

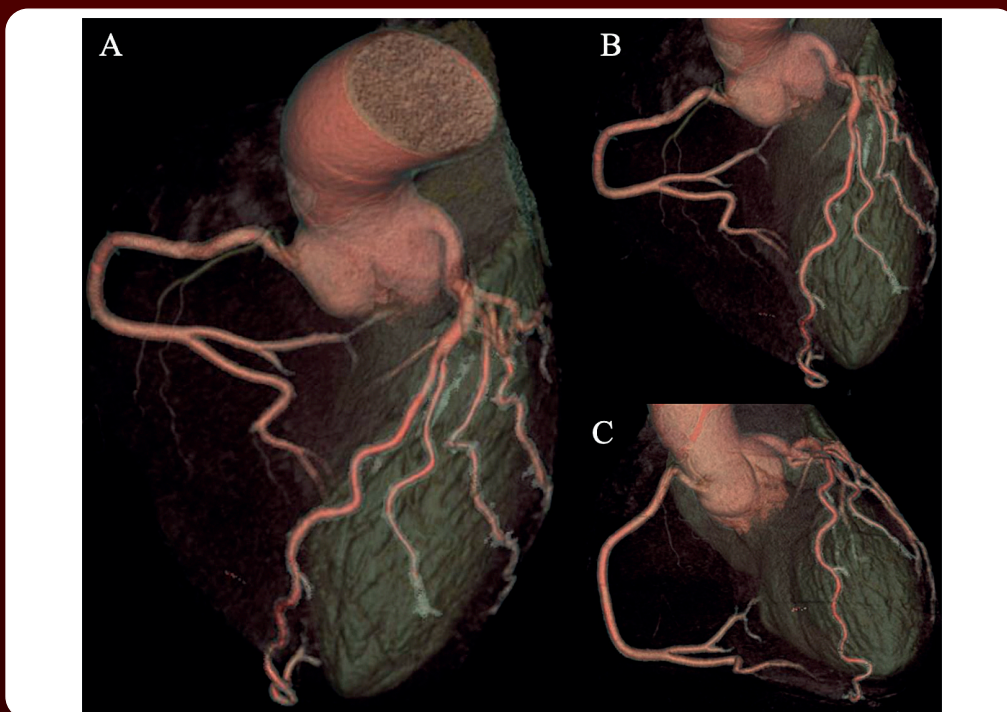


Figura 2 do artigo: Dissecção de Artéria Coronária Após Ecocardiografia sob Estresse Farmacológico e o Seguimento do Tratamento Clínico: Um Relato de Caso

Editor-chefe

Marcelo Tavares

Editores associados

Andrea de Andrade Vilela
Karen Saori Shiraishi
Laura Mercer-Rosa
Márcio Miranda Brito
Paulo Savoia
Tiago Magalhães
José de Arimateia Batista
Simone Brandão
Simone Nascimento
Isabela Bispo
Cristiane Singulane
Maria Estefânia Otto

Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria

Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico

Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular

Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência

Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem

Avaliação da Função Ventricular Esquerda pelo MAPSE (Excursão Sistólica do Plano Anular Mitral): Principais Aplicações Clínicas



ABC
Imagem
Cardiovascular

Sumário – Contents



Clique no título para ler o artigo

Editorial

Ecocardiograma Intracardiaco: Estado Atual, Benefícios Clínicos e Horizontes Futuros

Intracardiac Echocardiography: Current Status, Clinical Benefits, and Future Perspectives

Renner Augusto Raposo Pereira, Daniel Moreira Costa Moura

Tomografia Computadorizada com Contagem de Fótons na Imagem Cardiovascular: Onde Estamos e o que Está por Vir

Photon-Counting Computed Tomography in Cardiovascular Imaging: Where We Are and What Lies Ahead

Paulo Savoia, Rodrigo Bello

Armadilhas Mentais que Impactam o Diagnóstico por Imagem

Mental Traps That Impact Diagnostic Imaging

Maurício Rodrigues Jordão, Marcelo Tavares, Fábio Fernandes

Novas Ferramentas de Otimização do Manejo na IC: O Papel do POCUS no Consultório

New Tools for Optimizing HF Management: The Role of POCUS in the Office

Luiz Claudio Danzmann, Elisa Kalil, Soraya Abunader Kalil

Os Pacientes com Homozigose e Heterozigose Composta para Variantes no Gene TTR da Amiloidose por Transtirretina Apresentam Quadros Clínicos Mais Graves e Precoces?

Do Patients with Homozygosity and Compound Heterozygosity for Variants in the Transthyretin Amyloidosis TTR Gene Have More Severe and Earlier Clinical Conditions?

Tonnison de Oliveira Silva, Samuel Ulisses Chaves Nogueira do Nascimento

Artigo Original – Original Article

Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria

Classifying the Size of an Atrial Septal Defect According to Echocardiographic Parameters and its Association with the Clinical Presentation in Pediatrics

Lívia de Castro Ribeiro, Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva, Henrique de Assis Fonseca Tonelli, Adriana Furletti Machado Guimarães, Fátima Derlene da Rocha Araújo, Zilda Maria Alves Meira, Sandra Regina Tolentino Castilho, Alan Alvarez Conde, Lícia Campos Valadares

Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico

The Impact of Anxiety on Patients Referred for Transesophageal Echocardiography

João Afonso Astolfi Martins, Amanda de Vasconcelos Eng, Edgar Lira Filho, Claudio Henrique Fischer, Claudia Gianini Monaco, Alessandra Joslin Oliveira, Fernando Rodrigues da Camara Oliveira, Marcelo Luiz Campos Vieira, Samira Saady Morhy, Ana Clara Tude Rodrigues

Minieditorial – Short Editorial

Impacto da Ansiedade em Pacientes Encaminhados à Ecocardiografia Transesofágica

Impact of Anxiety on Patients Referred for Transesophageal Echocardiography

Augusto Alberto da Costa Jr.

Artigo Original – Original Article

Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular

Assessment of Interrater Reliability in Point-of-Care Ultrasound for Assessing Congestion in Cardiovascular Intensive Care

Marina Petersen Saadi, Guilherme Pinheiro Machado, Gustavo Paes Silvano, João Pedro da Rosa Barbato, Renato Ferraz Almeida, Fernando Luis Scolari, Guilherme Heiden Telo, Anderson Donelli da Silveira

Minieditorial – Short Editorial

O Uso do POCUS na Prática Diária: Estamos Realmente Prontos para Utilizá-lo de Forma Eficiente?

The Use of POCUS in Daily Practice: Are We Really Ready to Use it Efficiently?

Angelo Antunes Salgado, Marcos Paulo Lacerda Bernardo

Artigo Original – Original Article

Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência

Hypertrophic Cardiomyopathy: Analysis of Septal Thickness with Gradient Reduction in Patients Undergoing Radiofrequency Septal Ablation

Andrea de Andrade Vilela, Mariane Higa Shinzato, Bruno Pereira Valdigem, Antonio Tito Paladino, Edileide de Barros Correia, Jorge Eduardo Assef

Minieditorial – Short Editorial

Ablação Septal por Radiofrequência na Cardiomiopatia Hipertrófica Obstrutiva: Papel da Imagem na Avaliação de Espessura Septal e Redução de Gradiente

Radiofrequency in Obstructive Hypertrophic Cardiomyopathy: The Role of Imaging in the Assessment of Septal Thickness and Gradient Reduction

Alexandre Costa Souza, Marcus Vinicius Silva Freire de Carvalho

Artigo Original – Original Article

Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem

Conventional and Partially ECG-Gated Triple Rule-Out Computed Tomography Angiography with Extension to Abdominal Aorta: Comparative Radiation Dose and Imaging Quality

Pamela Bertolazzi, Carla Franco Greco Silva, Leonardo Iunes, Fernando Freitas de Oliveira, Fabio Payão Pereira, Publio Cesar Cavalcanti Viana, Isac Castro, Natally Horvat, José Arimateia Batista Araújo-Filho

Minieditorial – Short Editorial

“Triple Rule-Out”: Incluir Aorta Abdominal Sem Culpa na Consciência?

“Triple Rule-Out”: Including the Abdominal Aorta With a Clear Conscience?

Tiago A. Magalhães

Artigo de Revisão – Review Article

Avaliação da Função Ventricular Esquerda pelo MAPSE (Excursão Sistólica do Plano Anular Mitral): Principais Aplicações Clínicas

Assessment of Left Ventricular Function by MAPSE (Mitral Annular Plane Systolic Excursion): Main Clinical Applications

Andressa Alves de Carvalho, Wanessa Alves de Carvalho, Luis Fabio Barbosa Botelho, Marcelo Dantas Tavares de Melo

Como Eu Faço a Ecocardiografia Intracardiaca Durante a Ablação da Fibrilação Atrial

My Approach to Intracardiac Echocardiography During Atrial Fibrillation Ablation

Simone Nascimento dos Santos, Benhur Davi Henz, Maria Eduarda Leite da Silva, Luiz Roberto Leite da Silva

Como Eu Faço Avaliação Ecocardiográfica nos Pacientes Pediátricos com Doença Falciforme

My Approach To Echocardiographic Evaluation in Pediatric Patients with Sickle Cell Disease

Viviane Thome Gonçalves Dias, Mirela Frederico de Almeida

Como Eu Faço Ultrassom Point-Of-Care para Avaliação de Dispneia

My Approach to Point-of-Care Ultrasound for Dyspnea Assessment

Adriana Brentegani, Fernando Arturo Effio Solis, Milena de Paulis, Marcelo Luiz Campos Vieira

Como Eu Faço a Estimativa das Pressões Pulmonares: Aspectos Práticos

My Approach to Estimate Pulmonary Pressures: Practical Aspects

Halsted Alarcão Gomes Pereira da Silva, Helder Moura Gomes

Como Eu Faço o Diagnóstico da Doença de Fabry

My Approach to Diagnose Fabry Disease

Sandra Marques e Silva

Relato de Caso – Case Report

Volumosa Massa Heterogênea em Câmaras Direitas: Relato de Caso em Cardio-Oncologia

Large Heterogeneous Mass in the Right Chambers: A Case Report in Cardio-Oncology

João Pedro Perfeito Frigo, Themissa Helena Voss

Insuficiência Mitral Importante e Disfunção Ventricular na Síndrome Hipereosinofílica: Relato de Caso

Important Mitral Regurgitation and Ventricular Dysfunction in Hypereosinophilic Syndrome: A Case Report

Marcel Pina Ciuffo, Lucas Mori, Tais Araújo, Ingrid Kowatsch, Ana Clara Tude Rodrigues

Avaliação da Reserva de Fluxo Coronário por Cintilografia de Perfusão do Miocárdio com Equipamento CZT

Assessment of Coronary Flow Reserve by Myocardial Perfusion Scintigraphy using CZT Equipment

Wilter dos Santos Ker, Davi Shunji Yahiro, Gabriel de Moraes Mangas, Isabelle Mendes Rodrigues Salomão, José Augusto Antonio Alves Flor, Hugo Matheus Silvestre Vianna, Cláudio Tinoco Mesquita

Dissecção de Artéria Coronária Após Ecocardiografia sob Estresse Farmacológico e o Seguimento do Tratamento Clínico: Um Relato de Caso

Coronary Artery Dissection Following Pharmacologic Stress Echocardiography and the Follow-Up of Clinical Management: A Case Report

Thiago Artioli, Bruno Querido Marcondes Santos, Denis Cárdenas Monteiro, Layane Bonfante Batista, Matheus Zavaris Lorenzoni, Hsu Gwo Jen, Kelynn Melo Vital, Kelvin Henrique Vilalva

Imagem – Image

Múltiplos Aneurismas Coronarianos Idiopáticos

Idiopathic Multiple Coronary Artery Aneurysms

Alberto Vera, Virginia Álvarez



ABC
Imagem
Cardiovascular

Departamento de Imagem Cardiovascular

Diretor Presidente

Silvio Henrique Barberato - PR

Diretor Vice-Presidente Ecocardiografia

Daniela do Carmo Rassi Frota - GO

Diretor Vice-Presidente Cardiologia Nuclear

Cláudio Tinoco Mesquita - RJ

Diretor Vice-Presidente Ecografia Vascular

Salomon Israel do Amaral - RJ

Diretor Vice-Presidente de Ressonância Magnética

Isabela Bispo Santos da Silva Costa - SP

Diretor Vice-Presidente de Tomografia Computorizada

Jorge Andion Torreão - BA

Diretor Vice-Presidente de Cardiopatia Congênita E Cardiologia Pediátrica

Andressa Mussi Soares - ES

Diretor Administrativo

Adenvalva Lima de Souza Beck - DF

Diretor Financeiro

Gláucia Maria Penha Tavares - SP

Editor da Revista

Marcelo Dantas Tavares de Melo - PB

Conselho Consultivo

Membros

André Luiz Cerqueira de Almeida - BA
Arnaldo Rabischoffsky - RJ
Carlos Eduardo Rochitte - SP
Marcelo Luiz Campos Vieira - SP
Samira Saady Morhy - SP

Comissão Científica

Coordenador

Daniela do Carmo Rassi Frota - GO

Membros

Andressa Mussi Soares - ES
Cláudio Tinoco Mesquita - RJ
Isabela Bispo Santos da Silva Costa - SP
Jorge Andion Torreão - BA
Salomon Israel do Amaral - RJ

Comissão de Certificação de Área de Atuação em Ecocardiografia

Coordenador

Tatiane Mascarenhas Santiago Emerich - ES
Andrea de Andrade Vilela - SP

Membros Eco Adulto

Antonio Amador Calvilho Jr. - SP
Antonio Tito Paladino Filho - SP
Eliza de Almeida Gripp - RJ
Jaime Paula Pessoa Linhares Filho - CE
João Carlos Moron Saes Braga - SP
Marcio Mendes Pereira - MA
Paulo Henrique Nunes Pereira - PA
Renato de Aguiar Hortegal - SP
Tiago Costa Bignoto - SP
Wanessa Nakamura Guimarães - DF

Membros eco congênita

Barbara Neiva Tanaka - MA
Daniela Lago Kreuzig - SP
Danielle Lopes Rocha - ES
Halsted Alarcao Gomes Pereira da Silva - SP
Leandro Alves Freire - SP
Marcio Miranda Brito - TO
Maria Elisa Martini Albretch - SP

Seniores

Andrea de Andare Vilela - SP
Gláucia Maria Penha Tavares - SP
José Luiz Barros Pena - MG
Maria Estefania Bosco Otto - DF
Mohamed Hassan Saleh - SP
Solange Bernardes Tatani - SP

