

Congestão Pulmonar em Insuficiência Cardíaca com Fração de Ejeção Reduzida: Comparação Entre o Ultrassom de Pulmão e o Dispositivo Dielétrico Remoto

Pulmonary Congestion in Heart Failure With Reduced Ejection Fraction: Comparison Between Lung Ultrasound and Remote Dielectric Sensing

Maria Estefânia Bosco Otto,² Vanessa Andreoli Esmanhoto,¹ Edileide de Barros Correia,¹ Ana Cristina de Souza Murta,¹ Larissa Ventura Ribeiro Bruscky,¹ Andrea de Andrade Vilela,¹ Antonio Tito Paladino Filho,¹ Jorge Eduardo Assef¹

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia,¹ São Paulo, SP – Brasil

Instituto de Cardiologia e Transplante do Distrito Federal,² Brasília, DF – Brasil

Resumo

Introdução: A avaliação de congestão pulmonar ambulatorial em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida (ICFER) pode minimizar internações por descompensação e otimizar o uso de diuréticos.

Objetivo: Comparar o dispositivo dielétrico remoto (DDR), equipamento validado para detectar líquido extravascular pulmonar, com parâmetros clínicos, medidas de ecocardiograma transtorácico (ETT) e ultrassom de pulmão (ULSP).

Métodos: Incluímos 38 pacientes do ambulatório de miocardiopatias (63 ± 12 anos; 21 homens). Todos foram submetidos, num período de 24 horas, à avaliação clínica com descrição de dispnéia paroxística noturna, edema de membros inferiores (EMI), presença de tonturas; avaliação laboratorial de NT-ProBNP; avaliação pelo DDR e ETT com análise de parâmetros de congestão sistêmica pela veia cava inferior, função do ventrículo direito e de congestão pulmonar, como a avaliação das pressões de enchimento por meio E/e' médio e volume indexado do átrio esquerdo. O ULSP foi realizado com o protocolo de 8 quadrantes anteriores, com contagem de linhas B em um ciclo respiratório.

Resultados: 22 pacientes apresentavam $DDR \geq 35\%$ (congestão pulmonar) e 16 pacientes $DDR < 35\%$. Parâmetros clínicos e ecocardiográficos foram comparados com o $DDR \geq 35\%$. Na análise multivariada, as variáveis superfície corpórea (SC), linhas B e EMI se associaram a $DDR \geq 35\%$. NT-ProBNP foi semelhante e elevado em ambos os grupos.

Conclusões: O acompanhamento ambulatorial de ICFER para controle volêmico pode ser sensibilizado pela presença de linhas B no ULSP, que apresenta boa correlação com $DDR \geq 35\%$. NT-ProBNP não foi capaz de diferenciar pacientes com maior grau de congestão detectado pelo DDR.

Palavras-chave: Ultrassonografia; Pulmão; Insuficiência Cardíaca.

Abstract

Background: Outpatient assessment of pulmonary congestion in patients with heart failure with reduced ejection fraction (HFREF) can minimize hospitalizations due to decompensation and optimize the use of diuretics.

Objective: To compare the remote dielectric sensor (REDS), a validated device for detecting pulmonary extravascular fluid, with clinical parameters, transthoracic echocardiogram (TTE) and lung ultrasound (ULSP).

Methods: We included 38 patients from heart failure clinic (63 ± 12 years; 21 men). All were submitted within 24 hours to clinical evaluation with description of paroxysmal nocturnal dyspnea, leg edema (LE), presence of dizziness; laboratory evaluation of NT-ProBNP; evaluation by SDR and TTE with analysis of parameters of systemic congestion by the inferior vena cava evaluation, function of the right ventricle and of pulmonary congestion, such as evaluation of filling pressures by average of E/e' and indexed left atrial volume. The ULSP was performed using the 8 points anterior quadrants protocol, counting B lines in one respiratory cycle.

Results: 22 patients had $REDS \geq 35\%$ (indicative of pulmonary congestion) and 16 patients $REDS < 35\%$. Clinical and echocardiographic parameters were compared with $REDS \geq 35\%$. In the multivariate analysis, the variables body surface area, B lines and LE were associated with $REDS \geq 35\%$. NT-ProBNP was similar and elevated in both groups.

Correspondência: Maria Estefânia Bosco Otto •

Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (ICDF): Ecocardiograma. SQSW 301. Bloco F. Ap 508. CEP: 70673-106. Brasília, DF – Brasil

E-mail: mariaestefaniaotto@gmail.com

Artigo recebido em 10/03/2023; revisado em 16/03/2023; aceito em 16/03/2023.

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230027>

Conclusions: Outpatient monitoring of HFREF for volume control can be sensitized by the presence of B lines on the ULSP with good correlation to REDS $\geq 35\%$. NT pro BNP was not able to differentiate patients with congestion detected by REDS.

