POCUS apresentou menor tempo para o início da terapia com diuréticos e redução do tempo de internação hospitalar.[88] Essa mesma tendência foi observada por Mozzini et al., que demonstraram que o uso do POCUS pulmonar seriado em cinco momentos distintos - admissão, após 24, 48 e 72 horas, e no momento da alta hospitalar - reduziu significativamente o tempo de hospitalização em pacientes com insuficiência cardíaca descompensada: 7 dias no grupo submetido ao POCUS *versus* 8 dias no grupo controle ($p<0,001$)[83]. Embora a diferença possa parecer discreta, o ganho em eficiência sistêmica é considerável quando ampliado para populações maiores.

Em um ensaio clínico randomizado prospectivo multicêntrico conduzido em dez departamentos de emergência na Dinamarca, Riishede et al. evidenciaram que o uso do POCUS reduziu a proporção de pacientes que permaneceram hospitalizados por mais de um dia: 39,6% no grupo intervenção versus 23,8% no grupo controle ($p=0,01$).[89] Ainda que a diferença no tempo total de internação não tenha alcançado significância estatística nesse estudo, o impacto em altas precoces foi visualizado.

Na metanálise conduzida por Szabó et al., o tempo de permanência na unidade de terapia intensiva foi significativamente menor em pacientes submetidos ao POCUS: diferença média de -1,27 dia (intervalo de confiança de 95%; -1,94 - -0,61). O mesmo estudo não identificou, porém, diferença significativa no tempo de hospitalização total.[90]

Em pacientes com dor lombar aguda na emergência, o uso do ultrassom à beira leito precocemente, definido como em até duas horas da admissão, reduziu o tempo de permanência de 217 minutos para 128 minutos (p<0,0001), sem comprometer a sensibilidade e a especificidade diagnóstica em relação ao diagnóstico final estabelecido pelos especialistas.[91] Já em pacientes com cólica renal, o uso do POCUS reduziu o tempo de permanência no departamento de emergência em 62 minutos (234 minutos versus 172 minutos, p<0.001). [69]

Outros estudos avaliaram o POCUS em outros cenários clínicos também na emergência. Em pacientes com suspeita de colecistite aguda, o tempo para avaliação cirúrgica foi reduzido em 226 minutos quando o POCUS foi realizado na primeira hora de atendimento, e o tempo total de permanência foi de 22,4 horas menor comparado ao grupo que recebeu o exame tardiamente (p<0,001).[92] No cenário de desconforto torácico, Guner et al. mostraram que o uso de POCUS precocemente reduziu a mediana do tempo de internação na emergência de 215 para 133 minutos (p=0,006).[75]

Apesar de resultados favoráveis, a maior parte das evidências disponíveis sobre POCUS provém de estudos realizados na emergência ou em unidades de terapia intensiva, com escassez em leitos de enfermaria. Nesse contexto, permanece pouco explorado se o uso rotineiro de POCUS influencia a solicitação de exames de imagem e os desfechos clínicos em pacientes internados em enfermaria, onde o perfil de gravidade e a dinâmica assistencial diferem substancialmente dos outros cenários: na emergência e na UTI, predominam quadros agudos, potencialmente instáveis e tempo-dependentes, com maior incidência de disfunções orgânicas e de necessidade de intervenções imediatas (por exemplo, suporte ventilatório e vasoativo), além de monitorização contínua e reavaliações seriadas em janelas curtas; em contraste, na enfermaria, a população é mais heterogênea e, em média, apresenta menor instabilidade fisiológica, com evolução clínica frequentemente subaguda, monitorização intermitente, maior dependência de fluxos de solicitação/agenda e disponibilidade de exames e consultorias, bem como menor densidade de equipe, o que

pode modificar tanto o limiar de solicitação de exames de imagem quanto o potencial impacto de uma ferramenta diagnóstica imediata à beira leito como o POCUS.