Comissão de Mídias Sociais

Coordenador

Alex dos Santos Félix - RJ
Antonio Carlos Leite de Barros Filho - SP

Membros

Barbara Athayde Linhares Martins Vrandecic - MG
Cristiane Nunes Martins - MG
José Roberto Matos Souza - SP
Simone Cristina Soares Brandão - PE

Comissão de Defesa Profissional e Relações Institucionais

Membros

Fabio Cañellas Moreira - RS
Jorge Yussef Afiane - DF
Marcelo Haertel Miglitoranza - RS

Mohamed Hassan Saleh - SP
Wagner Pires de Oliveira Júnior - DF

Comissão de ensino e acreditação

Coordenador

Edgar Bezerra de Lira Filho - SP

Membros

Andrea de Andare Vilela - SP
Sandra Nívea Dos Reis Saraiva Falcão - CE

Comissão inter-societária

Coordenador

Marcelo Luiz Campos Vieira - SP

Membros

Ana Cristina de Almeida Camarozano - PR
José Luiz Barros Pena - MG
Marcelo Haertel Miglitoranza - RS

Comissão DIC jovem

Coordenadores

Bruna Morhy Borges Leal Assunção - SP
Márcio Miranda Brito - TO

Membros Eco Adulto

Carolina da Costa Mendes - SP
Manoela Falsoni - SP
Talita Beithum Ribeiro Mialski - PR
Tauin Raoni do Couto - PA

Membro TC/RM

Maria Júlia Silveira Souto - SP

Membro Ecografia Vascular

Larissa Chaves Nunes De Carvalho - SP

Membro de Cardiopatias Congênitas

Isabela de Sousa Lobo Silva - SP

Comissão ecocardiografia, cardiologia congênita e pediátrica

Coordenador

Andressa Mussi Soares - ES

Membros

Cláudia Regina Pinheiro de Castro Grau - SP
Laura Mercer Rosa - USA
Márcia Ferreira Alves Barberato - PR

PORTAL DIC

Coordenador

Alex dos Santos Félix - RJ

Conselho Administrativo – Mandato 2025 (Sociedade Brasileira de Cardiologia)

Região Norte/Nordeste

Nivaldo Menezes Filgueiras Filho (BA) – Vice-presidente do Conselho Administrativo da SBC
Sérgio Tavares Montenegro (PE)

Região Leste

Denilson Campos de Albuquerque (RJ)
Evandro Tinoco Mesquita (RJ)

Região Paulista

Ricardo Pavanello (SP)
Miguel Moretti (SP)

Região Central

Carlos Eduardo de Souza Miranda (MG)
Renault M. Ribeiro Junior (DF)

Região Sul

Paulo Ricardo Avancini Caramori (RS) – Presidente do Conselho Administrativo da SBC
Gerson Luiz Bredt Júnior (PR)

Comitê Científico (Sociedade Brasileira de Cardiologia)

Sérgio Tavares Montenegro (PE)
Miguel Moretti (SP)
Angelo de Paola (SP)

Conselho Editorial Nacional

Adelino Parro Junior
Adenivalva Lima de Souza Beck
Adriana Pereira Glavam
Afonso Akio Shiozaki
Afonso Yoshihiro Matsumoto
Alex dos Santos Félix
Alessandro Cavalcanti Lianza
Ana Clara Tude Rodrigues
Ana Cláudia Gomes Pereira Petisco
Ana Cristina de Almeida Camarozano
Wermelinger
Ana Cristina Lopes Albricker
Ana Gardenia Liberato Ponte Farias
Ana Lúcia Martins Arruda
André Luiz Cerqueira de Almeida
Andrea de Andrade Vilela
Andrea Maria Gomes Marinho Falcão
Andrei Skromov de Albuquerque
Andressa Mussi Soares
Angele Azevedo Alves Mattoso
Antonildes Nascimento Assunção Junior
Antônio Carlos Sobral Sousa
Aristarco Gonçalves de Siqueira Filho
Armando Luis Cantisano
Benedito Carlos Maciel
Brivaldo Markman Filho
Bruna Morhy Borges Leal Assunção
Caio Cesar Jorge Medeiros
Carlos Eduardo Rochitte
Carlos Eduardo Suaide Silva
Carlos Eduardo Tizziani Oliveira Lima
Cecília Beatriz Bittencourt Viana Cruz
Cintia Galhardo Tressino
Claudia Cosentino Gallafrio
Claudia Pinheiro de Castro Grau
Claudia Gianini Monaco
Cláudio Henrique Fischer
Cláudio Leinig Pereira da Cunha
Claudio Tinoco Mesquita
Clerio Francisco de Azevedo Filho
David Costa de Souza Le Bihan
Djair Brindeiro Filho
Edgar Bezerra Lira Filho
Edgar Daminello
Eliza de Almeida Gripp
Eliza Kaori Uenishi
Estela Suzana Kleiman Horowitz

Fabio de Cerqueira Lario
Fabio Villaga Guimarães Filho
Fernando Antônio de Portugal Morcerf
Frederico José Neves Mancuso
Gabriel Leo Blacher Grossman
Gabriela Liberato
Gabriela Nunes Leal
Giordano Bruno de Oliveira Parente
Gláucia Maria Penha Tavares
Henry Abensur
Ibraim Masciarelli Francisco Pinto
Ilan Gottlieb
Iran de Castro
Isabel Cristina Britto Guimarães
Ivan Romero Rivera
Jaime Santos Portugal
Jeane Mike Tsutsui
João Marcos Bemfica Barbosa Ferreira
José de Arimatéia Batista Araujo-Filho
José Lázaro de Andrade
José Luis de Castro e Silva Pretto
José Luiz Barros Pena
José Maria Del Castilho
José Olimpio Dias Júnior
José Sebastião de Abreu
José Roberto Matos-Souza
Joselina Luzia Menezes Oliveira
Jorge Andion Torreão
Juliana Fernandes Kelendjian
Laise Antonia Bonfim Guimarães
Lara Cristiane Terra Ferreira Carreira
Leina Zorzanelli
Lilian Maria Lopes
Liz Andréa Baroncini
Luciano Aguiar Filho
Luciano Herman Juacaba Belém
Luiz Darcy Cortez Ferreira
Luiz Felipe P. Moreira
Manuel Adán Gil
Marcela Momesso Peganha
Marcelo Dantas Tavares
Marcelo Haertel Miglioranza
Marcelo Luiz Campos Vieira
Marcelo Souza Hadlich
Marcia Azevedo Caldas
Marcia de Melo Barbosa
Marcia Ferreira Alves Barberato

Márcio Silva Miguel Lima
Marcio Sommer Bittencourt
Márcio Vinícius Lins de Barros
Marcos Valério Coimbra de Resende
Maria Clementina Di Giorgi
Maria do Carmo Pereira Nunes
Maria Eduarda Menezes de Siqueira
Maria Estefânia Bosco Otto
Maria Fernanda Silva Jardim
Marly Maria Uellendahl Lopes
Miguel Osman Dias Aguiar
Minna Moreira Dias Romano
Mirela Frederico de Almeida Andrade
Murillo Antunes
Nathan Herszkowicz
Orlando Campos Filho
Oscar Francisco Sanchez Osella
Oswaldo Cesar de Almeida Filho
Otavio Rizzi Coelho Filho
Paulo Zielinsky
Rafael Bonafim Piveta
Rafael Borsoi
Renato de Aguiar Hortegal
Reginaldo de Almeida Barros
Roberto Caldeira Cury
Roberto Pereira
Rodrigo Alves Barreto
Rodrigo Julio Cerci
Samira Saady Morhy
Sandra da Silva Mattos
Sandra Marques e Silva
Sandra Nivea dos Reis Saraiva Falcão
Sérgio Cunha Pontes Júnior
Silvio Henrique Barberato
Simone Cristina Soares Brandão
Simone Rolim F. Fontes Pedra
Thais Harada Campos Espírito Santo
Tamara Cortez Martins
Valdir Ambrósio Moisés
Valeria de Melo Moreira
Vera Márcia Lopes Gimenes
Vera Maria Cury Salemi
Vicente Nicolliello de Siqueira
Washington Barbosa de Araújo
Wercules Oliveira
William Azem Chalela
Wilson Mathias Júnior
Zilma Verçosa Sá Ribeiro

Conselho Editorial Internacional

Adelaide Maria Martins Arruda Olson
Anton E. Becker
Daniel Piñeiro
Eduardo Escudero
Eduardo Guevara
Fernando Bosch
Gustavo Restrepo Molina
Harry Acquatella

João A. C. Lima
Jorge Lowenstein
Joseph Kisslo
Laura Mercer-Rosa
Leopoldo Pérez De Isla
Mani A. Vannan
Marcio Sommer Bittencourt
Natesa Pandian

Navin C. Nanda
Nuno Cardim
Raffaele De Simone
Ricardo Ronderos
Silvia Alvarez
Vera Rigolin
Vitor Coimbra Guerra

ABC Imagem Cardiovascular

Volume 38, Nº 2, Abril/Maio/Junho 2025

Indexação: Lilacs (Latin American and Caribbean Health Sciences Literature), Latindex (Regional Cooperative Online Information System for Scholarly Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal) e DOAJ (Directory of Open Access Journals)



Av. Marechal Câmara, 160 - 3º andar - Sala 330
20020-907 • Centro • Rio de Janeiro, RJ • Brasil

Tel.: (21) 3478-2700

E-mail: abcimaging@cardiol.br

<https://www.abcimaging.org/>

Departamento Comercial
Telefone: (11) 3411-5500
E-mail: comercialsp@cardiol.br

Produção Editorial
SBC - Setor Científico

Produção Gráfica e Diagramação
SBC - Setor Científico

Os anúncios veiculados nesta edição são de exclusiva responsabilidade dos anunciantes, assim como os conceitos emitidos em artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores, não refletindo necessariamente a opinião da SBC.

Material de distribuição exclusiva à classe médica. Os Arquivos Brasileiros de Cardiologia: Imagem Cardiovascular não se responsabilizam pelo acesso indevido a seu conteúdo e que contrarie a determinação em atendimento à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 96/08 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que atualiza o regulamento técnico sobre Propaganda, Publicidade, Promoção e informação de Medicamentos. Segundo o artigo 27 da insígnia, "a propaganda ou publicidade de medicamentos de venda sob prescrição deve ser restrita, única e exclusivamente, aos profissionais de saúde habilitados a prescrever ou dispensar tais produtos (...)".

Garantindo o acesso universal, o conteúdo científico do periódico continua disponível para acesso gratuito e integral a todos os interessados no endereço: <https://www.abcimaging.org/>

Ecocardiograma Intracardíaco: Estado Atual, Benefícios Clínicos e Horizontes Futuros

Intracardiac Echocardiography: Current Status, Clinical Benefits, and Future Perspectives

Renner Augusto Raposo Pereira,^{1,2} Daniel Moreira Costa Moura^{1,2}

Hospital Nossa Senhora das Neves,¹ João Pessoa, PB – Brasil

Hospital Metropolitano DJMP;² Santa Rita, PB – Brasil

O Ecocardiograma Intracardíaco (ICE, do inglês *intracardiac echocardiogram*) é uma técnica de imagem por ultrassom capaz de realizar visualização em tempo real e de alta qualidade das estruturas cardíacas e seus tecidos adjacentes, por meio de um cateter com transdutor introduzido diretamente nas câmaras do coração, habitualmente por via venosa transfemoral. Por permitir uma visualização direta e precisa da anatomia intracardíaca, o ICE tem sido cada vez mais usado para guiar intervenções estruturais e ablações por cateter de arritmias cardíacas, além de permitir a detecção imediata de complicações intraoperatórias.¹

As investigações clínicas iniciais se deram na década de 1960 com a avaliação de defeitos do septo interatrial; desde então, o ICE evoluiu consideravelmente.² A introdução do transdutor *phased-array*, a adição da funcionalidade de Doppler colorido e o avanço dos sistemas de manipulação permitiram sua ampla aplicação clínica. A versão mais moderna do ICE *phased-array* conta com sensor de posição na ponta do cateter, possibilitando sua integração em tempo real com sistemas de mapeamento eletroanatômico tridimensional utilizados nas ablações complexas. A capacidade de movimentar o cateter com precisão, aliada à versatilidade de posicionamento, faz do ICE uma ferramenta valiosa para navegação anatômica e monitoramento em tempo real durante intervenções complexas.³

Inicialmente, o ICE foi utilizado para guiar o fechamento percutâneo de defeitos do septo interatrial, sendo uma alternativa ao Ecocardiograma Transesofágico (ETE), com imagem comparável e melhor tolerabilidade.¹ Atualmente, o ICE é a modalidade de imagem preferida em diversos procedimentos de eletrofisiologia, pois dispensa anestesia geral e permite que o próprio operador seja responsável pela imagem, otimizando tempo e recursos.⁴

Na eletrofisiologia, o ICE tornou-se ferramenta de extrema importância. Na ablação de fibrilação atrial, o ICE guia a punção transeptal com segurança e visualiza em tempo real a anatomia do átrio esquerdo, veias pulmonares, apêndice atrial e estruturas adjacentes, como o esôfago e as artérias pulmonares, permitindo delimitação precisa da área de ablação e evitando complicações

térmicas. Em ablações de taquiarritmias atriais, como *flutter* atrial atípico, o ICE contribui para identificar estruturas anatômicas complexas e trajetos de reentrada, e guiar o posicionamento dos cateteres ao redor de cicatrizes ou zonas críticas.⁵

Nas arritmias ventriculares, o ICE é cada vez mais empregado. Na ablação de extrassístoles ou taquicardias oriundas da via de saída do ventrículo direito, o ICE permite posicionamento anatômico preciso entre o trato de saída e as estruturas adjacentes. Nas arritmias originadas da via de saída do ventrículo esquerdo e do *summit* do ventrículo esquerdo, o ICE auxilia na orientação de abordagens transeptais ou retroaórticas, melhorando a eficácia e segurança do procedimento. Seu papel é ainda mais importante nas arritmias das cúspides coronarianas, pois permite uma visualização clara do contato dos cateteres com a cúspide, o seio de Valsalva e óstio das artérias coronarianas. Nos casos de arritmias originadas nos músculos papilares, o ICE é particularmente importante, por permitir a visualização direta dessas estruturas móveis e o contato do cateter com o alvo de forma contínua, o que é difícil usando apenas o mapeamento eletroanatômico, permitindo procedimentos mais eficazes. Na taquicardia ventricular cicatricial, o ICE complementa o mapeamento eletroanatômico ao evidenciar áreas de adelgaçamento miocárdico, aneurismas e paredes acinéticas, bem como áreas de fibrose relacionadas ao substrato arritmogênico, além de monitorar em tempo real a estabilidade do cateter durante a ablação.⁶

Outro destaque é o uso do ICE no fechamento do apêndice atrial esquerdo, pois além da punção transeptal, proporciona visualização da anatomia do apêndice, avaliação do diâmetro e orientação da liberação do dispositivo, com redução do uso de contraste iodado e de fluoroscopia. Em muitos centros, o ICE tem substituído o ETE neste cenário, permitindo que o procedimento seja realizado com sedação consciente. Esse cenário é particularmente útil ao realizar conjuntamente a ablação de fibrilação atrial e o fechamento do apêndice atrial esquerdo.⁷

Na cardiologia intervencionista, o ICE tem ganhado espaço, principalmente com o desenvolvimento do ICE 3D, atuando como complemento valioso e até mesmo alternativo ao ETE em alguns cenários. Em adultos, destaca-se sua aplicação no fechamento percutâneo de comunicação interatrial e forame oval patente, onde a imagem é superior, além de permitir realização do procedimento com sedação consciente. O ICE apresenta resultados iniciais promissores no reparo transcâter da valva mitral e, mais recentemente, tem sido estudado seu uso em procedimentos percutâneos da valva tricúspide e no fechamento de *leaks* paravalvares. No implante transcâter de válvula aórtica, a fluoroscopia é o método de imagem padrão,

Palavras-chave

Ecocardiografia; Eletrofisiologia Cardíaca; Segurança do Paciente

Correspondência: Renner Augusto Raposo Pereira •

Hospital Nossa Senhora das Neves. R. Etelvina Macedo de Mendonça, 531.