Keywords: Ultrasonography; Lung; Heart Failure.

Full texts in English - <https://www.abcmaging.org/>

Introdução

A avaliação ambulatorial do estado volêmico de pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida (ICFER), independentemente da etiologia, é complexa e requer a integração de sinais clínicos e laboratoriais.^{1,2} A detecção precoce de aumento de volemia por métodos invasivos foi capaz de melhorar a otimização do tratamento farmacológico, evitar internações e complicações como insuficiência renal e aumento inapropriado de diuréticos.³ No entanto, para controle ambulatorial de pacientes com ICFER, não podemos utilizar métodos invasivos, sendo necessária a análise de parâmetros clínicos associados a métodos de imagem, como o ecocardiograma⁴⁻⁶ e ultrassom de pulmão (ULSP).⁷⁻⁹

Recentemente, uma nova tecnologia de avaliação de volemia,¹⁰ o chamado REDS (*Remote Dielectric Sensing*: Sensible Medical Inovations, Ltd, Klar Neter, Israel), a qual será denominada dispositivo dielétrico remoto (DDR), tem mostrado resultados promissores de monitoramento de líquido extravascular pulmonar, já com validação pela tomografia.¹¹ Entretanto, o ULSP não foi comparado com o DDR realizado ambulatorialmente para controle de pacientes com ICFER e difícil controle terapêutico. A vantagem da utilização do ULSP agregado ao exame físico e análise laboratorial é seu baixo custo, fácil treinamento e boa reprodutibilidade.^{8,9,12,13}

Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar o ULSP para diagnóstico de congestão pulmonar em pacientes ambulatoriais com ICFER de difícil controle terapêutico com o DDR como padrão ouro de análise de líquido extravascular pulmonar. Adicionalmente, parâmetros clínicos, ecocardiográficos e laboratoriais foram agregados nesta análise para sensibilizar a detecção do equilíbrio volêmico sistêmico deste grupo de pacientes.

Métodos

Neste estudo piloto de coorte prospectivo, realizado de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, incluímos pacientes acima de 18 anos selecionados do ambulatório de miocardiopatias do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) que fazem acompanhamento seriado no ambulatório de volemia, por serem portadores de ICFER, com dificuldade de controle volêmico. O consentimento informado foi obtido de cada paciente e o protocolo do estudo está em conformidade com as diretrizes éticas da Declaração de Helsinki de 1975. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Pesquisa do IDPC sob o Certificado de Apresentação de Ética número 53224821.0.0000.5462.

Casuística e desenho do estudo

Os pacientes com ICFER e dificuldade de controle volêmico são avaliados em um ambulatório específico do IDPC para

minimizar complicações que possam ocorrer pelo uso de altas doses de diuréticos e retornos mais precoces. Dessa forma, pode-se concentrar a inclusão de pacientes nestes dias para que o DDR pudesse ser disponibilizado uma vez por semana para o IDPC e as avaliações de ecocardiograma focado para análise de parâmetros relacionados à volemia e ULSP para avaliação de linhas “B” fossem realizadas no mesmo dia ou na manhã seguinte. Os pesquisadores responsáveis pelas avaliações de ultrassom não tinham conhecimento do resultado de volemia obtido pelo DDR.

Foram incluídos 38 pacientes de forma consecutiva com ICFER de diversas etiologias. Realizou-se a inclusão de acordo com a disponibilidade do DDR e da possibilidade de realizar o ecocardiograma e ULSP no tempo adequado.

Avaliação clínica

Os pacientes selecionados foram avaliados em consulta ambulatorial de rotina. Elegeram-se os seguintes dados clínicos para comparação com o estado volêmico: peso, superfície corporal, índice massa corporal (IMC), edema de membros inferiores (EMI) e classe funcional pela *New York Heart Association*.¹ Todos os exames clínicos foram supervisionados e conferidos por um cardiologista clínico experiente.

Avaliação laboratorial

Em sequência à avaliação clínica, procedeu-se a coleta de NT-ProBNP. A coleta e análise dos exames de sangue foi realizada pelo laboratório de análises clínicas do IDPC. A padronização da coleta, os métodos e os equipamentos de análise estão de acordo com a rotina do serviço.