Além disso, em estudos observacionais que utilizam o tempo de internação como desfecho, esse indicador pode atuar como importante fator de confusão, pois internações mais prolongadas costumam refletir maior gravidade clínica. Pacientes mais graves tendem a permanecer mais tempo hospitalizados e, consequentemente, a ser mais frequentemente submetidos ao POCUS e a outros exames complementares. Portanto, a interpretação da associação entre o uso do POCUS e tempo de internação exige cautela e consideração do potencial viés de confusão.

2.2.2.3 Ultrassom à beira leito e solicitação de exames de imagem

A incorporação do ultrassom à beira leito na prática clínica tem significativo potencial para racionalizar o uso de recursos diagnósticos, particularmente importante em sistemas de saúde sobrecarregados. Um dos efeitos que podem ser fornecidos pelo POCUS é a possível redução na solicitação de exames de imagem convencionais, como radiografias, tomografias computadorizadas e ecocardiogramas.

Num estudo observacional retrospectivo de melhoria da qualidade assistencial realizado no Reino Unido, foram analisadas 67 solicitações de ecocardiograma transtorácico em pacientes hospitalizados em leito de enfermaria. Os autores observaram que 25% dos exames foram completamente normais e estimaram que, em 47% dos casos, um ecocardiograma de triagem à beira leito poderia ter evitado a realização do exame formal ou permitido que ele fosse agendado em regime ambulatorial, o que indica potencial para reduzir a demanda sobre o setor de ecocardiografia e otimizar o fluxo assistencial. Entretanto, o estudo não apresentou dados sistemáticos sobre a gravidade clínica dos pacientes nem sobre o tempo de internação em cada grupo, limitando a comparação direta com outras coortes. Ademais, tratou-se de uma análise teórica, ou seja, não foi implementado um protocolo assistencial com recomendações explícitas para que médicos

solicitassem menos ecocardiogramas, mas sim uma análise retrospectiva de como um setor estruturado de ultrassom à beira leito poderia, em princípio, modificar a utilização dos recursos de ecocardiografia.[63] De forma similar, no contexto de obstrução intestinal, a introdução do POCUS como exame de primeira linha reduziu de forma significativa o tempo até o diagnóstico, bem como diminuiu a necessidade de radiografias abdominais. Não houve prejuízo da acurácia diagnóstica.[64] A metanálise de Lin et al. confirma a elevada sensibilidade (92%) e especificidade (93-96%) do ultrassom para esse diagnóstico, o que sustenta seu uso como ferramenta primária.[65] Um modelo de custo-efetividade realizado nos Estados Unidos estimou que a adoção do POCUS como primeira etapa na avaliação da obstrução intestinal poderia evitar, em um ano, no país, a solicitação de 143 mil tomografias computadorizadas, com uma economia de 30 milhões de dólares e uma redução de mais de 500 mil horas-leito em hospitais americanos.[66]

No ambiente de enfermaria, Barchiesi et al. demonstraram que o POCUS pode ser associado à menor solicitação de exames de imagem em idosos hospitalizados. Esse efeito ocorreu sem redução no tempo de internação, o que pode indicar que a ferramenta é útil para evitar exames desnecessários mesmo quando os desfechos clínicos não são modificados diretamente.[67] Num estudo realizado em Malawi, um país com recursos sobremaneira limitados, a realização do POCUS reduziu a espera por exames de imagem de uma mediana de dois dias para realização quase imediata (zero dias), e mais de 75% dos exames ultrassonográficos realizados à beira leito impactaram diretamente o plano de cuidados.[68]

Outro exemplo relevante é o uso do POCUS em pacientes com suspeita de cólica renal. A realização precoce do exame permitiu excluir hidronefrose de forma eficiente, reduzindo a necessidade de tomografia computadorizada e promovendo economia de cerca de 20% dos custos do atendimento.[69]

Parece, portanto, que a integração do POCUS à avaliação clínica tradicional não apenas eleva a precisão diagnóstica, como também atua como uma estratégia de