CEP: 58040-530. João Pessoa, PB – Brasil

E-mail: rennerarp@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250031>

mas em casos mais complexos, o ICE 3D pode agregar e ser uma alternativa ao ETE.⁸

No tratamento percutâneo das cardiopatias congênitas, o ICE vem sendo explorado em outras intervenções estruturais além do fechamento comunicação interatrial, incluindo intervenções em comunicação interventricular, persistência de canal arterial e valvopatia pulmonar. Sua utilização reduz a exposição à radiação e a necessidade de anestesia geral prolongada, trazendo benefícios relevantes ao paciente pediátrico ou adulto com cardiopatia congênita.^{1,9}

O ICE é uma alternativa segura para identificar trombos no apêndice atrial esquerdo, melhora significativamente a segurança dos procedimentos ao reduzir complicações como tamponamento cardíaco, trombose e estenose das veias pulmonares.¹⁰ A realização de ablações com exposição mínima ou mesmo sem utilização de radiação é uma realidade, sendo especialmente relevante nos pacientes jovens e nas gestantes, além de ter impacto significativo na redução dos riscos ocupacionais da equipe médica.^{1,10,11}

Além disso, a implementação do ICE na prática diária é possível após uma pequena curva de aprendizado, permitindo

sua implementação rapidamente e sem impactar na segurança ou eficácia do procedimento.¹²

Apesar dos avanços, o custo ainda representa uma barreira a disseminação universal do ICE, sobretudo pelo uso de cateteres descartáveis de alto preço. Contudo, considerando a redução do tempo de sala, menores complicações e menor necessidade de anestesia geral, o custo total do procedimento pode ser comparável ao do ETE.^{1,13}

Tecnologias emergentes, como o ICE tridimensional em tempo real, já estão sendo aplicadas e prometem elevar ainda mais a precisão das intervenções.⁸ Espera-se para breve a miniaturização dos cateteres, melhoria na resolução das imagens e integração com algoritmos de inteligência artificial para segmentação automática e identificação de estruturas.^{1,9}

O ICE representa uma das principais inovações em imagem cardiovascular para a prática intervencionista contemporânea. Sua utilização crescente é impulsionada pela capacidade de combinar qualidade de imagem, segurança e eficiência, sendo uma ferramenta fundamental para procedimentos de alta complexidade na eletrofisiologia e na cardiologia estrutural com impacto positivo na segurança e eficácia dos procedimentos.

Referências

1. Jingquan Z, Deyong L, Huimin C, Hua F, Xuebin H, Chenyang J, et al. Intracardiac Echocardiography Chinese Expert Consensus. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:1012731. doi: 10.3389/fcvm.2022.1012731.
2. Kossoff G. Diagnostic Applications of Ultrasound in Cardiology. *Australas Radiol*. 1966;10(2):101-6. doi: 10.1111/j.1440-1673.1966.tb00774.x.
3. Singh SM, Heist EK, Donaldson DM, Collins RM, Chevalier J, Mela T, et al. Image Integration Using Intracardiac Ultrasound to Guide Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Heart Rhythm*. 2008;5(11):1548-55. doi: 10.1016/j.hrthm.2008.08.027.
4. Liu CF. The Evolving Utility Of Intracardiac Echocardiography In Cardiac Procedures. *J Atr Fibrillation*. 2014;6(6):1055. doi: 10.4022/jafib.1055.
5. Saad EB, Costa IP, Camanho LE. Use of Intracardiac Echocardiography in the Electrophysiology Laboratory. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(1):e11-7. doi: 10.1590/S0066-782X2011000100019.
6. Asvestas D, Xenos T, Tzeis S. The Contribution of Intracardiac Echocardiography in Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(1):25. doi: 10.31083/j.rcm2301025.
7. Beneki E, Dimitriadis K, Theofilis P, Pырpyris N, Iliakis P, Kalompatsou A, et al. Intracardiac or Transesophageal Echocardiography for Left Atrial Appendage Occlusion: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2025;41:489-505. doi: 10.1007/s10554-025-03330-z.
8. Tang GHL, Zaid S, Hahn RT, Aggarwal V, Alkhouli M, Aman E, et al. Structural Heart Imaging Using 3-Dimensional Intracardiac Echocardiography: JACC: Cardiovascular Imaging Position Statement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2025;18(1):93-115. doi: 10.1016/j.jcmg.2024.05.012.
9. Ghantous E, Aboulhosn JA. The Growing Role of Intracardiac Echo in Congenital Heart Disease Interventions. *J Clin Med*. 2025;14(7):2414. doi: 10.3390/jcm14072414.
10. Isath A, Padmanabhan D, Haider SW, Siroky G, Perimbeti S, Correa A, et al. Does the Use of Intracardiac Echocardiography during Atrial Fibrillation Catheter Ablation Improve Outcomes and Cost? A Nationwide 14-Year Analysis from 2001 to 2014. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;61(3):461-8. doi: 10.1007/s10840-020-00844-5.
11. Saad EB, Slater C, Inácio LAO Jr, Santos GVD, Dias LC, Camanho LEM. Catheter Ablation for Treatment of Atrial Fibrillation and Supraventricular Arrhythmias without Fluoroscopy Use: Acute Efficacy and Safety. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(6):1015-26. doi: 10.36660/abc.20200096.
12. Zei PC, Hunter TD, Gache LM, O'Riordan G, Baykaner T, Brodt CR. Low-Fluoroscopy Atrial Fibrillation Ablation with Contact Force and Ultrasound Technologies: A Learning Curve. *Pragmat Obs Res*. 2019;10:1-7. doi: 10.2147/POR.S181220.
13. Sant'Anna RT, Lima CG, Saffi MAL, Kruse ML, Leiria TLL. Atrial Fibrillation Ablation: Impact of Intracardiac Echocardiography in Reducing Procedure Time and Hospitalization. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(5):e20220306. doi: 10.36660/abc.20220306.



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

Tomografia Computadorizada com Contagem de Fótons na Imagem Cardiovascular: Onde Estamos e o que Está por Vir

Photon-Counting Computed Tomography in Cardiovascular Imaging: Where We Are and What Lies Ahead

Paulo Savoia,¹ Rodrigo Bello¹

University of Iowa Hospitals and Clinics, ¹ Iowa City, Iowa – EUA

A Angiotomografia Computadorizada (ATC) tem sido um recurso importante no diagnóstico cardiovascular há décadas. A melhoria contínua na aquisição rápida de dados, frequentemente com resolução espacial mais alta, consolidou o método como indispensável para o diagnóstico e manejo de diversas condições cardiovasculares, como aneurismas, dissecação aórtica e tromboembolismo pulmonar.^{1,2} O uso da ATC na imagem cardíaca e coronariana também conquistou território e relevância importantes.^{3,4} As técnicas de Tomografia Computadorizada (TC) vêm avançando significativamente desde sua introdução na medicina. Desde os detectores únicos, passando pelos tomógrafos helicoidais, tomógrafos multidetectores com pitch elevado, melhorias nos algoritmos de reconstrução, surgimento da tecnologia de dupla energia e, mais recentemente, a capacidade de adquirir imagens de todo o coração em apenas um batimento cardíaco com informação de todo o ciclo cardíaco, são marcos impressionantes. A Reserva de Fluxo Fracionado por TC (do inglês, FFR-CT) também é uma técnica muito promissora.⁵ O progresso, no entanto, apresenta certas desvantagens: a radiação ionizante continua sendo uma preocupação e, apesar das estratégias de redução como a modulação de dose, alguns exames cardiovasculares de ATC ainda apresentam níveis relativamente altos de radiação absorvida, especialmente aqueles com múltiplas séries, cortes extremamente finos e reconstruções retrospectivas de porções maiores do ciclo cardíaco. Seguindo essa tendência de melhorar a qualidade da imagem com a menor radiação ionizante possível, surgiu uma nova técnica complexa: a TC com Contagem de Fótons (PCCT, da sigla em inglês).

A maior distinção entre a TC convencional e a PCCT está nos detectores de raios X. O detector da TC convencional é baseado na recepção dos fótons de raios X que interagiram com o paciente, convertendo-os em fótons de luz (sistema indireto) e, em seguida, convertendo essa luz em sinais elétricos que, por fim, são

transformados em sinais digitais. Esse sistema é chamado de Detector Integrador de Energia (EID, da sigla em inglês). Basicamente, quanto mais luz houver, mais raios X chegarão, além de menor interação/menor penetração nos tecidos do paciente. Não é possível diferenciar exatamente quantos raios X estão chegando nem os diferentes níveis de energia de cada fóton. Além disso, os septos entre cada um dos detectores também limitam a recepção de raios X.^{6,7} Por outro lado, os detectores da PCCT conseguem detectar separadamente cada fóton de raio X que chega e medir diretamente a energia de cada um desses fótons. Isso ocorre porque o detector da PCCT conta com uma camada de cristal de alta tensão, que realoca elétrons para cada fóton recebido, e o número de elétrons realocados é proporcional à energia de cada raio X. Os elétrons realocados geram um pulso elétrico que será finalmente convertido em sinal digital. Até mesmo fótons de menor energia podem ser detectados, melhorando a relação contraste-ruído da imagem. Trata-se de um sistema direto, em que não há septos entre os detectores. Ou seja, menos raios X são necessários (portanto, menor radiação) e é possível separar os raios X de acordo com sua energia, permitindo aplicações de reconhecimento tecidual (diferentes energias conhecidas tendem a interagir com diferentes tecidos conhecidos), funcionando como uma TC de dupla energia.^{8,9}

À medida que essa nova tecnologia se tornou disponível, a comunidade científica ficava cada vez mais interessada nos avanços da tecnologia, e publicações interessantes foram sendo lançadas. Em meados de 2022, Esquivel et al.⁶ publicaram conceitos relevantes sobre a PCCT para radiologistas: “Key Points Radiologists Should Know”, que ajudou a disseminar a informação e o conhecimento entre a comunidade radiológica internacional. A possibilidade de melhorar a caracterização de pequenos vasos (por exemplo, artérias coronárias distais, artérias periféricas, artéria de Adamkiewicz e pequenos retalhos arteriais) foi o destaque. Ainda em 2022, Si-Mohamed et al.¹⁰ publicaram os primeiros resultados em humanos da angiotomografia coronariana com PCCT: apesar de ser um grupo pequeno de quatorze participantes, este estudo prospectivo demonstrou melhorias significativas na qualidade geral da imagem, qualidade diagnóstica e confiança diagnóstica da PCCT em comparação com uma TC de dupla camada EID, analisando múltiplas variáveis como lúmen coronariano distal, nitidez de calcificações e stents – cenários clássicos de avaliação parcialmente limitada com a tecnologia de TC disponível antes da PCCT.

Palavras-chave

Angiografia por Tomografia Computadorizada; Técnicas de Diagnóstico Cardiovascular; Cardiologia; Radiologia

Correspondência: Paulo Savoia MD PhD •

University of Iowa Hospitals and Clinics, Hawkins Dr., 200. sala 3884 JPP
CEP: 52242. Iowa City, Iowa – EUA
E-mail: paulo-savoia@uiowa.edu

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250035>

Em 2023, Cademartiri et al publicaram um artigo completo sobre as aplicações cardíacas e coronarianas da PCCT.¹¹ Os autores revisaram a física da PCCT, analisaram publicações relevantes até o momento e argumentaram que ela seria supostamente benéfica na avaliação do lúmen coronariano, stents, válvulas protéticas, composição de placas, imagem do tecido miocárdico, bem como na redução da dose de radiação, redução do meio de contraste e melhoria na relação contraste-ruído. A redução no uso de contraste pode chegar a cerca de 50%. Quanto à redução de dose de radiação, estima-se entre 19–32% segundo alguns autores.^{12,13}

Após todas essas melhorias interessantes publicadas em pequenos grupos de pacientes e ensaios pictóricos, finalmente chegava a hora de testar o método na prática clínica. A teoria e os casos demonstrados até agora são muito promissores. Resumimos as principais melhorias de qualidade da PCCT na Tabela 1. O próximo passo provavelmente será a publicação de dados com amostras maiores de pacientes, mais centros e, principalmente, determinar se há mudanças significativas nos desfechos dos pacientes. A experiência em nossa instituição, onde temos a oportunidade de trabalhar com três equipamentos de PCCT (um 100% dedicado à pesquisa e dois para avaliação clínica), também caminha nessa direção, buscando medir diferenças na dose de radiação, uso de meio de contraste e mudanças significativas no manejo dos pacientes. Começamos a utilizar o PCCT no

início de 2022. Por outro lado, obviamente existem muitos desafios relacionados ao uso da PCCT em escala global, como pouca experiência clínica com o novo método, necessidade de otimização dos protocolos para extrair o máximo possível da técnica (uma vez que temos múltiplos novos protocolos e kernels disponíveis, com inúmeros parâmetros de reconstrução), visualizadores de imagem robustos e atualizados para lidar com a enorme quantidade de imagens geradas em um único exame (a espessura de corte pode chegar a 0,2 mm, gerando 11.000 imagens em uma única ATC cardíaca) e, naturalmente, o investimento financeiro necessário nesses novos equipamentos. A Figura 1 mostra um exemplo de aquisição de imagem cardíaca por PCCT de um de nossos pacientes com prótese valvar: observe a presença mínima ou quase inexistente de artefatos de endurecimento do feixe ou blooming. A Figura 2 mostra a artéria coronária descendente anterior esquerda de outro paciente examinado em nossa instituição com PCCT, comparada com uma aquisição anterior da mesma artéria em uma TC “convencional” multidetector.