Utilização do DDR

Após a coleta de exames laboratoriais, os voluntários foram submetidos a avaliação pelo DDR (Sensible Medical Inovations, Ltd, Klar Neter, Israel). A tecnologia do DDR consiste em um radar em miniatura, que emprega sinais eletromagnéticos de baixa potência emitidos para o corpo.^{11,14} Pode ser utilizado na avaliação do paciente por meio de colete aplicado ao tórax (Figura 1). Dois sensores embutidos no colete são fixados ao corpo: um anteriormente no peito, à direita, e outro, posteriormente, nas costas. Cada sensor é capaz de transmitir e receber o feixe de ondas eletromagnéticas que atravessa o pulmão. O sinal refletido é analisado e traduz as propriedades dielétricas do tecido pulmonar entre os sensores. Uma vez que a água tem um coeficiente dielétrico muito alto, os coeficientes dielétricos dos tecidos são determinados predominantemente por seu conteúdo de fluido.¹⁵ O pulmão humano saudável (para uma pessoa média de 70 kg) contém 450 a 500 ml de sangue. O compartimento extravascular normalmente tem outros 250 a 700 ml de fluido. Uma vez que o volume de ar pulmonar total normal seja de 1,8 a 2,2 l, considerando um volume corrente de 500 ml, pode-se estimar que o conteúdo

Artigo Original



Figura 1 – DDR. Imagem cedida pela empresa fabricante do DDR (Remote Dielectric Sensing: Sensible Medical Inovations, Ltd, Klar Neter, Israel).

normal de líquido intratorácico varia entre 20 e 34% do volume total.¹⁶ Confirmou-se este intervalo por medições de densidade realizadas por diferentes tecnologias de imagem quantitativa.^{11,14}

As medições do DDR foram realizadas por profissionais treinados na utilização do dispositivo. Estes pacientes permaneceram sentados com o DDR por quarenta e cinco segundos em repouso, após os quais o dispositivo forneceu automaticamente o porcentual de líquido torácico. O valor normal é definido como até 34%, possível hipervolemia de 35-50% e hipervolemia significativa acima de 50% e abaixo de 20% hipovolemia (dados do fabricante).

ULSP

O ULSP foi realizado no equipamento GE Vivid E95 (GE Health Care, Norway), pelo protocolo de oito segmentos anteriores com transdutor setorial de 2-5 Mhz e ajuste do equipamento de ecocardiografia para o modo “abdominal”. As aquisições de imagem ocorreram em 6 segundos, permitindo avaliar um ciclo respiratório. Este protocolo é denominado protocolo BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency),^{12,17-19} com o paciente na posição de 45 graus de inclinação do tórax na maca. O objetivo do protocolo é a avaliação da presença de linhas “B”, artefatos que se formam no ULSP em consequência do aumento de líquido parenquimatoso e contagem em cada segmento em um ciclo respiratório (Figura 2).¹⁹ O achado de mais de três linhas B em 2 quadrantes de cada hemitórax significa congestão em pacientes com ICFER. Optou-se por realizar a contagem total de linhas B em ambos hemitórax.^{9,19} Esta avaliação foi realizada por examinador treinado, sem conhecimento do quadro clínico do paciente ou dos resultados de exames laboratoriais e da volemia estimada pelo DDR. As imagens foram gravadas e arquivadas em mídia específica para análise de variabilidade da contagem de linhas B por outro profissional envolvido no estudo.

Ecocardiograma

O exame de ecocardiograma com medidas de avaliação da função biventricular e parâmetros específicos relacionados

à volemia foi feito no mesmo momento do ULSP, no mesmo equipamento, modificando somente o modo de análise da imagem para “ecocardiograma adulto”, pelo mesmo profissional. Avaliaram-se os seguintes parâmetros do ventrículo esquerdo (VE): diâmetro sistólico, diastólico e fração de ejeção pelo método biplanar de Simpson (FE); integral da velocidade de fluxo da via de saída do VE (VTI VSVE); medidas integradas de função diastólica, tais como, velocidade da onda E mitral, velocidade da onda A mitral, relação E/A, Doppler tecidual do anel septal e lateral mitral para avaliação da velocidade da onda e’, relação E/e’ média, volume do átrio esquerdo e pressão sistólica da artéria pulmonar pelo Doppler contínuo da regurgitação tricúspide; função semiquantitativa do ventrículo direito com análise do TAPSE, velocidade sistólica do anel lateral tricúspide e avaliação subjetiva; avaliação da pressão do átrio direito (PAD) por meio de análise da veia cava inferior feita segundo as orientações da Sociedade Americana de Ecocardiografia.^{20,21}

As imagens de ecocardiograma foram gravadas e arquivadas em mídia específica.

Análise estatística

Para se comparar os parâmetros de imagem e clínicos entre pacientes com DDR < 35% e pacientes com DDR ≥ 35%, foram empregados os testes de t de Student ou não paramétrico de Mann-Whitney para as variáveis quantitativas e os testes de qui-quadrado ou exato de qui-quadrado para as variáveis qualitativas.