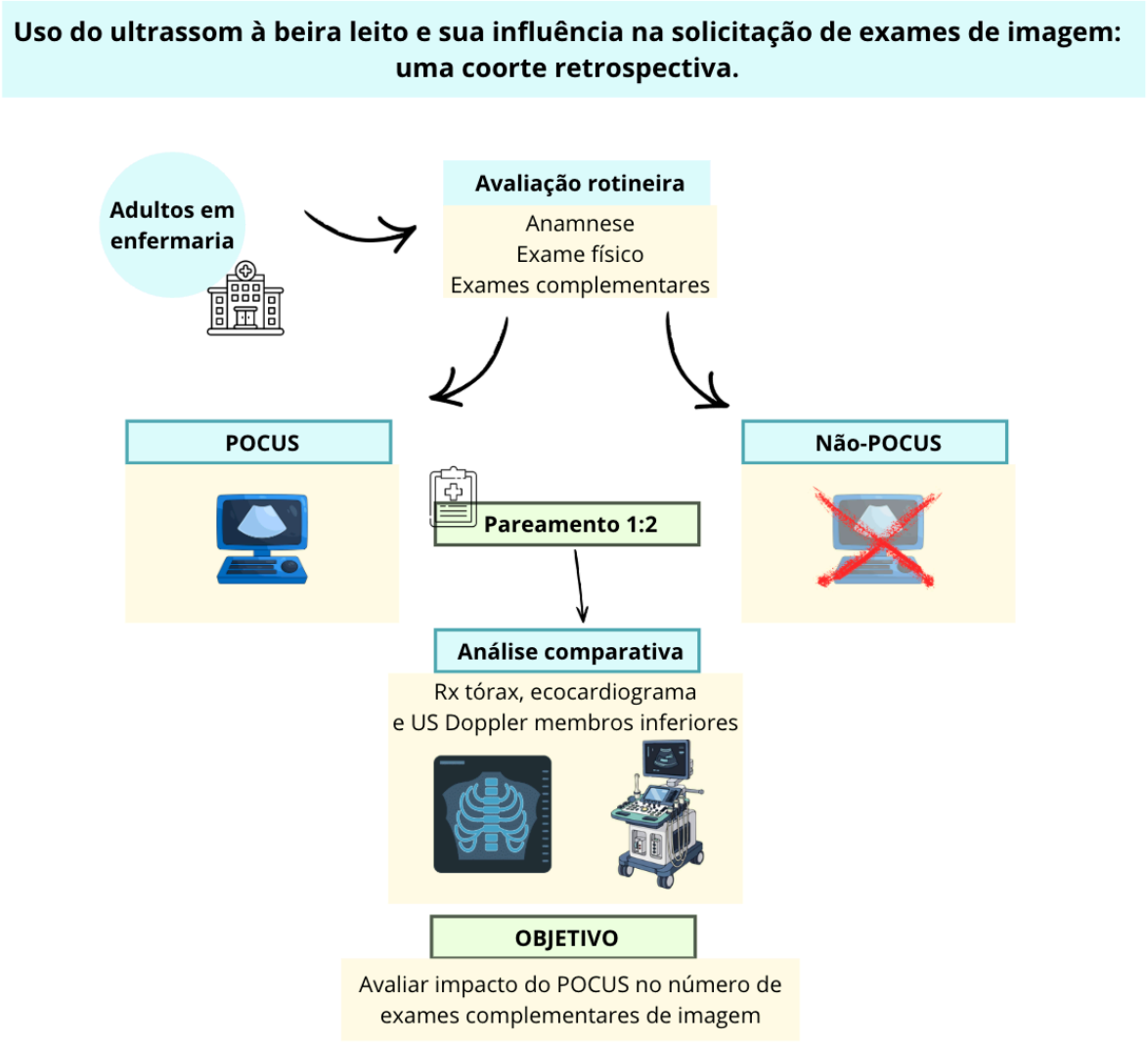
racionalização de recursos diagnósticos, sem comprometer e, em determinados cenários, aparentemente, melhorar os desfechos clínicos do paciente.

3. JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Como os dados disponíveis na literatura são predominantemente provenientes de estudos com amostras reduzidas e realizados em serviços de emergência ou unidades de terapia intensiva, permanece incerto se os achados se reproduzem em outros cenários de prática clínica real, particularmente em enfermarias de Clínica Médica. Nesse contexto, é pertinente avaliar, em um hospital de grande porte, se a exposição ao ultrassom à beira leito (POCUS) em pacientes adultos hospitalizados em leitos de enfermaria está associada à utilização de exames de imagem complementares durante a internação, incluindo radiografia de tórax, ecocardiograma transtorácico e ultrassonografia com Doppler venoso de membros inferiores.

Assim, postulou-se que a exposição ao POCUS estaria associada a menor número de radiografias de tórax por internação, com possível influência também na solicitação de ecocardiograma transtorácico e de ultrassonografia com Doppler venoso de membros inferiores.

4. MARCO CONCEITUAL E DESENHO



Fonte: elaborado pelo autor.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo primário

Avaliar a associação entre a exposição ao ultrassom à beira leito (POCUS) e o número de radiografias de tórax por internação em pacientes adultos hospitalizados em enfermaria clínica.

5.2. Objetivos secundários

Avaliar a associação entre a exposição ao POCUS e o número de ecocardiogramas transtorácicos e o número de ultrassons venosos de membros inferiores com Doppler por internação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soni, N. J., Arntfield, R. & Kory, P. *Point of Care Ultrasound*. (Elsevier - Health Sciences Division, Philadelphia, PA, 2019).
2. Baker, D. E., Nolting, L. & Brown, H. A. Impact of point-of-care ultrasound on the diagnosis and treatment of patients in rural Uganda. *Trop. Doct.* **51**, 291–296 (2021).
3. Cardenas, E. Emergency medicine ultrasound policies and reimbursement guidelines. *Emerg. Med. Clin. North Am.* **22**, 829–38, x–xi (2004).
4. Nicolaou, S., Talsky, A., Khashoggi, K. & Venu, V. Ultrasound-guided interventional radiology in critical care. *Crit. Care Med.* **35**, S186–97 (2007).
5. Newman, P. G. & Rozycki, G. S. The history of ultrasound. *Surg. Clin. North Am.* **78**, 179–195 (1998).
6. Watson-Watt, R. History of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Part 1. https://www.ob-ultrasound.net/history.html.
7. Scalea, T. M. *et al.* Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J. Trauma* **46**, 466–472 (1999).
8. Lichtenstein, D. A. & Menu, Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest* **108**, 1345–1348 (1995).
9. Lichtenstein, D., Mezière, G., Biderman, P. & Gepner, A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med.* **25**, 383–388 (1999).
10. Lichtenstein, D., Mezière, G., Biderman, P. & Gepner, A. The ‘lung point’: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med.* **26**, 1434–1440 (2000).
11. Lichtenstein, D. *et al.* Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* **100**, 9–15 (2004).
12. Xirouchaki, N. *et al.* Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med.* **37**, 1488–1493 (2011).