Por fim, podemos afirmar que não há dúvidas de que a nova tecnologia PCCT trouxe avanços significativos na qualidade da imagem, com imagens de ultra-alta resolução, melhoria importante na relação sinal-ruído e redução geral nas doses de radiação, potencialmente aumentando a precisão dos médicos responsáveis e maximizando o cuidado centrado no paciente. A PCCT provavelmente será o futuro dos nossos tomógrafos.

Tabela 1 – Principais Melhorias de Qualidade da PCCT

1. Resolução Espacial Superior

Elementos detectores menores permitem imagens mais nítidas com maior detalhamento anatômico, beneficiando aplicações como visualização de artérias coronárias, mas também imagens de pulmão e ouvido interno, por exemplo.

2. Maior Contraste Tecidual e Diferenciação de Materiais

A detecção multi-energética permite decomposição de materiais (por exemplo, cálcio, iodo, ácido úrico), melhorando a caracterização de lesões e reduzindo a ambiguidade diagnóstica.

3. Menor Dose de Radiação

Devido à maior eficiência dos detectores e menor ruído, imagens com qualidade diagnóstica frequentemente podem ser obtidas com exposição significativamente menor à radiação.

4. Redução de Artefatos

A PCCT minimiza artefatos de endurecimento do feixe e artefatos metálicos, melhorando a fidelidade da imagem em casos difíceis como válvulas protéticas, implantes e regiões próximas a ossos.

5. Imagem Espectral Nativa sem Penalidade de Dose

Ao contrário da TC de dupla energia, a PCCT fornece dados espectrais em cada exame, sem a necessidade de protocolos especializados ou aumento da dose.

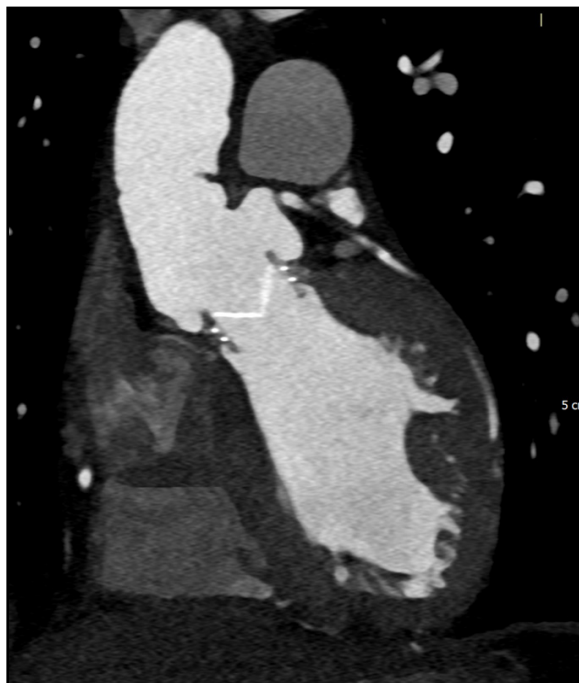


Figura 1 – Aquisição por PCCT do coração de um de nossos pacientes com válvula protética: observe a presença mínima ou quase inexistente de artefatos de endurecimento do feixe ou blooming.



Figura 2 – Artéria coronária descendente anterior esquerda de outro paciente com PCCT examinado em nossa instituição (Figura 2B), comparada com uma aquisição da mesma artéria alguns meses antes com uma TC “convencional” de dupla fonte (2x192 fileiras de detectores) (Figura 2A). A aquisição “convencional” mostra mais artefatos de endurecimento do feixe adjacentes a uma placa calcificada (área hipoatenuante – seta branca) em comparação com a aquisição por PCCT – seta preta (Figura 2B). Além disso, há também menor incidência de artefatos de blooming da placa calcificada na aquisição por PCCT (Figura 2B) – asterisco preto – em comparação com a aquisição “convencional” (Figura 2A) – asterisco branco. O artefato de blooming é uma causa conhecida de superestimação da estenose luminal em placas calcificadas, e de fato a placa parece maior na aquisição “convencional”.

Referências

1. Sun Z, Al Moudi M, Cao Y. CT Angiography in the Diagnosis of Cardiovascular Disease: A Transformation in Cardiovascular CT Practice. *Quant Imaging Med Surg.* 2014;4(5):376-96. doi: 10.3978/j.issn.2223-4292.2014.10.02.
2. Zantonelli G, Cozzi D, Bindi A, Cavigli E, Moroni C, Luvarà S, et al. Acute Pulmonary Embolism: Prognostic Role of Computed Tomography Pulmonary Angiography (CTPA). *Tomography.* 2022;8(1):529-39. doi: 10.3390/tomography8010042.
3. Sun Z, Choo GH, Ng KH. Coronary CT Angiography: Current Status and Continuing Challenges. *Br J Radiol.* 2012;85(1013):495-510. doi: 10.1259/bjr/15296170.
4. Cademartiri F, Casolo G, Clemente A, Seitun S, Mantini C, Bossone E, et al. Coronary CT Angiography: A Guide to Examination, Interpretation, and Clinical Indications. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2021;19(5):413-25. doi: 10.1080/14779072.2021.1915132.
5. Chen J, Wetzel LH, Pope KL, Meek LJ, Rosamond T, Walker CM. FFRCT: Current Status. *AJR Am J Roentgenol.* 2021;216(3):640-8. doi: 10.2214/AJR.20.23332.
6. Esquivel A, Ferrero A, Mileto A, Baffour F, Horst K, Rajiah PS, et al. Photon-Counting Detector CT: Key Points Radiologists Should Know. *Korean J Radiol.* 2022;23(9):854-65. doi: 10.3348/kjr.2022.0377.
7. Remy-Jardin M, Hutt A, Flohr T, Faivre JB, Felloni P, Khung S, et al. Ultra-High-Resolution Photon-Counting CT Imaging of the Chest: A New Era for Morphology and Function. *Invest Radiol.* 2023;58(7):482-7. doi: 10.1097/RLI.0000000000000968.
8. Willemink MJ, Persson M, Pourmorteza A, Pelc NJ, Fleischmann D. Photon-Counting CT: Technical Principles and Clinical Prospects. *Radiology.* 2018;289(2):293-312. doi: 10.1148/radiol.2018172656.
9. Sartoretti T, Wildberger JE, Flohr T, Alkadhi H. Photon-Counting Detector CT: Early Clinical Experience Review. *Br J Radiol.* 2023;96(1147):20220544. doi: 10.1259/bjr.20220544.
10. Si-Mohamed SA, Boccacini S, Lacombe H, Diaw A, Varasteh M, Rodesch PA, et al. Coronary CT Angiography with Photon-Counting CT: First-In-Human Results. *Radiology.* 2022;303(2):303-13. doi: 10.1148/radiol.211780.
11. Cademartiri F, Meloni A, Pistoia L, Degiorgi G, Clemente A, Gori C, et al. Dual-Source Photon-Counting Computed Tomography-Part I: Clinical Overview of Cardiac CT and Coronary CT Angiography Applications. *J Clin Med.* 2023;12(11):3627. doi: 10.3390/jcm12113627.
12. Flohr T, Schmidt B, Ulzheimer S, Alkadhi H. Cardiac Imaging with Photon Counting CT. *Br J Radiol.* 2023;96(1152):20230407. doi: 10.1259/bjr.20230407.
13. Dobrolinska MM, van der Werf NR, van der Bie J, de Groen J, Dijkshoorn M, Booijs R, et al. Radiation Dose Optimization for Photon-Counting CT Coronary Artery Calcium Scoring for Different Patient Sizes: A Dynamic Phantom Study. *Eur Radiol.* 2023;33(7):4668-75. doi: 10.1007/s00330-023-09434-1.



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

Armadilhas Mentais que Impactam o Diagnóstico por Imagem

Mental Traps That Impact Diagnostic Imaging

Maurício Rodrigues Jordão,¹ Marcelo Tavares,² Fábio Fernandes³

Hospital 9 de Julho,¹ São Paulo, SP – Brasil

Universidade Federal da Paraíba,² João Pessoa, PB – Brasil

Universidade de São Paulo, Instituto do Coração,³ São Paulo, SP – Brasil

Daniel Kahneman reforçou e popularizou o processo cognitivo em duas formas de pensar.¹ O sistema 1 se baseia em padrões reconhecidos, detectando relações simples, correlacionando estereótipos, associando ideias numa busca por coerência. Ele é rápido, intuitivo, automático, com nenhum ou pouco esforço e gasto de energia. Não pode ser desligado, monitorando continuamente o ambiente por uma necessidade de sobrevivência que remete aos nossos ancestrais. O sistema 2 exige atenção, compara objetos com base em diversos atributos e faz escolhas deliberadas a partir de opções. Pondera os cenários exibindo entendimento de lógica e estatística. Por exigir atenção, sua atividade é interrompida quando a atenção é desviada. Portanto, atividades que exigem esforço, interferem uma com a outra (fazer uma curva ao dirigir um veículo e realizar um cálculo complexo é impossível). Contudo, é lento, deliberado, laborioso e ordenado. Eles se relacionam, o sistema 1 origina sem esforço as impressões e sensações que são as principais fontes de crenças explícitas e escolhas deliberadas do sistema 2. No dia a dia, tomamos decisões baseadas em heurística, um atalho mental, totalmente atrelado ao sistema 1, para poupar tempo e energia. Apesar de extremamente eficiente, essa forma mais rápida de pensar, abre possibilidades para os vieses cognitivos que são tendências sistemáticas que distorcem o raciocínio lógico e levam a decisões inadequadas.

As causas de erro em medicina diagnóstica se dividem em dois grupos: erros de percepção e erros de interpretação. Erros de percepção ocorrem quando a anormalidade está presente na imagem, mas não é detectada. Podem estar ligados à aquisição da imagem, ao pós-processamento ou à qualidade do equipamento. Erros de interpretação acontecem quando a anormalidade é vista, mas seu significado é mal interpretado. Nesses casos, vieses cognitivos podem estar presentes e responder por até 74% dos erros diagnósticos.²⁻⁴ Há cerca de 30 tipos de vieses cognitivos descritos na literatura.⁵ No diagnóstico por imagem, os mais relevantes são: ancoragem, vies de confirmação, vies de disponibilidade, vies de atribuição, efeito de enquadramento e satisfação da busca.^{2-4,6}

A ancoragem consiste na influência desproporcional de impressões iniciais ou de informações marcantes, geralmente

apresentadas no início de um caso, sobre o processo de análise subsequente. Esse viés ocorre quando o profissional se mantém fixado em uma hipótese inicial e falha em integrar adequadamente novos dados clínicos ou de imagem que surgem ao longo da investigação diagnóstica. Trata-se de um fenômeno relacionado ao chamado “efeito de ancoragem”, no qual a primeira informação recebida tende a exercer impacto significativo na tomada de decisão. Um exemplo clássico envolve estimativas numéricas: ao perguntar a um grupo se a Ponte Golden Gate possui mais ou menos de 2.500 metros, seguido da solicitação para que estimem seu comprimento real, é comum que os valores fornecidos estejam ancorados nesse número previamente sugerido. Esse viés torna-se ainda mais prejudicial quando associado ao vies de confirmação. Nesse contexto, parte-se de uma crença ou preconcepção inicial, de modo que dados que a confirmem são prontamente aceitos, enquanto informações que a contradigam tendem a ser descartadas com facilidade.

Outro viés importante é o da disponibilidade, que se refere à tendência de julgar a probabilidade de um evento com base na facilidade com que ele vem à mente. As informações mais disponíveis são, em geral, as mais recentes, mais frequentes ou com maior carga emocional (extrema, vivida ou negativa), tornando-se, assim, as primeiras hipóteses consideradas. O vies de atribuição ocorre quando determinados achados são explicados por características do paciente ou estereótipos — geralmente obtidos por meio da história clínica. Aspectos como etnia, região de origem ou faixa etária podem influenciar o raciocínio diagnóstico, uma vez que determinadas doenças genéticas ou infecciosas apresentam prevalência aumentada em certos grupos populacionais. Um exemplo comum é a tendência de subestimar a presença de doença arterial coronariana aterosclerótica em pacientes jovens com síndrome coronariana aguda.

Uma das principais estratégias para mitigar o impacto desses vieses é a análise das imagens fora do contexto clínico, seguida de uma revisão à luz do quadro clínico. Tal abordagem é útil também no enfrentamento do chamado “efeito de enquadramento”, no qual diferentes conclusões diagnósticas podem ser alcançadas a partir da mesma informação, dependendo da forma como o caso é apresentado. A maneira como o clínico relata o caso ou solicita o exame pode direcionar a interpretação, nem sempre de forma ideal. Sabe-se que informações clínicas adequadas tendem a melhorar a sensibilidade diagnóstica sem comprometer a especificidade. No entanto, é comum que as solicitações de exames sejam incompletas, inadequadas ou, em alguns casos, incorretas.

A satisfação da busca é outro viés cognitivo recorrente na prática radiológica. Refere-se à redução na vigilância

Palavras-chave

Erros de Diagnóstico; Heurística; Near Miss; Vies

Correspondência: Maurício Rodrigues Jordão •

Hospital 9 de Julho. Rua Peixoto Gomide, 545. CEP: 01409-902. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: mrjordao@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250040>

ou atenção a outros achados anormais após a identificação da primeira alteração. Naturalmente, a detecção de um segundo ou terceiro achado torna-se menos provável após o reconhecimento inicial de uma anormalidade.

Diversos outros vieses podem ser mencionados, todos com impacto direto na prática médica cotidiana. Ao compreendê-los como armadilhas cognitivas, surge uma questão essencial: como evitá-los? A metacognição³ — definida como “pensar sobre o próprio pensamento” — constitui um processo multifatorial que inclui o reconhecimento das limitações da memória, a compreensão dos contextos e perspectivas envolvidos na tomada de decisão e a capacidade de autocrítica. Essas estratégias têm como objetivo provocar questionamentos direcionados às principais fontes de viés cognitivo. Contudo, os resultados quanto à sua efetividade na redução de erros diagnósticos ainda são inconclusivos.