A avaliação de indicadores independentes de congestão pulmonar consistiu na comparação de parâmetros cardiológicos e clínicos e no ajuste de modelos de regressão de Poisson com variância robusta para o resultado de DDR ≥ 35% associada às variáveis epidemiológicas, de sinais vitais e antropométricas, de massa, volumes e função do VE, de função diastólica, do ventrículo direito, de veia cava inferior e de variáveis clínicas, empregando-se como medida de efeito a razão de prevalência e seus respectivos intervalos de confiança. A análise se deu em duas etapas: univariada e multivariada. Em ambas, razões de prevalência e seus respectivos intervalos de 95% de confiança foram calculados.

Na análise univariada, verificou-se a associação entre cada variável independente e a ocorrência de resultado de DDR ≥ 35% e aquelas que apresentaram $p < 0,25$ foram selecionadas para serem incluídas na análise multivariada. Nesta, construiu-se os modelos pela exclusão consecutiva de uma variável de cada modelo completo que apresentava o maior valor de p do teste de Wald, conforme descrito por Hosmer e Lemeshow e reajustando-se e verificando-se a estabilidade do modelo após a retirada de cada variável, de forma a obter um modelo mais parcimonioso e que melhor se ajustasse aos dados. Uma vez que o modelo final foi obtido, as variáveis que tinham sido excluídas após a análise univariada foram adicionadas ao modelo, uma a uma, repetindo a análise de regressão de Poisson para identificar as variáveis que poderiam dar uma contribuição ao modelo.

A multicolinearidade entre as variáveis independentes foi avaliada. Considerou-se o limite da presença de multicolinearidade se o indicador de tolerância assume valores menores que 0,40.

Ainda, considerou-se significativo $p < 0,05$. As análises foram conduzidas pelo aplicativo SAS 9.4.

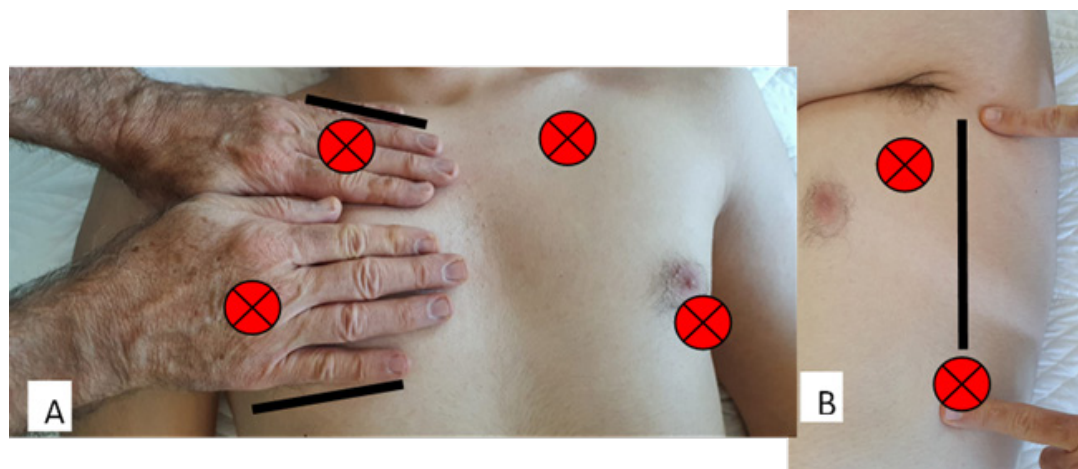


Figura 2 – Representação esquemática do protocolo BLUE (Bed Side Lung Ultrasound in Emergency). A) Análise do tórax anterior; B) Análise da região lateral utilizando a linha axilar posterior como referência.

Modelo de localização dos pontos a serem avaliados com ULSP pelo protocolo BLUE. A) Utilizar as 2 mãos no hemitórax do paciente com o dedo mínimo superior logo abaixo da clavícula (linha preta acima do dedo mínimo), excluir os polegares e a região inferior da outra mão é posicionada ao nível da linha diafragmática (linha preta). O ponto denominado “BLUE superior” (ponto vermelho) está no meio da mão superior. O “ponto BLUE inferior” está no meio da palma inferior. Esses quatro pontos seguem aproximadamente a anatomia do pulmão e evitam a área cardíaca. B) O ponto da região do seio costal-frênico (ponto vermelho) é construído partindo da linha horizontal, continuando o ponto BLUE inferior, e a linha vertical, continuando a linha axilar posterior (linha preta). Para completar, pode-se adicionar um ponto superior entre a linha axilar posterior e anterior, no andar superior do tórax. Dessa forma, teremos 4 pontos em cada hemitórax. Imagem produzida por Dra. Maria Estefânia Bosco Otto.¹⁹

Resultados

Dos 38 pacientes, 22 (58%) apresentaram congestão pulmonar com DDR $\geq 35\%$ e 16 sem congestão (pacientes com DDR $< 35\%$). As características da amostra de pacientes estão descritas nas Tabelas 1 (variáveis qualitativas) e 2 (variáveis quantitativas). A comparação entre os grupos com DDR $\geq 35\%$ e $< 35\%$ em relação a parâmetros de congestão sistêmica e pulmonar está na Tabela 3. A idade do grupo com DDR $\geq 35\%$ (congestão pulmonar) foi maior que o grupo sem congestão. Apesar de a média da quantidade de linhas B ser maior no grupo DDR $\geq 35\%$ em comparação ao grupo com DDR $< 35\%$, não houve significância estatística. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças.