13. Zanobetti, M., Poggioni, C. & Pini, R. Can chest ultrasonography replace standard chest radiography for evaluation of acute dyspnea in the ED? *Chest* **139**, 1140–1147 (2011).
14. Touw, H. R. *et al.* Lung ultrasound compared with chest X-ray in diagnosing postoperative pulmonary complications following cardiothoracic surgery: a prospective observational study. *Anaesthesia* **73**, 946–954 (2018).
15. Feller-Kopman, D. Therapeutic thoracentesis: the role of ultrasound and pleural manometry. *Curr. Opin. Pulm. Med.* **13**, 312–318 (2007).
16. Mercaldi, C. J. & Lanes, S. F. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest* **143**, 532–538 (2013).
17. Abraham, A., Breiner, A., Katzberg, H. D., Lovblom, L. E. & Bril, V. Ultrasound-assisted lumbar puncture in a neuromuscular clinic has a high success rate and less pain. *Can. J. Neurol. Sci.* **46**, 79–82 (2019).
18. Lamperti, M. *et al.* International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* **38**, 1105–1117 (2012).
19. Maggiolini, S. *et al.* Safety, efficacy, and complications of pericardiocentesis by real-time echo-monitored procedure. *Am. J. Cardiol.* **117**, 1369–1374 (2016).
20. Wu, T., Dong, Y., Song, H. X., Fu, Y. & Li, J. H. Ultrasound-guided versus landmark in knee arthrocentesis: A systematic review. *Semin. Arthritis Rheum.* **45**, 627–632 (2016).
21. Smit, J. M. *et al.* Bedside ultrasound to detect central venous catheter misplacement and associated iatrogenic complications: a systematic review and meta-analysis. *Crit. Care* **22**, 65 (2018).
22. Troianos, C. A. *et al.* Special articles: guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society Of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesth. Analg.* **114**, 46–72 (2012).
23. Bouaziz, H. *et al.* Guidelines on the use of ultrasound guidance for vascular access. *Anaesth. Crit. Care Pain Med.* **34**, 65–69 (2015).
24. Saul, T. *et al.* The ultrasound-only central venous catheter placement and confirmation

procedure. *J. Ultrasound Med.* **34**, 1301–1306 (2015).

25. Rabindranath, K. S., Kumar, E., Shail, R. & Vaux, E. Use of real-time ultrasound guidance for the placement of hemodialysis catheters: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Kidney Dis.* **58**, 964–970 (2011).
26. Hind, D. *et al.* Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* **327**, 361 (2003).
27. O'Grady, N. P. *et al.* Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am. J. Infect. Control* **39**, S1–34 (2011).
28. Jenssen, C. *et al.* EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), part VI - ultrasound-guided vascular interventions. *Ultraschall Med.* **37**, 473–476 (2016).
29. Sofocleous, C. T. *et al.* Sonographically guided placement of peripherally inserted central venous catheters: review of 355 procedures. *AJR Am. J. Roentgenol.* **170**, 1613–1616 (1998).
30. Lalu, M. M. *et al.* Ultrasound-guided subclavian vein catheterization: A systematic review and meta-analysis. *Crit. Care Med.* **43**, 1498–1507 (2015).
31. Rabindranath, K. S., Kumar, E., Shail, R. & Vaux, E. C. Ultrasound use for the placement of haemodialysis catheters. *Cochrane Database Syst. Rev.* CD005279 (2011).
32. Tercan, F., Ozkan, U. & Oguzkurt, L. US-guided placement of central vein catheters in patients with disorders of hemostasis. *Eur. J. Radiol.* **65**, 253–256 (2008).
33. Helgeson, S. A., Fritz, A. V., Tatari, M. M., Daniels, C. E. & Diaz-Gomez, J. L. Reducing iatrogenic pneumothoraces: Using real-time ultrasound guidance for pleural procedures. *Crit. Care Med.* **47**, 903–909 (2019).
34. Kohan, J. M. *et al.* Value of chest ultrasonography versus decubitus roentgenography for thoracentesis. *Am. Rev. Respir. Dis.* **133**, 1124–1126 (1986).
35. Diacon, A. H., Brutsche, M. H. & Solèr, M. Accuracy of pleural puncture sites: a prospective comparison of clinical examination with ultrasound. *Chest* **123**, 436–441 (2003).
36. Grogan, D. R. *et al.* Complications associated with thoracocentesis. A prospective,

randomized study comparing three different methods. *Arch Intern Med* **150**, (1990).