Embora os métodos baseados em inteligência artificial⁷ representem uma promessa no apoio à tomada de decisão diagnóstica por imagem, com potencial para mitigar vieses cognitivos, estudos têm demonstrado que esses sistemas podem internalizar certos vieses preexistentes e apresentar novos, próprios do modelo, comprometendo os resultados no contexto clínico.

Ainda por muito tempo, será o olhar humano — sustentado por conhecimento e experiência — o principal responsável pelas decisões clínicas. Ao aliar esse protagonismo à compreensão do nosso próprio raciocínio e à aceitação, com humildade, de que a capacidade de errar é tão inerente quanto a de exercer a proficiência, abre-se um novo horizonte para a construção de uma cultura voltada ao enfrentamento do erro. Tal cultura favorece o aprendizado a partir das falhas e, consequentemente, aprimora as estratégias para sua mitigação.

Referências

1. Kahneman D. Rápido e Devagar - Duas Formas de Pensar. Rio de Janeiro: Objetiva; 2011.
2. Itri JN, Patel SH. Heuristics and Cognitive Error in Medical Imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 2018;210(5):1097-105. doi: 10.2214/AJR.17.18907.
3. Busby LP, Courtier JL, Glastonbury CM. Bias in Radiology: The How and Why of Misses and Misinterpretations. *Radiographics*. 2018;38(1):236-47. doi: 10.1148/rg.2018170107.
4. Waite S, Scott J, Gale B, Fuchs T, Kolla S, Reede D. Interpretive Error in Radiology. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;208(4):739-49. doi: 10.2214/AJR.16.16963.
5. Croskerry P. Cognitive Forcing Strategies in Clinical Decisionmaking. *Ann Emerg Med*. 2003;41(1):110-20. doi: 10.1067/mem.2003.22.
6. Zhang L, Wen X, Li JW, Jiang X, Yang XF, Li M. Diagnostic Error and Bias in the Department of Radiology: A Pictorial Essay. *Insights Imaging*. 2023;14(1):163. doi: 10.1186/s13244-023-01521-7.
7. Koçak B, Ponsiglione A, Stanzione A, Bluethgen C, Santinha J, Ugga L, et al. Bias in Artificial Intelligence for Medical Imaging: Fundamentals, Detection, Avoidance, Mitigation, Challenges, Ethics, and Prospects. *Diagn Interv Radiol*. 2025;31(2):75-88. doi: 10.4274/dir.2024.242854.



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

Novas Ferramentas de Otimização do Manejo na IC: O Papel do POCUS no Consultório

New Tools for Optimizing HF Management: The Role of POCUS in the Office

Luiz Claudio Danzmann,^{1,2} Elisa Kalil,² Soraya Abunader Kalil^{3,4}

Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre,¹ Porto Alegre, RS – Brasil

Universidade Luterana do Brasil,² Canoas, RS – Brasil

Hospital de Clínicas de Porto Alegre,³ Porto Alegre, RS – Brasil

Grupo Hospitalar Conceição,⁴ Porto Alegre, RS – Brasil

Uma reflexão sobre a congestão circulatória clínica e subclínica

O manejo da Insuficiência Cardíaca (IC) foi aprimorado nos últimos 20 anos, sobretudo pelos avanços nos métodos diagnósticos e nas estratégias de descongestão circulatória. O manejo clínico com múltiplas opções medicamentosas demonstrou eficácia na redução de sintomas, das taxas de eventos de descompensação da IC, dos índices de mortalidade e na melhora de marcadores substitutos de eventos clínicos, como, por exemplo, a Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE).¹ No acompanhamento da IC, a necessidade de detecção e seguimento da congestão circulatória justifica-se por sua forte associação com a ativação da resposta neuro-humoral e inflamação sistêmica, refletindo na piora progressiva da IC (“worsening heart failure”) e, consequentemente, na maior incidência de eventos clínicos.²

Mas, quais seriam as evidências de estratégias de descongestão com diuréticos na redução de desfechos duros? No cenário ambulatorial, o ensaio clínico STRONG-HF³ é um bom exemplo. Comparando-se a estratégia de otimização intensiva versus tratamento usual para IC após a alta hospitalar, demonstrou-se que o grupo com as visitas mais frequentes e para manejo mais intensivo obteve redução de risco absoluto de 8,1% (15,2% vs. 23,3%, $P=0,0021$) no desfecho combinado de mortalidade geral e ou hospitalização por IC em 180 dias de seguimento.³ A redução estatisticamente significativa dos sinais clínicos de congestão, concomitante à diminuição de 27% nos níveis de Peptídeos Natriuréticos (PN) ao final de três meses, configurou a prova de conceito da relação entre a descongestão e o benefício clínico. Essa evidência reforça a necessidade da detecção da congestão subclínica, principalmente na fase vulnerável da IC, que consiste no período entre um e três meses após uma hospitalização por IC, período em que a maioria dos eventos potencialmente preveníveis ocorrem.⁴

Palavras-chave

Insuficiência Cardíaca; Ultrassonografia; Assistência Ambulatorial

Correspondência: Luiz Claudio Danzmann •

Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre. Rua Professor Annes Dias, 295. CEP: 90020-090. Porto Alegre, RS – Brasil
E-mail: luizdanzmann@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250039>

O estado da arte na detecção e no seguimento da congestão em 2025

A identificação de ortopneia, turgência jugular e terceira bulha oferecem elevada especificidade para o diagnóstico de congestão, mas edema de tornozelos e de estertores crepitantes demonstram menor acurácia diagnóstica.⁵ Dentre os métodos complementares já testados para aumentar a acurácia na detecção de sobrecarga hídrica, os níveis séricos de PN e as diferentes técnicas do ultrassom já são indicadas pelas diretrizes atuais e tem sua aplicabilidade recomendada para os cenários de emergência ou enfermaria.^{1,6} No entanto, a incorporação desses exames de diagnóstico complementar no ambiente ambulatorial tem sido mais lenta no Brasil que no resto do mundo, principalmente quando se considera a técnica da ultrassonografia à beira do leito, a *point-of-care ultrasound* (POCUS).

POCUS no consultório é útil? Quais as evidências?

A exemplo da utilidade do POCUS já testada na sala de emergência, o objetivo do POCUS no consultório é identificar e fazer o seguimento da congestão pulmonar e veias sistêmicas, podendo agregar ou não a imagem da estrutura e função cardíacas.^{7,8} Porém, sob o ponto de vista prático, a análise rápida do pulmão e da veia cava inferior com a identificação das linhas ecogênicas pulmonares verticais a partir da pleura (linhas B) com três ou mais linhas em mais de um campo pulmonar bilateralmente, a ausência de ecos no espaço pleural identificando derrame, e as alterações no calibre da veia cava inferior com diâmetro acima de 21mm e colapso inspiratório inferior a 50%, conferem um bom rendimento diagnóstico para identificar congestão em níveis subclínicos.^{8,9}

A associação das imagens desse método com eventos clínicos em pacientes ambulatoriais já foi extensamente investigada. No cenário ambulatorial, um estudo publicado em 2013 alocou uma coorte de 97 pacientes ambulatoriais com IC que foram submetidos à Ultrassonografia Pulmonar (UP) no modelo de 28 campos pulmonares, ecocardiograma e dosagem de PN. Na avaliação da acurácia diagnóstica para descompensação da IC, a UP apresentou desempenho superior aos demais métodos, com sensibilidade de 85% e especificidade de 83% para o ponto de corte de ≥ 15 linhas B, evidenciando sua capacidade de identificar precocemente e de forma confiável a presença de congestão clínica.¹⁰ Em outro estudo, Platz et al.¹¹ utilizaram um modelo mais contemporâneo de UP com registro de quatro campos

pulmonares bilateralmente, numa população de 195 pacientes com IC classe funcional da NYHA II-IV. Durante consulta ambulatorial, os pacientes que estavam no terceiro tercil de distribuição de linhas de congestão (≥ 3 linhas B) apresentaram um risco quatro vezes maior do desfecho primário (HR ajustado: 4,08, IC de 95%, IC 1,95, 8,54; $p < 0,001$), e menor número de dias vivos e fora do hospital (125 dias vs. 165 dias; p ajustado $< 0,001$).¹¹ Além disso, em um contexto ambulatorial de pacientes com IC com fração de ejeção preservada, em que sinais de congestão clínica, muitas vezes não são aparentes, o POCUS também demonstrou correlação significativa entre a contagem de linhas B e os níveis de NT-proBNP ($p < 0,001$). Notavelmente, entre os indivíduos no tercil superior de linhas B, 76% não apresentavam estertores à ausculta e 50% não exibiam elevação dos níveis de NT-proBNP, evidenciando a capacidade da ultrassonografia em detectar precocemente a congestão subclínica.¹²

A utilização do POCUS no consultório, portanto, está associada à praticidade e a evidências científicas de melhor acurácia diagnóstica e prognóstica em relação ao manejo usual, principalmente quando se leva em conta a questão da detecção da congestão subclínica.

Limitações do POCUS para o consultório

No UP e na avaliação da veia cava, existem várias limitações que precisam ser considerados na prática clínica. Na fibrose pulmonar, o padrão habitual de reverberação é alterado, devido à destruição das estruturas alveolares e formação de áreas de consolidação e espessamento do interstício, o que reduz a visualização das linhas A e dificulta a interpretação adequada das linhas B,

podendo resultar em falsos-positivos para congestão pulmonar. Nas atelectasias, o colapso pulmonar também modifica a ecogenicidade, podendo se assemelhar tanto a consolidações infecciosas quanto a sinais de congestão, dificultando a diferenciação entre causas infecciosas e hemodinâmicas. No caso das infecções pulmonares, como pneumonias, a formação de áreas de consolidação e artefatos mistos, distorcem o padrão ultrassonográfico esperado, mascarando ou mimetizando quadros de edema. Em indivíduos obesos, o aumento da espessura da parede torácica compromete a penetração do feixe ultrassônico, reduzindo a qualidade da imagem e dificultando tanto a identificação das linhas A e B quanto a avaliação precisa da veia cava inferior. Nessas situações, a escassez de linhas pode ser interpretada erroneamente como melhora clínica, quando na verdade é apenas uma limitação técnica. Ademais, o custo da tecnologia no Brasil permanece um entrave relevante para a ampla adoção dessas ferramentas diagnósticas no cenário ambulatorial.¹³

POCUS no consultório: enxergando os líquidos à beira do leito

O POCUS tem sido chamado de estetoscópio do século XXI. Será? O termo integração com o exame tradicional nos parece mais honesto, à medida que a imagem nos oferece maior reprodutibilidade, possibilidade de armazenamento para seguimento evolutivo e crescente base de evidências que correlacionam seus achados com desfechos clínicos adversos. O POCUS não substitui a abordagem tradicional, mas a complementa. Em 2025, o POCUS nos expande os sentidos. Além de tocar e ouvir o excesso de líquidos orgânicos à beira do leito, podemos também enxergar (Figura 1).



Figura 1 – Tocar, ouvir e enxergar a congestão: POCUS no consultório.

Referências

1. Marcondes-Braga FG, Moura LAZ, Issa VS, Vieira JL, Rohde LE, Simões MV, et al. Emerging Topics Update of the Brazilian Heart Failure Guideline - 2021. *Arq Bras Cardiol.* 2021;116(6):1174-212. doi: 10.36660/abc.20210367.
2. Kumric M, Kurir TT, Bozic J, Slujo AB, Glavas D, Miric D, et al. Pathophysiology of Congestion in Heart Failure: A Contemporary Review. *Card Fail Rev.* 2024;10:e13. doi: 10.15420/cfr.2024.07
3. Mebazaa A, Davison B, Chioncel O, Cohen-Solal A, Diaz R, Filippatos G, et al. Safety, Tolerability and Efficacy of Up-Titration of Guideline-Directed Medical Therapies for Acute Heart Failure (STRONG-HF): A Multinational, Open-Label, Randomised, Trial. *Lancet.* 2022;400(10367):1938-52. doi: 10.1016/S0140-6736(22)02076-1.
4. Greene SJ, Mentz RJ, Felker GM. Outpatient Worsening Heart Failure as a Target for Therapy: A Review. *JAMA Cardiol.* 2018;3(3):252-9. doi: 10.1001/jamacardio.2017.5250.

5. Gheorghiade M, Filippatos G, De Luca L, Burnett J. Congestion in Acute Heart Failure Syndromes: An Essential Target of Evaluation and Treatment. *Am J Med.* 2006;119(12 Suppl 1):S3-S10. doi: 10.1016/j.amjmed.2006.09.011.
6. Danzmann LC. Fluxograma de utilização das ferramentas diagnósticas na insuficiência cardíaca aguda. In: Figueiredo Neto JA, Marcondes-Braga FG, Mesquita ET, Moura LAZ, eds. *Insuficiência Cardíaca DEIC-SBC*. Barueri: Manole; 2021. p. 459–463.
7. Platz E, Merz AA, Jhund PS, Vazir A, Campbell R, McMurray JJ. Dynamic Changes and Prognostic Value of Pulmonary Congestion by Lung Ultrasound in Acute and Chronic Heart Failure: A Systematic Review. *Eur J Heart Fail.* 2017;19(9):1154-63. doi: 10.1002/ejhf.839
8. Pellicori P, Shah P, Cuthbert J, Urbinati A, Zhang J, Kallvikbacka-Bennett A, et al. Prevalence, Pattern and Clinical Relevance of Ultrasound Indices of Congestion in Outpatients with Heart Failure. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(7):904-16. doi: 10.1002/ejhf.1383.
9. Kunst L, Danzmann LC, Cuchinski KK, Zimmer JRC. Point-of-Care Ultrasound in Acute Heart Failure: Basic Concepts for Clinical Practice. *ABC Heart Fail Cardiomyop.* 2023;3(2):e20230073. doi: 10.36660/abchf.20230073
10. 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. *JACC Cardiovascular Imaging.* 2013;6(11):1141-51. doi: 10.1016/j.jcmg.2013.08.004.
11. Platz E, Jhund PS, Campbell RT, et al. Lung ultrasound in acute and chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. *JACC Heart Fail.* 2016;4(8):659-666.
12. Platz E, McDowell K, Gupta DK, Claggett B, Brennan A, Charles LJ, et al. Pulmonary Congestion on Lung Ultrasound in Ambulatory Patients with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *J Card Fail.* 2025:S1071-9164(25)00099-5. doi: 10.1016/j.cardfail.2025.02.013.
13. Muniz RT, Mesquita ET, Souza CV Jr, Martins WA. Pulmonary Ultrasound in Patients with Heart Failure - Systematic Review. *Arq Bras Cardiol.* 2018;110(6):577-84. doi: 10.5935/abc.20180097.