Dados clínicos como superfície corpórea (SC), gênero, presença de tonturas, dispneia paroxística noturna e EMI; NT pró BNP; dados ETT como VAE, VTI da via de saída VE, relação de E/e' médio, SVD, TAPSE, análise da VCI e contagem de linhas B foram comparados com o ajuste de modelos de Poisson com variância robusta para o resultado de DDR $\geq 35\%$. Na análise multivariada, as variáveis SC pela razão de prevalência ajustada (RPA): 8,7 (2,7;27,8), $p = 0,003$; SVD RPA: 1,12 (1,00;1,04), $p = 0,03$; linhas B RPA: 1,02 (1,00;1,04), $p = 0,04$ e EMI RPA: 1,56 (1,00;2,57), $p = 0,04$ se associaram a DDR $\geq 35\%$ (Tabela 4).

NT-ProBNP foi semelhante e elevado em ambos os grupos e sem correlação com DDR (4311 ± 3289 mg/dl para DDR $< 35\%$ e 4267 ± 4136 mg/dl para a DDR $\geq 35\%$, $p = 0,97$) (Tabela 4).

A variabilidade entre observadores para contagem de linhas B se realizou em imagens armazenadas de 20 pacientes e o coeficiente de correlação foi de 97%.

Tabela 1 – Variáveis categóricas (n = 38)

Variáveis	Frequência (n)	Porcentagem (%)
DDR		
< 35%	16	42%
$\geq 35\%$	22	58%
Gênero		
Feminino	17	45
Masculino	21	55
Regurgitação Mitral		
Ausente	2	5,3
Discreta	7	18,4
Moderada	12	31,6
Acentuada	17	44,7
Regurgitação Tricúspide		
Ausente	4	
Discreta	18	
Moderada	8	
Acentuada	8	
Etiologia da miocardiopatia		
Idiopática	26	
Chagásica	9	
Isquêmica	3	

DDR: dispositivo dielétrico remoto.

Tabela 2 – Variáveis contínuas

Parâmetros contínuos	Mean	SD	Minimum	Maximum
Idade (anos)	63,2	12,4	26	81
Pressão arterial sistólica (mmHg)	112,8	21,4	70	160
Pressão arterial diastólica (mm Hg)	72,5	14,4	50	100
SC (m ²)	1,8	0,2	1,41	2,3
Índice de massa corporal (kg/m ²)	29,5	8,1	16,5	55,7
Diâmetro diastólico do VE (mm)	66,5	7,9	55	84
Fração de ejeção VE Simpson (%)	23,9	6,7	15	40
Índice de Massa do VE (g/m ²)	126,5	39,4	69	246
Volume indexado do AE (ml/m ²)	65,1	23,4	31	158
Volume indexado do AD (ml/m ²)	48,9	32,9	14	172
Diâmetro basal do VD (mm)	40,9	9,3	20	61
Velocidade tecidual do anel lateral VD	8,2	2,6	4	16
TAPSE (mmHg)	14,5	4,6	4	26

SD: standard deviation; VE: ventrículo esquerdo; VD: ventrículo direito; AE: átrio esquerdo; AD: átrio direito; TAPSE: excursão pelo modo M do anel lateral tricúspide (tricuspid annular plane systolic excursion); SC: superfície corpórea.

Discussão

O principal achado deste estudo piloto em pacientes com ICFER de difícil controle terapêutico volêmico foi a correlação significativa que as linhas B do ULSP apresentam com um dispositivo de alta acurácia para detecção de congestão pulmonar dispositivo dielétrico remoto (DDR). Desta forma, há possibilidade da utilização do ULSP no controle de congestão pulmonar ambulatorial, minimizando custos de internações frequentes e otimizando o uso de diuréticos.

O DDR apresenta uma excelente correlação com a tomografia de tórax para detecção de congestão pulmonar com uso de um software de análise de densidade pulmonar em pacientes com ICFER descompensada e voluntários normais,¹¹ bem como com a pressão de capilar pulmonar por medida invasiva.¹⁴ No entanto, não há estudos comparando a quantidade de linhas B do ULSP ambulatorial em pacientes com ICFER e o DDR como padrão ouro.