37. Gordon, C. E., Feller-Kopman, D. & Balk, E. M. Pneumothorax following thoracocentesis: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* **170**, (2010).
38. Hooper, C., Maskell, N. & BTS audit team. British Thoracic Society national pleural procedures audit 2010. *Thorax* **66**, 636–637 (2011).
39. Jones, P. W., Moyers, J. P. & Rogers, J. T. Ultrasound-guided thoracocentesis: is it a safer method? *Chest* **123**, (2003).
40. Mercaldi, C. J. & Lanes, S. F. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracocentesis and paracentesis. *Chest* **143**, (2013).
41. Duncan, D. R., Morgenthaler, T. I., Ryu, J. H. & Daniels, C. E. Reducing iatrogenic risk in thoracentesis: establishing best practice via experiential training in a zero-risk environment. *Chest* **135**, 1315–1320 (2009).
42. Cavanna, L. *et al.* Ultrasound guidance reduces pneumothorax rate and improves safety of thoracentesis in malignant pleural effusion: report on 445 consecutive patients with advanced cancer. *World J. Surg. Oncol.* **12**, 139 (2014).
43. Wang, J., Khan, S. & Wyer, P. The role of ultrasound-guided therapeutic paracentesis in an out patient transitional care program: a case series. *Am J Hosp Palliat Care* **35**, 1256–1260 (2018).
44. Patel, P. A., Ernst, F. R. & Gunnarsson, C. L. Evaluation of hospital complications and costs associated with using ultrasound guidance during abdominal paracentesis procedures. *J. Med. Econ.* **15**, 1–7 (2012).
45. Conroy, P. H., Luyet, C., McCartney, C. J. & McHardy, P. G. Real-time ultrasound-guided spinal anaesthesia: a prospective observational study of a new approach. *Anesthesiol. Res. Pract.* **2013**, 525818 (2013).
46. Millington, S. J., Silva Restrepo, M. & Koenig, S. Better with ultrasound: Lumbar puncture. *Chest* **154**, 1223–1229 (2018).
47. Shaikh, F. *et al.* Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations:

systematic review and meta-analysis. *BMJ* **346**, f1720 (2013).

48. Peterson, M. A., Pisupati, D., Heyming, T. W., Abele, J. A. & Lewis, R. J. Ultrasound for routine lumbar puncture. *Acad. Emerg. Med.* **21**, 130–136 (2014).
49. Tsang, T. S. M. *et al.* Consecutive 1127 therapeutic echocardiographically guided pericardiocenteses: Clinical profile, practice patterns, and outcomes spanning 21 years. *Mayo Clin. Proc.* **77**, 429–436 (2002).
50. Cho, B. C. *et al.* Clinical and echocardiographic characteristics of pericardial effusion in patients who underwent echocardiographically guided pericardiocentesis: Yonsei Cardiovascular Center experience, 1993-2003. *Yonsei Med. J.* **45**, 462–468 (2004).
51. Linderberger, M., Kjellberg, M. & Karlsson, E. Pericardiocentesis guided by 2- D echocardiography: the method of choice for treatment of pericardial effusion. *J Intern Med* **253**, (2003).
52. Kil, U. H. *et al.* Prognosis of large, symptomatic pericardial effusion treated by echo-guided percutaneous pericardiocentesis. *Clin. Cardiol.* **31**, 531–537 (2008).
53. Blehar, D. J., Barton, B. & Gaspari, R. J. Learning curves in emergency ultrasound education. *Acad. Emerg. Med.* **22**, 574–582 (2015).
54. Arbelot, C. *et al.* Lung ultrasound in emergency and critically ill patients: Number of supervised exams to reach basic competence. *Anesthesiology* **132**, 899–907 (2020).
55. Cid-Serra, X. *et al.* Clinical impact of point-of-care ultrasound in internal medicine inpatients: A systematic review. *Ultrasound Med. Biol.* **48**, 170–179 (2022).
56. Dias Souza, M., Rahhal, H. & Tibério, I. F. L. C. Assessing the clinical relevance of point-of-care ultrasound for hospitalists: Influence on clinical reasoning and decision-making. *PLoS One* **20**, e0338202 (2025).
57. Casado-López, I. *et al.* Usefulness of multi-organ point-of-care ultrasound as a complement to the decision-making process in internal medicine. *J. Clin. Med.* **11**, 2256 (2022).
58. Zieleskiewicz, L. *et al.* Bedside POCUS during ward emergencies is associated with improved diagnosis and outcome: an observational, prospective, controlled study. *Crit.*

Care **25**, 34 (2021).