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

Os Pacientes com Homozigose e Heterozigose Composta para Variantes no Gene TTR da Amiloidose por Transtirretina Apresentam Quadros Clínicos Mais Graves e Precoces?

Do Patients with Homozygosity and Compound Heterozygosity for Variants in the Transthyretin Amyloidosis TTR Gene Have More Severe and Earlier Clinical Conditions?

Tonnison de Oliveira Silva,^{1,2} Samuel Ulisses Chaves Nogueira do Nascimento³

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública,¹ Salvador, BA – Brasil

Cardio Pulmonar Hospital,² Salvador, BA – Brasil

Universidade Federal da Bahia,³ Salvador, BA – Brasil

A prevalência de homozigotos para a variante genética Val142Ile no gene da transtirretina (TTR) é extremamente baixa na população geral (0,72%) e um pouco maior em estudos de biópsia endomiocárdica (de 6% a 10%) e em coortes que envolvem centros de referência em amiloidose cardíaca por TTR (de 4% a 14%).^{1,2}

Os homozigotos representam uma subpopulação distinta dentro do espectro da amiloidose cardíaca, com características clínicas que parecem apresentar diferenças substanciais em relação às dos heterozigotos não compostos. Essa variação genética foi associada ao início de manifestações clínicas em pacientes mais jovens, em relação aos heterozigotos, e também a um maior risco de eventos cardiovasculares graves, como insuficiência cardíaca e arritmias ventriculares.³ Além da apresentação mais precoce, estudos observacionais indicam que, em pacientes homozigotos, a doença apresenta um comportamento fenotípico mais agressivo, caracterizado por maior espessamento ventricular, pior função diastólica e maior carga de fibrilas amiloides no coração.³ Em comparação com os heterozigotos, os homozigotos habitualmente apresentam maior risco de desenvolver insuficiência cardíaca precoce e de maior gravidade.¹⁻³

A homozigose, definida como a herança de duas cópias idênticas de um alelo mutado em um mesmo locus gênico, e a heterozigose composta, caracterizada pela presença de duas variantes patogênicas distintas em alelos diferentes, são condições genéticas que, em teoria, podem exacerbar a gravidade e antecipar o início da doença devido à ausência de um alelo funcional compensatório.⁴ Contudo, a penetração incompleta e a expressividade variável causam modulação significativa no fenótipo clínico dessa patologia.⁴

A penetração incompleta implica que nem todos os portadores de variantes patogênicas no gene TTR

manifestarão a doença. Já a expressividade variável reflete a diversidade de manifestações clínicas entre portadores da mesma variante. A Val50Met, por exemplo, associa-se à polineuropatia de início precoce em regiões endêmicas, como em Portugal e no Japão, mas pode apresentar fenótipo predominantemente ocular ou cardíaco em outros contextos, como na Suécia.⁵ Um estudo com 13 homozigotos para Val142Ile revelou início dos sintomas cardíacos cerca de uma década mais cedo (63 anos), em comparação com heterozigotos (72 anos).⁶ No entanto, esses achados não são universais. Na variante Val50Met, homozigotos suecos apresentaram fenótipo predominantemente ocular, sem diferença significativa na idade de início em relação aos heterozigotos, sugerindo que a gravidade depende da variante específica e do contexto genético.⁵

A heterozigose composta também parece predispor quadros mais precoces e agressivos. Casos com combinações como Val142Ile/Ile88Leu ou Val142Ile/Thr80Ala apresentaram sintomas cardíacos na quinta ou sexta década de vida, significativamente mais cedo que homozigotos ou heterozigotos para casos de Val142Ile isolada.⁶

Num estudo conduzido por Micaglio et al., observou-se que a heterozigose composta confere aos pacientes comprometimento cardíaco significativo, semelhante ao observado em homozigotos, sugerindo que o efeito combinado das variantes genéticas exacerba a deposição de fibrilas amiloides e leva a uma progressão mais rápida da cardiomiopatia.⁷ Apesar dessas associações entre homozigose/heterozigose composta e maior gravidade e precocidade da doença, fatores como sexo, localização geográfica, ancestralidade, modificadores genéticos, somados à penetração e à expressividade variável do gene TTR, influenciam a expressão fenotípica e, por vezes, dificultam as previsões clínicas.

Em suma, a homozigose e a heterozigose composta com frequência associam-se a quadros mais graves e precoces, mas a penetração incompleta e a expressividade variável, interagindo com fatores epigenéticos, limitam a possibilidade de generalizações. É interessante destacar também que, talvez, sobretudo nesse grupo de maior complexidade de doença, haja uma melhor aplicabilidade clínica do uso da terapia combinada com estabilizadores da TTR somados aos silenciadores de RNA.

Palavras-chave

Amiloidose; Pré-Albumina; Homozigoto

Correspondência: Tonnison de Oliveira Silva •

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Rua Dom João VI. CEP:

40285-001. Brotas, Salvador, BA – Brasil

E-mail: tonnisonosilva@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250027>

Referências

1. Dzung JN, Papadopoulos SA, Wykes K, Mahmood I, Marshall J, Valencia O, et al. Afro-Caribbean Heart Failure in the United Kingdom: Cause, Outcomes, and ATTR V122I Cardiac Amyloidosis. *Circ Heart Fail.* 2016;9(9):e003352. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.116.003352.
2. Brown EE, Lee YZJ, Halushka MK, Steenbergen C, Johnson NM, Almansa J, et al. Genetic Testing Improves Identification of Transthyretin Amyloid (ATTR) Subtype in Cardiac Amyloidosis. *Amyloid.* 2017;24(2):92-5. doi: 10.1080/13506129.2017.1324418.
3. Buxbaum JN, Ruberg FL. Transthyretin V122I (pV142I)* Cardiac Amyloidosis: An Age-Dependent Autosomal Dominant Cardiomyopathy Too Common to be Overlooked as a Cause of Significant Heart Disease in Elderly African Americans. *Genet Med.* 2017;19(7):733-42. doi: 10.1038/gim.2016.200.
4. Nussbaum RL, McInnes RR, Willard HF. Thompson & Thompson Genetics and Genomics in Medicine. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2023.
5. Holmgren G, Hellman U, Lundgren HE, Sandgren O, Suhr OB. Impact of Homozygosity for an Amyloidogenic Transthyretin Mutation on Phenotype and Long Term Outcome. *J Med Genet.* 2005;42(12):953-6. doi: 10.1136/jmg.2005.033720.
6. Reddi HV, Jenkins S, Theis J, Thomas BC, Connors LH, Van Rhee F, et al. Homozygosity for the V122I Mutation in Transthyretin is Associated with Earlier Onset of Cardiac Amyloidosis in the African American Population in the Seventh Decade of Life. *J Mol Diagn.* 2014;16(1):68-74. doi: 10.1016/j.jmoldx.2013.08.001.
7. Micaglio E, Santangelo G, Moscardelli S, Rusconi D, Musca F, Verde A, et al. Case Report: A Rare Homozygous Patient Affected by TTR Systemic Amyloidosis with a Prominent Heart Involvement. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1164916. doi: 10.3389/fcvm.2023.1164916.



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

Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria

Classifying the Size of an Atrial Septal Defect According to Echocardiographic Parameters and its Association with the Clinical Presentation in Pediatrics

Lívia de Castro Ribeiro,¹ Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva,¹ Henrique de Assis Fonseca Tonelli,¹ Adriana Furletti Machado Guimarães,¹ Fátima Derlene da Rocha Araújo,¹ Zilda Maria Alves Meira,¹ Sandra Regina Tolentino Castilho,¹ Alan Alvarez Conde,¹ Lícia Campos Valadares¹

Universidade Federal de Minas Gerais,¹ Belo Horizonte, MG – Brasil

Resumo

Fundamento: Há poucos estudos que utilizam medidas ecocardiográficas lineares para classificação do tamanho da Comunicação Interatrial (CIA).

Objetivos: Investigar relação entre repercussão hemodinâmica da CIA e medidas da relação do diâmetro da CIA (MI/CIA) com diâmetro do anel mitral, bem como o diâmetro do septo interatrial (CIA/septo) e descrever pontos de corte que permitam classificar o tamanho do defeito.

Métodos: Estudo observacional, prospectivo, transversal, incluindo participantes com idade entre 1 mês e 18 anos, diagnosticados com CIA isolada. Repercussão hemodinâmica foi quantificada pela avaliação clínica, Z-escore do anel tricúspide (AT), avaliação subjetiva da dilatação de câmaras direitas, relação entre fluxos sistêmico e pulmonar (QP/QS) à ecocardiografia e estudada sua associação com medidas CIA/septo e MI/CIA. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados: Trinta e cinco participantes, média de idade 6,3 anos, 69% feminino, média da CIA 13,5 mm. Houve correlação entre MI/CIA com a classificação clínica da CIA (Pearson: -0,61; $p < 0,001$), CIA/septo (Pearson: -0,80; $p < 0,001$), QP/QS (-0,76; $p < 0,001$). Houve correlação de CIA/septo com a classificação clínica da CIA (Pearson: 0,56; $p < 0,001$), QP/QS (0,63; $p = 0,001$), avaliação subjetiva de câmaras direitas (0,62; $p < 0,001$) e fraca correlação com Z-escore do AT (0,35; $p = 0,04$). Pela curva de operação característica para variável estável de classificação da CIA, com base no tamanho subjetivo de câmaras direitas, revelou uma área de 0,85 para a razão CIA/septo ($p = 0,001$). O ponto de corte de 0,27 para CIA grande apresentou sensibilidade de 85%, especificidade de 86,7%, valor preditivo positivo (VPP) de 86%, negativo de 85,2%, razão de verossimilhança positiva de 6,39.

Conclusões: CIA/septo associou-se à repercussão hemodinâmica da CIA e mostrou-se útil na detecção de CIA grande.

Palavras-chave: Comunicação Interatrial; Ecocardiografia; Valva Tricúspide; Septo Interatrial.

Abstract

Background: Few studies are using linear echocardiographic measurements for classifying the size of Atrial Septal Defect (ASD).

Objectives: Investigate the relationship between ASD hemodynamic repercussions and ASD diameter to the mitral annulus diameter (MI/ASD) ratio and ASD diameter to the interatrial septum diameter (ASD/septum) ratio, and describe cutoff points to classify the size of the defect.

Methods: An observational, prospective, cross-sectional study, including subjects aged 1 month and 18 years diagnosed with isolated ASD. Hemodynamic repercussion was quantified by clinical evaluation, tricuspid annulus (TA) Z-score, subjective estimation of the enlargement of the right chambers, and the relationship between systemic and pulmonary flows (QP/QS) on echocardiography. Its association with ASD/septum and MI/ASD measurements was also studied. A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Correspondência: Lívia de Castro Ribeiro •

Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Rua Alfredo Balena, 110. CEP: 30130-100. Belo Horizonte, MG – Brasil

E-mail: liviadecastromed85@gmail.com

Artigo recebido em 17/09/2024; revisado recebido em 30/01/2025; aceito em 12/02/2025

Editor responsável pela revisão: Karen Saori Shiraishi Sawamura

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240089>

Results: Thirty-five subjects, mean age 6.3 years, 69% female, mean ASD 13.5 mm. There was a correlation between MI/ASD and the clinical classification of ASD (Pearson: -0.61; $p < 0.001$), ASD/septum (Pearson: -0.80; $p < 0.001$), and QP/QS (-0.76; $p < 0.001$). There was a correlation between ASD/septum and the clinical classification of ASD (Pearson: 0.56; $p < 0.001$), QP/QS (0.63; $p = 0.001$), subjective assessment of the right chambers (0.62; $p < 0.001$), and a weak correlation with the TA Z-score (0.35; $p = 0.04$). According to the operating characteristic curve for the stable variable classification of ASD according to the subjective right chamber's size, an area of 0.85 was obtained for ASD/septum ($p = 0.001$). The cutoff point of 0.27 for large ASD showed sensitivity of 85%, specificity of 86.7%, positive predictive value (PPV) of 86%, negative predictive value (NPV) of 85.2%, and positive likelihood ratio of 6.39.

Conclusions: ASD/septum was associated with the hemodynamic repercussion of ASD and was useful in detecting large ASD.

Keywords: Atrial Heart Septal Defects; Echocardiography; Tricuspid Valve; Atrial Septum.

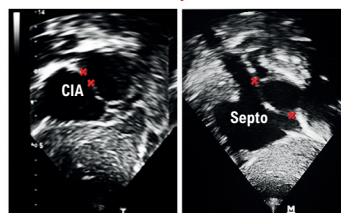
Full texts in English - <https://www.abcimaging.org/>

Figura Central: Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria



Relação entre medidas CIA / septo

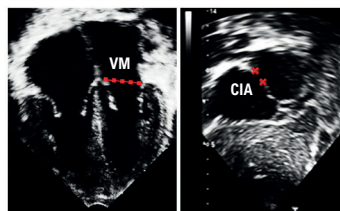
- Forte correlação com dilatação de câmaras direitas: Pearson 0,62
- Moderada correção com a clínica: Pearson 0,56



CIA / septo > 0,271: CIA grande

- Sensibilidade 85%
- Especificidade 87,7%
- VPP 76%; VPN 85%
- RVS 6,39
- Curva ROC 0,85

Relação entre medidas Anel mitral / CIA



- Forte correlação com dilatação de câmaras direitas: Pearson 0,77
- Moderada correção com a clínica: Pearson 0,64

Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240089

CIA: Comunicação Interatrial; VPP: valor preditivo positivo; ROC: curva de operação característica; RVS: razão de verossimilhança; VM: valva mitral; VPN: valor preditivo negativo.