O uso do ULSP para avaliação de congestão pulmonar está bem estabelecido. No estudo multicêntrico conduzido pela SIMEU (Study and Research Centre of the Italian Society of Emergency Medicine), observou-se que a avaliação clínica associada à detecção de linhas B no ULSP demonstrava uma acurácia de 97% na detecção de congestão pulmonar, número que superou o próprio NT-ProBNP, o qual apresentou

somente 62% de acurácia.⁹ Estes achados são concordantes com nosso estudo, no qual as linhas B se correlacionaram com $DDR \geq 35\%$, e o NT-ProBNP, apesar de elevado em ambos os grupos, não mostrou correlação com o DDR.

O aumento de linhas B observado no ULSP, além de auxiliar o diagnóstico da causa de dispneia na emergência,²² está associado à maior número de internações²³ e pior prognóstico em pacientes pós infarto do miocárdio.²⁴ Miglioranza et al.⁸ demonstraram que o achado de 15 linhas B no ULSP indicava uma possibilidade de descompensação iminente de pacientes em acompanhamento ambulatorial, mas não comparou os achados de congestão pelo ULSP com algum padrão ouro. Nosso estudo conseguiu determinar em comparação a um padrão ouro (DDR) que as linhas B em pacientes ambulatoriais com ICFER se correlacionam com maior congestão pulmonar em pacientes com difícil controle volêmico.

Com relação a parâmetros de congestão sistêmica, encontrou-se correlação com $DDR \geq 35\%$ somente na avaliação da função longitudinal pelo doppler tecidual do ventrículo direito (SVD) e o achado no exame físico de EMI. Era esperado que o DDR não apresentasse correlação com parâmetros de congestão sistêmica pelo fato de medir quantidade de líquido extravascular pulmonar. No entanto, possivelmente pacientes com maior congestão pulmonar e disfunção do VD podem apresentar maior congestão sistêmica e por consequência, EMI.^{1,2}

A SC indicou boa correlação com o DDR, pois o cálculo utilizado pelo dispositivo depende do peso e altura do paciente.¹¹

Potenciais limitações e forças do estudo

A principal limitação do estudo é o número pequeno de pacientes, todos incluídos em um centro único. Outra possível limitação foi a não realização de medidas invasivas que pudessem detectar diretamente pressões de enchimento para comparação com a quantidade de linhas B e o DDR.

Tendo em vista que, mesmo com o número reduzido de indivíduos incluídos no estudo, a correlação de linhas B com $DDR \geq 35\%$ foi significativa, este resultado é a principal força do estudo, pela alta sensibilidade da detecção de linhas B pelo ULSP em pacientes com difícil controle volêmico.

Conclusão

Neste estudo piloto, o ULSP apresentou boa correlação com a congestão pulmonar medida por um dispositivo de alta acurácia (DDR) e pode ser uma ferramenta muito útil no controle ambulatorial de pacientes com ICFER, minimizando internações e melhorando o controle volêmico nestes pacientes.

Dos parâmetros de congestão sistêmica, somente o SVD (medida de função longitudinal do VD) foi significativo, indicando que pacientes com maior disfunção do VD apresentam concomitância entre congestão pulmonar e congestão sistêmica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o trabalho primoroso do professor Eduardo Freitas da Silva na correção e orientação da análise estatística.

Tabela 3 – Comparação entre os grupos DDR>35% e DDR <35%

Parâmetros	DDR		p-valor
	< 35%	≥ 35%	
Idade (anos)	59±14,5	67±8,3	0,03
VTI VSVE	12,5 ± 4,8	12,8 ± 4,1	0,82
E/ e' médio	16,1 ± 7,2	17,1 ± 7,1	0,69
Veia cava inferior (mm)	17,4 ± 7,3	17,95 ± 4,6	0,76
Colabamento Veia Cava (%)	42,5 ± 41,5	33,36 ± 25,4	0,89
Pressão estimada do AD (mmHg)	6,6 ± 5,3	7,23 ± 4,41	0,44
NT pro BNP (pcg/ml)	4311,4 ± 3289,7	4267,7 ± 4136,9	0,97
Linhas B (unidades)	7,19 ± 4,43	9,82 ± 7,43	0,18
Tonturas			0,97
Não	11 (42,31)	15 (57,69)	
Sim	5 (41,67)	7 (58,33)	
Dispneia paroxística noturna			0,19
Não	12 (50,00)	12 (50,00)	
Sim	4 (28,57)	10 (71,43)	
Turgência Jugular			0,11
Não	4 (26,67)	11 (73,33)	
Sim	12 (52,17)	11 (47,83)	
EMI			0,08
Não	11 (50,00)	9 (45,00)	
Sim	5 (27,78)	13 (72,22)	
Hepatomegalia			0,57
Não	8 (38,10)	13 (61,90)	
Sim	8 (47,06)	9 (52,94)	
Troponina			0,24
Alterada (≥ 0,04 ng/ml)	11 (50,00)	11 (50,00)	
Normal (<0,04 ng/ml)	5 (31,25)	11 (68,75)	
Creatinina			0,66
Normal (<1,4 mg/dl)	8 (42,11)	11 (57,89)	
Alteração discreta (1,4-2,0 mg/dl)	5 (35,71)	9 (64,29)	
Alteração moderada (>2,1 mg/dl)	3 (60,00)	2 (40,00)	
ICC CF NYHA			0,82
I	0 (0,00)	2 (100,00)	
II	8 (47,06)	9 (52,94)	
III	7 (41,18)	10 (58,82)	
IV	1 (50,00)	1 (50,00)	