59. Kok, B., Wolthuis, D., Bosch, F., van der Hoeven, H. & Blans, M. POCUS in dyspnea, nontraumatic hypotension, and shock; a systematic review of existing evidence. *Eur. J. Intern. Med.* **106**, 9–38 (2022).
60. Ceriani, E., Schiavon, R., La Cava, L., Ruscitti, C. & Cogliati, C. Point of care ultrasound: focus on evidence for a critical appraisal. *Eur. J. Intern. Med.* **141**, 106376 (2025).
61. Bhagra, A., Tierney, D. M., Sekiguchi, H. & Soni, N. J. Point-of-care ultrasonography for primary care physicians and general internists. *Mayo Clin. Proc.* **91**, 1811–1827 (2016).
62. Torres-Macho, J. *et al.* Point-of-care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine. *Eur. J. Intern. Med.* **73**, 67–71 (2020).
63. Walker, H. & Short, N. Point-of-care screening echocardiograms and their potential utility in the acute inpatient medical setting. *Acute Med.* **19**, 201–208 (2020).
64. Di Gioia, C. C., Alame, A. & Orso, D. The impact of point-of-care ultrasound on the diagnosis and management of small bowel obstruction in the emergency department: A retrospective observational single-center study. *Medicina (Kaunas)* **60**, (2024).
65. Lin, Y.-C. *et al.* Diagnostic accuracy of ultrasound for small bowel obstruction: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Radiol.* **136**, 109565 (2021).
66. Brower, C. H. *et al.* Point-of-care ultrasound-first for the evaluation of small bowel obstruction: National cost savings, length of stay reduction, and preventable radiation exposure. *Acad. Emerg. Med.* **29**, 824–834 (2022).
67. Barchiesi, M. *et al.* Impact of point of care ultrasound on the number of diagnostic examinations in elderly patients admitted to an internal medicine ward. *Eur. J. Intern. Med.* **79**, 88–92 (2020).
68. Limani, F. *et al.* Diagnostic point-of-care ultrasound in medical inpatients at Queen Elizabeth Central Hospital, Malawi: an observational study of practice and evaluation of implementation. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* **115**, 863–869 (2021).
69. Kim, S. G. *et al.* Usefulness of protocolized point-of-care ultrasonography for patients

with acute renal colic who visited emergency department: A randomized controlled study. *Medicina (Kaunas)* **55**, 717 (2019).

70. Martin, L. D. *et al.* Hand-carried ultrasound performed by hospitalists: does it improve the cardiac physical examination? *Am. J. Med.* **122**, 35–41 (2009).
71. Panoulas, V. F. *et al.* Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging* **14**, 323–330 (2013).
72. Diprose, W., Verster, F. & Schauer, C. Re-examining physical findings with point-of-care ultrasound: a narrative review. *N. Z. Med. J.* **130**, 46–51 (2017).
73. Fedson, S. *et al.* Unsuspected clinically important findings detected with a small portable ultrasound device in patients admitted to a general medicine service. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* **16**, 901–905 (2003).
74. Lucas, B. P. *et al.* Handcarried echocardiography by hospitalists: A randomized trial. *Am J Med* **124**, (2011).
75. Guner, N. G. *et al.* Effects of point-of-care ultrasonography on the diagnostic process of patients admitted to the emergency department with chest pain: A randomised controlled trial. *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* **30**, 1262–1268 (2020).
76. Qaseem, A. *et al.* Appropriate use of point-of-care ultrasonography in patients with acute dyspnea in emergency department or inpatient settings: A clinical guideline from the American College of Physicians. *Ann. Intern. Med.* **174**, 985–993 (2021).
77. Gartlehner, G. *et al.* Point-of-care ultrasonography in patients with acute dyspnea: An evidence report for a clinical practice guideline by the American College of Physicians. *Ann. Intern. Med.* **174**, 967–976 (2021).
78. Laursen, C. B., Sloth, E. & Lassen, A. T. Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a singleblind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* **2**, 638–646 (2014).
79. Pirozzi, C., Numis, F. G. & Pagano, A. Immediate versus delayed integrated point-of-care-ultrasonography tomanage acute dyspnea in the emergency department.