Introdução

A Comunicação Interatrial (CIA) é uma alteração estrutural do coração congênita que permite a mistura de sangue entre os átrios através da falha no Septo Atrial ou em estruturas adjacentes. A CIA isolada é a terceira malformação cardíaca mais frequente, correspondendo a cerca de 15% do total de cardiopatias congênitas.¹ A prevalência da CIA é duas vezes maior entre os indivíduos do sexo feminino se comparado aos do sexo masculino.² O exame ecocardiográfico transtorácico é o método mais utilizado para diagnóstico e avaliação da CIA na população pediátrica, sendo suficiente para definição adequada da lesão e suas repercussões hemodinâmicas na maioria das vezes. Para a descrição dos defeitos em relação ao tamanho, são utilizadas comumente a medida linear do defeito, sua relação com o tamanho do Septo Atrial (CIA/septo), a repercussão em câmaras direitas (sinais de sobrecarga volumétrica) e a medida da relação fluxo pulmonar/fluxo sistêmico (QP/QS). A medida CIA/septo tem sido utilizada informalmente na

prática clínica, sem sistematização por meio de estudo e sem pontos de corte confiáveis para classificação de tamanho. A medida do QP/QS ao exame ecocardiográfico encerra grande limitação representada pela baixa reprodutibilidade³ e execução laboriosa.⁴ Os objetivos do estudo foram investigar, por meio da avaliação clínica e ecocardiográfica, a relação entre a repercussão hemodinâmica da CIA e as medidas da relação entre o diâmetro do Anel Mitral e o diâmetro da CIA (MI/CIA) e (CIA/septo) e descrever os pontos de corte dessas relações que permitissem a classificação do defeito quanto a sua magnitude.

Métodos

Tratou-se de um estudo observacional, prospectivo e transversal. A população foi constituída por 35 participantes, de CIA isolada com orifício único ao exame ecocardiográfico, de ambos sexos, com idades entre 1 mês e 18 anos. Tanto o projeto de pesquisa quanto os Termos de Consentimento e

Artigo Original

Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE e TALE) foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa do hospital universitário, no qual foi feita a pesquisa. Após o aceite e assinatura dos termos, os participantes foram submetidos a exame ecocardiográfico e avaliação clínica. Foram excluídos aqueles com cardiopatias congênitas significativas (excluindo-se forame oval permeável, regurgitações mitral, tricúspide e aórtica discretas, valva aórtica bicúspide sem estenose), cardiomiopatia (primária ou secundária), anemia crônica e hipertensão pulmonar não atribuída à presença da CIA. A amostragem foi por conveniência.

O exame ecocardiográfico foi realizado com um aparelho TOSHIBA APLIO 400, com transdutores pediátrico e adulto de 2,5 MHz e 5,0 MHz de frequência, respectivamente, por ecocardiografista pediátrico, e a avaliação clínica por um cardiologista pediátrico, ambos integrantes da equipe, e de forma cega com relação à avaliação clínica e vice-versa. A avaliação clínica foi realizada no mesmo dia da avaliação ecocardiográfica, imediatamente após esta. A avaliação do grau de repercussão em câmaras direitas foi realizada de forma subjetiva, comparando-se as áreas do Átrio Direito (AD) com o Átrio Esquerdo (AE) e áreas do Ventrículo Direito (VD) com o Ventrículo Esquerdo (VE), ao modo bidimensional, no corte apical quatro câmaras,⁵ uma vez que medidas lineares e de área de AD e VD não foram consistentemente padronizadas para a população pediátrica.⁶⁻⁸ Comparativamente, se as câmaras direitas apresentavam área menor, igual ou maior que as câmaras esquerdas, o aumento foi considerado ausente ou leve, moderado ou importante, respectivamente. As medidas do septo interatrial e do diâmetro da

CIA foram realizadas ao modo bidimensional, no corte subcostal do Septo Atrial, com auxílio do Color Doppler para identificação das bordas do defeito.⁶ Para a medida do Septo Atrial, foi padronizada a distância vertical entre as desembocaduras das cavas. A medida da CIA foi realizada na região de maior distância entre as bordas ao longo do ciclo cardíaco. Foi calculada a relação CIA/septo a fim de comparar tal medida com a repercussão hemodinâmica. A magnitude do *shunt* através da CIA foi estimada pelo cálculo da relação fluxo sistêmico/fluxo pulmonar (QP/QS).⁶ As medidas de diâmetros dos Anéis Mitral e Tricúspide foram realizadas ao modo bidimensional, na protodiástole. Foram utilizados o corte paraesternal em longitudinal eixo longo de VE e via de entrada de VD para medidas dos diâmetros anteroposteriores (mitral e tricúspide, respectivamente), além do corte apical de quatro câmaras para medidas dos diâmetros laterolaterais⁷ (Figura 1). Os diâmetros foram indexados na forma de Z-escore utilizando-se a referência de Boston.⁹⁻¹¹ Os valores de Z escore de Anel Tricúspide (AT) também foram utilizados para classificação do grau de repercussão da CIA em câmaras direitas. Foi calculada a relação MI/CIA a fim de compará-la com a repercussão hemodinâmica. A classificação do tamanho da CIA pelos critérios ecocardiográficos foi realizada por análise subjetiva e Z-escore: CIA pequena: área das câmaras direitas menor que a área das câmaras esquerdas e Z-escore do AT de +2 a +2,5; CIA média: área das câmaras direitas igual à área das câmaras esquerdas e Z escore do AT de +2,5 a +3; CIA grande: área das câmaras direitas maior que a área das câmaras esquerdas e Z-score do AT > +3.

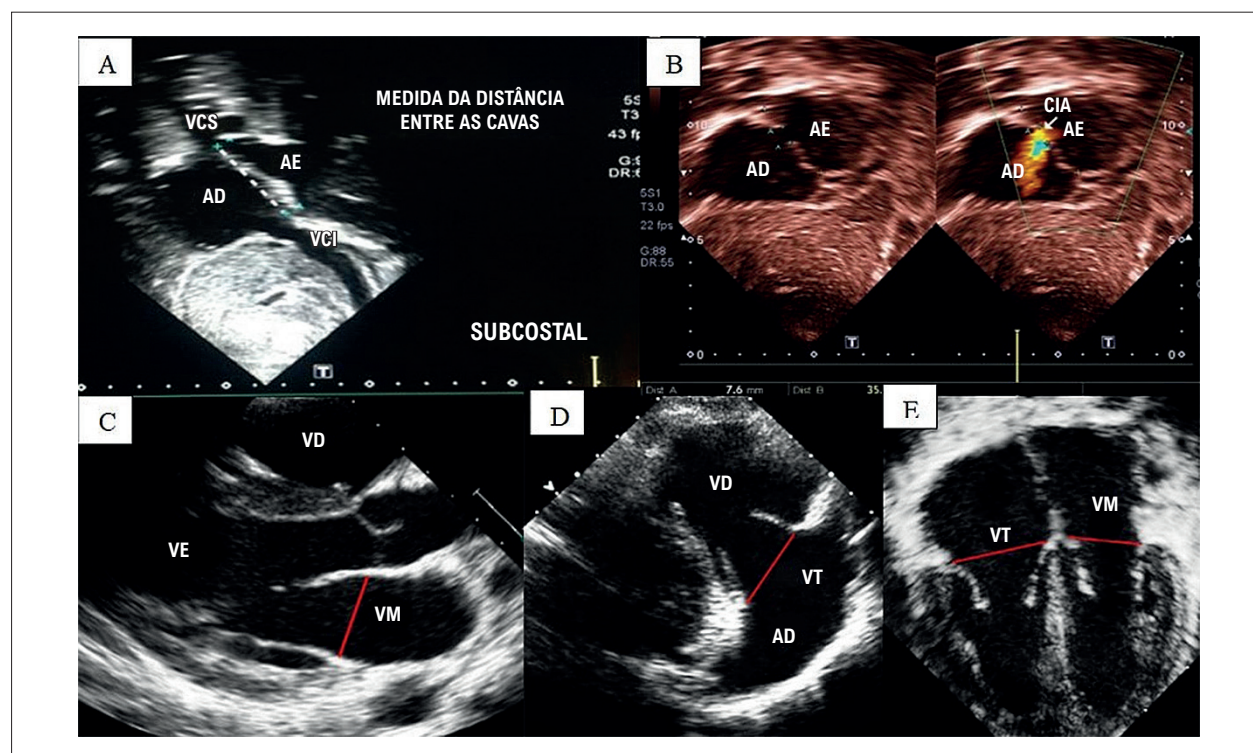


Figura 1 – Medida do septo interatrial, da CIA e anéis mitral e tricúspide ao exame ecocardiográfico. AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; VD: ventrículo direito; CIA: Comunicação Interatrial. VM: valva mitral; VT: valva tricúspide; VCS: veia cava superior; VCI: veia cava inferior.

A avaliação clínica consistiu em exame do sistema cardiovascular orientado quanto aos critérios que permitissem inferir sobre o tamanho da CIA.¹² A classificação quanto ao tamanho da CIA pela avaliação clínica foi feita conforme a Tabela 1 e foi considerada a presença de pelo menos três dos quatro achados para cada coluna.

Análise estatística: A análise estatística foi feita utilizando-se o software *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versão 16.0. Os resultados foram expressos em números e proporções para variáveis categóricas e médias $\pm$ desvio-padrão para variáveis contínuas. A confirmação de distribuição normal das variáveis foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. As proporções foram comparadas por meio do teste de Qui-quadrado ou do teste de Fisher quando apropriado. Para dados contínuos, foi utilizado o teste T de Student não pareado, para duas variáveis ou o teste de ANOVA One-Way, para comparar três ou mais variáveis. O coeficiente de Pearson foi usado para verificar a correlação entre variáveis. A correlação por meio do coeficiente foi considerada muito fraca (0,00–0,20), fraca (0,21–0,40), moderada (0,41–0,60), forte (0,61–0,80) e muito forte (0,81–1,00), seja positiva ou inversa. Foi aplicada a curva de operação característica para avaliar sensibilidade, especificidade, VPP, Valor Preditivo Negativo (VPN) e razão de verossimilhança positiva da relação CIA/septo, considerando-se a magnitude do defeito septal. Um valor- $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Entre os 35 participantes, 24 (69%) eram do sexo feminino. A média de idade foi de $6,3 \pm 3,9$ anos, variando de 0,4 a 17,2 anos. As médias de peso, altura e superfície corporal foram de 21,2 kg, 112 cm e 0,8 m², respectivamente. Comorbidades estavam presentes em 14% dos participantes ($n = 5$), sendo elas: asma (3), síndrome genética em investigação (1) e atraso do desenvolvimento neuropsicomotor em propedêutica (1).

Quanto aos achados ao exame físico, 14 participantes (40%) apresentavam desdobramento fixo de segunda bulha e 5 (14%) sopro diastólico em foco tricúspide. Sopro sistólico em foco pulmonar não foi detectado em 6 participantes, foi de grau II em 16 (46%) e de grau III $\geq$ em 13 (37%). Quanto à impulsão de VD, não foi detectada em 19 (54%) participantes.

Ao exame ecocardiográfico, todos os participantes apresentavam CIA tipo *ostium secundum*. Os dados coletados estão sumarizados na Tabela 2.

Associação e correlação entre variáveis

Na Tabela 3 estão dispostas as comparações entre sinais clínicos e medidas ecocardiográficas. Não houve associação entre sexo e quaisquer variáveis estudadas, sejam clínicas ou ecocardiográficas.

Com relação à classificação clínica da CIA, 12 foram consideradas como pequenas, 18 médias e 5 grandes. A correlação entre a magnitude da CIA pela classificação clínica e os achados ecocardiográficos está sumarizada na Tabela 4.

As relações de diâmetros MI/CIA apresentaram forte correlação inversa com a medida CIA/septo. O coeficiente de Pearson com as medidas anteroposterior e laterolateral foram de -0,80 ($p < 0,001$). Houve forte correlação inversa também com a medida QP/QS, com coeficiente de Pearson de -0,71 ($p < 0,001$) para a medida anteroposterior e de -0,76 ($p < 0,001$) para a medida laterolateral.

A relação entre os diâmetros CIA/septo apresentou forte correlação com a relação QP/QS com coeficiente de Pearson de 0,63 ($p = 0,001$).

Com relação ao tamanho do VD à avaliação subjetiva, 17 participantes apresentaram VD maior que VE, 10 apresentaram tamanho menor e 8 apresentaram câmaras de tamanhos equivalentes. À avaliação do AD, 20 participantes apresentaram AD maior que AE, 8 apresentaram tamanho menor e 7 apresentaram câmaras de tamanhos equivalentes. A comparação e a correlação entre o grau de dilatação de câmaras direitas e as variáveis ecocardiográficas estão demonstradas nas Tabelas 5 e 6.

Considerando-se o Z-escore do AT para classificação do tamanho das CIAs, foram encontradas 25 pequenas, 5 médias e 5 grandes. Tal classificação não apresentou associação com a classificação clínica da CIA nem com a classificação ecocardiográfica, baseada na avaliação subjetiva das câmaras direitas.

Curva de operação característica

Aplicando-se a curva de operação característica, considerando-se a variável estável classificação do Defeito do Septo Atrial segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas, foi obtida a área abaixo da curva de 0,85 para a relação CIA/septo. A curva e os dados com o valor- p e os intervalos de confiança de 95% estão demonstrados na Figura 2. O melhor ponto de corte foi de 0,27, com sensibilidade de 85% e especificidade de 86,7% para diagnóstico de CIA grande. O VPP foi de 76% e o VPN foi de 85,2%. A razão de verossimilhança positiva foi de 6,39.

Tabela 1 – Classificação do tamanho da CIA conforme critérios clínicos

Parâmetro Clínico	Classificação do tamanho		
	Pequena	Média	Grande
Impulsão em BEEI e região subxifóide	Ausente	Presente	Presente
Desdobramento de segunda bulha	Fisiológico	Fixo	Fixo
Sopro sistólico ejetivo em foco pulmonar	Ausente ou grau I/II	Grau II/III	Grau > III/IV
Sopro diastólico em foco tricúspide	Ausente	Ausente	Presente

BEEI: borda esternal esquerda inferior.

Tabela 2 – Medidas e cálculo de relação entre medidas ecocardiográficas

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão
Diâmetro CIA (mm)	13,46	2,70	37,70	8,33
MI / CIA - LL	2,04	0,62	6,30	1,49
MI/CIA - AP	2,00	0,52	6,80	1,48
CIA/septo	0,30	0,06	0,65	0,15
QP/QS	2,56	1,10	4,48	0,99
Diâmetro AT - LL (mm)	23,38	14,40	38,60	5,14
Z-escore AT - LL	+1,40	-1,63	+5,28	1,74
Diâmetro AT - AP (mm)	22,48	10,90	37,40	5,77
Z-escore AT - AP	+1,11	-2,34	+3,76	1,28
Diâmetro AM - LL (mm)	18,18	11,40	25,80	3,41
Z-escore AM - LL	-0,39	-2,34	+2,09	1,15
Diâmetro AM - AP (mm)	17,87	9,80	25,40	3,25
Z-escore AM - AP	-0,07	-1,89	+1,93	0,91

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; MI/CIA: diâmetro anel mitral/diâmetro comunicação interatrial; LL: laterolateral; AP: anteroposterior; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide; AM: anel mitral.