VTI/SVE: integral das velocidades da via de saída do ventrículo esquerdo; E/e': relação entre a velocidade E de influxo mitral e a média do Doppler tecidual do anel lateral e medial; AD: átrio direito; NT Pro-BNP: dosagem da fração N do peptídeo natriurético atrial tipo B; DDR: dispositivo dielétrico remoto; EMI: edema de membros inferiores; ICC CF NYHA: insuficiência cardíaca classe funciona da New York Heart Association.

Tabela 4 – Análise multivariada com ajuste de variância para DDR>35%

Variáveis	RP Bruta		RP Ajustada*	
	RP (IC 95 %)	p-valor	RP (IC 95%)	p-valor
Gênero		0,0862	-	-
Feminino	1	-	-	-
Masculino	1,73 (0,92; 3,25)	0,09	-	-
Pressão arterial sistólica	1,01 (1,00; 1,03)	0,05	-	-
Pressão arterial diastólica	1,01 (0,99; 1,03)	0,16	-	-
SC	5,41 (2,2; 13,6)	0,0003	8,67 (2,71;27,82)	0,0003
Índice de massa corpórea	1,02 (0,99; 1,06)	0,25	-	-
Diâmetro diastólico final	1,02 (0,99; 1,05)	0,23	-	-
Volume indexado do AE	1,00 (1,00; 1,01)	0,34	-	-
SVD	1,07 (0,99; 1,20)	0,06	1,12 (1,01; 1,24)	0,0262
TAPSE	1,03 (0,97; 1,09)	0,36	-	-
VTIVSVE	1,01 (0,94; 1,07)	0,82	-	-
E/ e' médio	1,01 (0,97; 1,05)	0,68	-	-
Veia cava inferior	1,01 (0,96; 1,06)	0,78	-	-
Colabamento Veia Cava	1,00 (0,99; 1,01)	0,43	-	-
Pressão estimada do AD	1,01 (0,95; 1,07)	0,70	-	-
NT ProBNP	1,00 (1,00; 1,00)	0,97	-	-
Linhas B	1,03 (0,99; 1,06)	0,09	1,02 (1,00; 1,04)	0,0403
Tonturas Queda PA		0,97	-	-
Não	1	-	-	-
Sim	1,01 (0,57; 1,81)	0,97	-	-
Dispneia paroxística noturna		0,17	-	-
Não	1	-	-	-
Sim	1,43 (0,85; 2,40)	0,18	-	-
Edema de MMII		0,09		0,0479
Não	1	-	1	-
Sim	1,60 (0,91; 2,82)	0,09	1,56 (1,00; 2,57)	0,0479

AE: átrio esquerdo; SVD: velocidade sistólica do doppler tecidual do anel lateral tricúspide; TAPSE: excursão pelo modo M do anel lateral tricúspide (tricuspid annular plane systolic excursion); VTIVSVE: integral das velocidades da via de saída do ventrículo esquerdo; E/e': relação entre a velocidade E de influxo mitral e a média do Doppler tecidual do anel lateral e medial; AD: átrio direito; NT Pro-BNP: dosagem da fração N do peptídeo natriurético atrial tipo B; SC: superfície corpórea; RP: razão de prevalência; PA: pressão arterial; MMII: membros inferiores.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Otto MEB, Vilela AA, Paladino Filho AT, Assef JE; obtenção de dados: Otto MEB, Esmanhoto VA, Vilela AA, Paladino Filho AT; análise e interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Otto MEB, Esmanhoto VA, Vilela AA, Paladino Filho AT, Assef JE; análise estatística: Otto MEB; redação do manuscrito: Otto MEB, Esmanhoto VA, Assef JE.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

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 estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto Dante Pazzanese sob o número de protocolo