Crit Ultrasound J **6**, (2014).

80. Carvalho, D., Javaudin, H. & Bastard, L. Effect of chest ultrasound on diagnostic workup in elderly patients with acute respiratory failure in the emergency department: a prospective study. *Eur J Emerg Med* **28**, 29–33 (2021).
81. Colclough, A. & Nihoyannopoulos, P. Pocket-sized point-ofcare cardiac ultrasound devices: role in the emergency department. *Herz* **42**, 255–261 (2017).
82. Baker, K. *et al.* Implementation study reporting diagnostic accuracy, outcomes and costs in a multicentre randomised controlled trial of non-expert lung ultrasound to detect pulmonary oedema. *Emerg. Med. Australas.* **32**, 45–53 (2020).
83. Mozzini, C. *et al.* Lung ultrasound in internal medicine efficiently drives the management of patients with heart failure and speeds up the discharge time. *Intern. Emerg. Med.* **13**, 27–33 (2018).
84. Goonewardena, S. N. *et al.* Comparison of hand-carried ultrasound assessment of the inferior vena cava and N-terminal pro-brain natriuretic peptide for predicting readmission after hospitalization for acute decompensated heart failure. *JACC Cardiovasc. Imaging* **1**, 595–601 (2008).
85. Sasmaz, M. I. *et al.* Effect of focused bedside ultrasonography in hypotensive patients on the clinical decision of emergency physicians. *Emerg. Med. Int.* **2017**, 6248687 (2017).
86. Breitkreutz, R. *et al.* Emergency Ultrasound Working Group of the Johann Wolfgang Goethe-University Hospital, Frankfurt am Main. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: A prospective trial. *Resuscitation* **81**, 1527–1533 (2010).
87. Heiberg, J., El-Ansary, D., Canty, D. J., Royse, A. G. & Royse, C. F. Focused echocardiography: A systemic review of diagnostic and clinical decision-making in anaesthesia and critical care. *Anaesthesia* **71**, 1091–1100 (2016).
88. Núñez-Ramos, J. A., Aguirre-Acevedo, D. C. & Pana-Toloza, M. C. Point of care ultrasound impact in acute heart failure hospitalization: A retrospective cohort study. *Am.*

J. Emerg. Med. **66**, 141–145 (2023).

89. Riishede, M. *et al.* Point-of-care ultrasound of the heart and lungs in patients with respiratory failure: a pragmatic randomized controlled multicenter trial. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **29**, 60 (2021).
90. Szabó, G. V. *et al.* Point-of-care ultrasound improves clinical outcomes in patients with acute onset dyspnea: a systematic review and meta-analysis. *Intern. Emerg. Med.* **18**, 639–653 (2023).
91. Wang, P.-H. *et al.* Earlier point-of-care ultrasound, shorter length of stay in patients with acute flank pain. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **30**, 29 (2022).
92. Huang, C.-T. *et al.* Impact of a POCUS-first versus CT-first approach on emergency department length of stay and time to surgical consultation in patients with acute cholecystitis: a retrospective study. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* **33**, 28 (2025).
93. Cuschieri, S. The STROBE guidelines. *Saudi J. Anaesth.* **13**, S31–S34 (2019).