532248210.0000.5462. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki

de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Sano H, Tanaka H, Motoji Y, Fukuda Y, Mochizuki Y, Hatani Y, et al. Right Ventricular Relative Wall Thickness as a Predictor of Outcomes and of Right Ventricular Reverse Remodeling for Patients with Pulmonary Hypertension. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2017;33(3):313-21. doi: 10.1007/s10554-016-1004-z.
2. McDonald K. Monitoring Fluid Status at the Outpatient Level: The Need for More Precision. *Congest Heart Fail*. 2010;16 Suppl 1:S52-5. doi: 10.1111/j.1751-7133.2010.00171.x.
3. Abraham WT, Adamson PB, Bourge RC, Aaron MF, Costanzo MR, Stevenson LW, et al. Wireless Pulmonary Artery Haemodynamic Monitoring in Chronic Heart Failure: A Randomised Controlled Trial. *Lancet*. 2011;377(9766):658-66. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60101-3.
4. Androne AS, Hryniewicz K, Hudaihed A, Mancini D, Lamanca J, Katz SD. Relation of Unrecognized Hypervolemia in Chronic Heart Failure to Clinical Status, Hemodynamics, and Patient Outcomes. *Am J Cardiol*. 2004;93(10):1254-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2004.01.070.
5. Chouihed T, Rossignol P, Bassand A, Duarte K, Kobayashi M, Jaeger D, et al. Diagnostic and Prognostic Value of Plasma Volume Status at Emergency Department Admission in Dyspneic Patients: Results from the PARADISE Cohort. *Clin Res Cardiol*. 2019;108(5):563-73. doi: 10.1007/s00392-018-1388-y.
6. Massari F, Scicchitano P, Iacoviello M, Passantino A, Guida P, Sanasi M, et al. Multiparametric Approach to Congestion for Predicting Long-Term Survival in Heart Failure. *J Cardiol*. 2020;75(1):47-52. doi: 10.1016/j.jcc.2019.05.017.
7. 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.
8. Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, Rover MM, Martins VM, Mantovani A, et al. Lung Ultrasound for the Evaluation of Pulmonary Congestion in Outpatients: A Comparison with Clinical Assessment, Natriuretic Peptides, and Echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(11):1141-51. doi: 10.1016/j.jcmg.2013.08.004.
9. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E, et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest*. 2015;148(1):202-10. doi: 10.1378/chest.14-2608.
10. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE Jr, Colvin MM, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *Circulation*. 2017;136(6):e137-e161. doi: 10.1161/CIR.0000000000000509.
11. Amir O, Azzam ZS, Gaspar T, Faranesh-Abboud S, Andria N, Burkhoff D, et al. Validation of Remote Dielectric Sensing (ReDS™) Technology for Quantification of Lung Fluid Status: Comparison to High Resolution Chest Computed Tomography in Patients with and without Acute Heart Failure. *Int J Cardiol*. 2016;221:841-6. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.06.323.
12. Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of Extravascular Lung Water: A New Standard for Pulmonary Congestion. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2097-104. doi: 10.1093/eurheartj/ehw164.
13. Zisis G, Yang Y, Huynh Q, Whitmore K, Lay M, Wright L, et al. Nurse-Provided Lung and Inferior Vena Cava Assessment in Patients with Heart Failure. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(5):513-23. doi: 10.1016/j.jacc.2022.04.064.
14. Uriel N, Sayer G, Imamura T, Rodgers D, Kim G, Raikhelkar J, et al. Relationship between Noninvasive Assessment of Lung Fluid Volume and Invasively Measured Cardiac Hemodynamics. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(22):e009175. doi: 10.1161/JAHA.118.009175.
15. Gabriel C, Gabriel S, Corthout E. The Dielectric Properties of Biological Tissues: I. Literature Survey. *Phys Med Biol*. 1996;41(11):2231-49. doi: 10.1088/0031-9155/41/11/001.
16. Wallin CJ, Leksell LG. Estimation of Extravascular Lung Water in Humans with Use of 2H₂O: Effect of Blood Flow and Central Blood Volume. *J Appl Physiol*. 1994;76(5):1868-75. doi: 10.1152/jappl.1994.76.5.1868.
17. Gargani L, Volpicelli G. How I do It: Lung Ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014;12:25. doi: 10.1186/1476-7120-12-25.
18. Lichtenstein DA. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol: Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. *Chest*. 2015;147(6):1659-70. doi: 10.1378/chest.14-1313.
19. Otto MEB, Esmanhoto VA. My Approach to Lung Ultrasound to Evaluate Extravascular Lung Water. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2022;35(3):1-4. doi: 10.47593/2675-312X/20223503ecom22.
20. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afalalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
21. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(4):277-314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
22. Zanobetti M, Scarpiniti M, Gigli C, Nazerian P, Vanni S, Innocenti F, et al. Point-of-Care Ultrasonography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED. *Chest*. 2017;151(6):1295-301. doi: 10.1016/j.chest.2017.02.003.
23. 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.
24. Araujo GN, Silveira AD, Scolari FL, Custodio JL, Marques FP, Beltrame R, et al. Admission Bedside Lung Ultrasound Reclassifies Mortality Prediction in Patients With ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020;13(6):e010269. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.119.010269.



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