Tabela 3 – Comparação entre parâmetros clínicos e ecocardiográficos

Parâmetro Clínico	Valor-p					Z-escore AT
	MI/CIA – AP	MI/CIA-LL	CIA/septo	QP/QS	TAMANHO CIA ASCD*	
Impulsões de VD	0,028	0,018	0,15	0,35	0,025	0,56
Desdobramento de B2	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	< 0,001	0,12
Sopro sistólico pulmonar	0,015	0,006	0,022	0,037	0,002	0,41
Sopro diastólico tricúspide	0,055	0,045	0,015	0,016	0,29	0,019

* teste de Fisher, demais variáveis com análise pelo teste T de Student não pareado. MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; ASCD: avaliação subjetiva de câmaras direitas; AT: anel tricúspide; VD: ventrículo direito; B2: segunda bulha.

Quanto à variável classificação da CIA segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas, foi obtida a área abaixo da curva de 0,14 para a relação MI/CIA.

Discussão

Os principais achados deste estudo foram a forte correlação inversa entre a relação MI/CIA e a classificação clínica da CIA, e a probabilidade de 6,39 de diagnóstico de CIA grande por meio da relação CIA/septo superior a 0,27, segundo o tamanho subjetivo de câmaras direitas conforme sumarizado na figura central.

A forma universal usada por cardiologistas para classificar o tamanho da CIA é baseada em vários fatores subjetivos clínico-ecocardiográficos. São avaliados a presença de sintomas, as

alterações ao exame físico e os achados do exame ecocardiográfico. Considerando-se que na faixa etária pediátrica há grande variabilidade de valores de superfície corporal, a medida de diâmetro isolada da CIA não é um parâmetro adequado para quantificar a magnitude da lesão. Para essa avaliação, são levados em consideração outros parâmetros, como a relação QP/QS,⁶ a relação de diâmetros CIA/septo interatrial e avaliação do grau de dilatação de câmaras direitas.^{4,5}

Na época do estudo, existia apenas um trabalho¹³ que apresentava valores de normalidade para as medidas lineares e de área de AD e VD, conforme indicadas pela diretriz de medidas de ecocardiograma⁷ para a população pediátrica. Tal estudo teve como limitações ter sido unicêntrico, realizado apenas com população-caucasiana, com idades de 0 a 3 anos. Dessa forma,

Tabela 4 – Correlação entre tamanho da CIA pela classificação clínica e variáveis ecocardiográficas

Variáveis ecocardiográficas	Coefficiente de Pearson	Valor-p
Tamanho CIA: avaliação subjetiva de câmaras direitas	0,52	0,001
Tamanho CIA: avaliação Z-escore AT	0,26	0,13
Z-escore AT anteroposterior	0,34	0,045
Z-escore AT laterolateral	0,34	0,048
CIA/septo	0,56	<0,001
QP/QS	0,62	0,002
MI/CIA anteroposterior	-0,58	<0,001
MI/CIA laterolateral	-0,61	<0,001

CIA: comunicação interatrial; AT: anel tricúspide; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/fluxo sistêmico; MI/CIA: diâmetro anel mitral / diâmetro comunicação interatrial.

o estudo não pôde ser incorporado à prática clínica pois não abrangeu todas as faixas etárias pediátricas. Desde então, surgiram duas novas publicações^{14,15} de valores referências em pediatria. Rajagopal et al., descreveram medidas de área de AD, porém tratou-se de estudo unicêntrico e retrospectivo, cujos resultados ainda não foram incorporados à prática clínica.¹⁴ Gokhroo et al., apresentaram valores de referência para medidas, conforme recomendado pela diretriz, porém o estudo se limitou à faixa etária de 5 a 15 anos.¹⁵ Sendo assim, a avaliação de dilatação de câmaras direitas é feita rotineiramente de forma subjetiva, comparando-se visualmente ao modo bidimensional a área das câmaras direitas com a das câmaras esquerdas no corte apical

quatro câmaras. A relação QP/QS apesar de ser uma medida objetiva, é muito passível de erros e de execução laboriosa.¹⁶

Rao et al., apresentaram o método de classificação da magnitude do *shunt* residual pela CIA após fechamento percutâneo levando em consideração os parâmetros de diâmetro do fluxo maior que 2 mm e medidas de VD com percentil > 95% mas não propuseram classificação da magnitude da lesão em si.¹⁷

Não existem na literatura trabalhos que avaliem a relação CIA/septo para classificação da magnitude da CIA. Lin et al., utilizaram as medidas do Septo Interatrial e da CIA ao modo bidimensional e ao Color com o uso da inteligência artificial em população com idade média de 3 anos, e demonstrou boa acurácia em detectar os defeitos e os casos passíveis de fechamento percutâneo da lesão pelas medidas das bordas livres do septo, entretanto esse estudo não avaliou o grau da repercussão hemodinâmica, classificação do tamanho da lesão nem a necessidade de tratamento.¹⁸ As medidas escolhidas no presente estudo foram as relações MI/CIA e CIA/septo como forma de indexar a medida da CIA a uma estrutura cardíaca e que apresentasse medida de fácil execução. A medida da CIA foi realizada utilizando-se o maior diâmetro linear.

Considerando-se que as lesões podem ser assimétricas, as medidas de diâmetro realizadas podem não refletir necessariamente o maior diâmetro da lesão. A medida mais fidedigna seria o cálculo de área da CIA, que é pelos exames ecocardiográfico 3D e ressonância magnética, porém são exames pouco disponíveis na prática clínica.^{19,20} Dessa maneira, para evitar maiores vieses, as medidas do diâmetro foram realizadas em imagens com boa qualidade técnica, utilizando o mesmo corte subcostal em todos os participantes, sendo este muito parecido com o corte esôfago médio bicaval do exame ecocardiográfico transesofágico, o qual é usado para guiar o fechamento percutâneo da CIA com prótese.⁶ Boon et al., demonstraram que o exame ecocardiográfico 2D é um método confiável para a medida do diâmetro da CIA, especialmente nos casos em que o septo é firme, correspondendo a 85% dos casos de CIA *ostium secundum*.²¹

A medida MI/CIA apresentou forte correlação inversa com a classificação clínica da CIA e com a classificação pela avaliação

Tabela 5 – Comparação entre grau de dilatação de câmaras direitas segundo avaliação subjetiva e variáveis ecocardiográficas

Variáveis	Grau de dilatação de câmaras direitas						Valor-p (ANOVA)
	Leve	Desvio-padrão	Moderada	Desvio-padrão	Importante	Desvio-padrão	
Diâmetro CIA (mm)	5,15	2,27	11,8	6,12	17,37	8,01	0,001
MI/CIA-AP	4,07	1,69	1,78	0,84	1,24	0,48	< 0,001
MI/CIA-LL	4,15	1,58	1,86	0,85	1,25	0,52	< 0,001
CIA/septo	0,13	0,06	0,29	0,14	0,36	0,13	< 0,001
QP/QS	1,19	0,10	2,45	0,93	3,05	0,84	0,007
Z-escore AT-AP	-0,17	0,00	+1,00	1,28	+1,66	1,04	0,001
Z-escore AT-LL	-0,04	1,30	+1,17	0,75	+2,06	1,81	0,01

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide.

Tabela 6 – Correlação entre grau de dilatação de câmaras direitas segundo avaliação subjetiva e variáveis ecocardiográficas

Variáveis	Coefficiente de Pearson	Valor-p
Diâmetro CIA (mm)	0,61/0,66 AD/VD	<0,001 AD/VD
MI/CIA-AP	-0,75	<0,001
MI/CIA-LL	-0,77	<0,001
CIA/septo	0,62	<0,001
QP/QS	0,61	0,002
Z-escore AT-AP	0,58	<0,001
Z-escore AT-LL	0,50	0,002

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide.

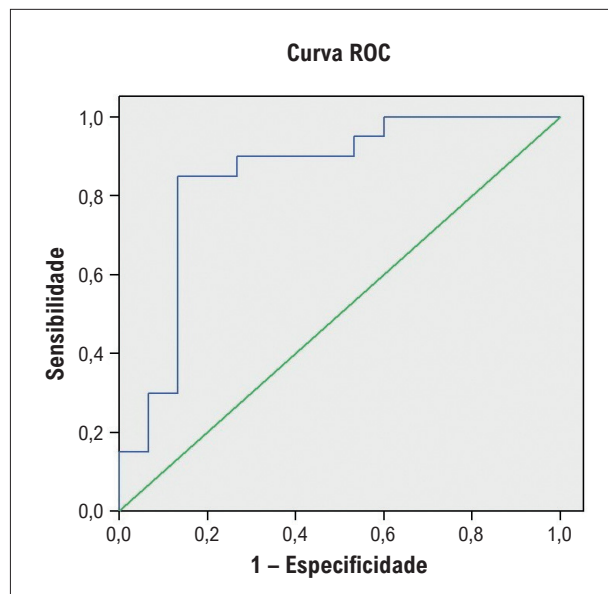


Figura 2 – Curva de operação característica para a relação CIA/septo considerando-se a variável estável classificação do defeito do septo atrial segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas. ROC: curva de operação característica.

subjetiva de câmaras direitas. Apesar disso, não foi possível delimitar pontos de corte dessa variável para classificação do tamanho do defeito. Embora seja intuitivo imaginar que quanto menor a relação, maior o déficit de enchimento do VE e de desenvolvimento do anel mitral, pode-se especular que tal relação não seja tão linear com o tamanho da CIA a ponto de permitir qualificação assertiva de tamanho.

A medida CIA/septo apresentou moderada correlação com a classificação clínica da CIA e forte correlação com a classificação

pela avaliação subjetiva de câmaras direitas. Não foi possível delimitar pontos de corte para classificação da magnitude da CIA considerando-se a sua classificação clínica. Tal achado talvez possa ser explicado pelo pequeno número de CIAs grandes classificadas pelo método clínico. Foi encontrado ponto de corte para a relação CIA/septo de 0,27 para identificação das CIAs grandes em comparação com a avaliação subjetiva do tamanho das câmaras direitas. O mesmo não foi possível para a CIAs médias, talvez também pelo pequeno número de participantes com CIA média segundo a classificação pela avaliação subjetiva de câmaras direitas.

No que se refere à relação QP/QS, é um dos parâmetros utilizados nas diretrizes para indicação de fechamento da CIA na população adulta.²² Apresentou forte correlação com as medidas MI/CIA, CIA/septo e com a classificação clínica e ecocardiográfica da CIA pela avaliação subjetiva de câmaras direitas. Pode apresentar grande variabilidade^{3,4} devido ao próprio modo de cálculo da relação, pois são necessárias quatro medidas para sua realização, sendo elas o raio e a integral velocidade-tempo de via de saída de VD e VE. O erro em qualquer uma das quatro medidas pode alterar o valor final da relação. Além disso, a medida do raio é elevada ao quadrado, o que faz com que um erro na medida do raio se eleve ao quadrado no cálculo.¹⁶ Faherty et al., correlacionaram os valores de cálculo de QP/QS ao ecocardiograma com aqueles obtidos pela oximetria ao cateterismo em pacientes com CIA *ostium secundum* hemodinamicamente significativos e encontraram fraca correlação entre os métodos, sendo que o método ecocardiográfico tende a superestimar os valores obtidos à oximetria.²³

Na prática clínica, é comum a repetição da medida quando o ecocardiografista encontra valor que julgue não ser compatível com os demais achados. Sendo assim, o modo de fazer tal medida apresenta um viés subjetivo. No protocolo de coleta dos dados do estudo, não foi limitado o número de repetições de medidas para o cálculo da relação QP/QS, ficando a critério do ecocardiografista escolher o valor do cálculo que julgasse ser mais fidedigno. Esse viés de subjetividade pode ter contribuído para o achado de uma forte correlação dessa medida com as demais variáveis estudadas.

A medida de Z-escore de AT apresentou fraca correlação com a classificação clínica da CIA e moderada correlação com a classificação baseada na avaliação subjetiva de câmaras direitas. Uma explicação para tais achados pode ser a falta de normalização dos valores de referência de Z-escore para medidas de AT na literatura. Apesar da padronização do modo de medida dos estudos mais recentes e de seu maior número amostral se comparados com estudos mais antigos,²⁴⁻²⁶ ainda existem diferenças entre os nomogramas, que resultam em Z-escores muito discordantes entre si. Os estudos apresentam diferenças entre si como fórmula de superfície corporal utilizada, diferenciação ou não entre os sexos, faixa de idade utilizada, variabilidade intraobservador e interobservador.²⁷ Snyder et al., demonstraram não haver uma relação linear forte entre o volume de VD à ressonância magnética cardíaca e o Z-escore da valva tricúspide ao exame ecocardiográfico em pacientes em pós-operatório tardio de Tetralogia de Fallot. Entre os pacientes com dilatação de VD à ressonância, a medida de Z-escore do AT ao exame

ecocardiográfico apresentou uma sensibilidade de 45% para identificar dilatação, com Z-escore $> +2$.²⁸ No presente estudo, foi observado Z-escore de diâmetro de valva tricúspide na faixa de normalidade apesar de VD dilatado à avaliação bidimensional em comparação ao VE em alguns participantes.

A classificação da magnitude da CIA pelo valor de Z-escore do AT conforme descrita na metodologia não se associou a nenhum dos parâmetros pesquisados ao exame físico e consequentemente à classificação clínica da CIA, bem como não se associou à classificação da CIA segundo avaliação subjetiva de câmaras direitas. Além da variabilidade de valores de normalidade de Z-escore na população pediátrica já citada, deve-se considerar a escolha da faixa de Z-escore utilizada para a classificação. No estudo, não foram comparadas diferentes faixas de Z-escore e avaliada a associação de cada uma delas aos outros métodos de classificação da magnitude da CIA.

Muitos dos resultados encontrados no estudo estão de acordo com os dados de literatura. Dentre eles, a frequência dos achados ao exame físico e proporção entre os sexos.

A frequência foi maior no sexo feminino, numa proporção de 2,2:1, muito próxima da descrita na literatura de 2:1.² Os percentuais encontrados de desdobramento amplo e fixo de B2, sopro sistólico em foco pulmonar e sopro diastólico em foco tricúspide foram 66%, 83% e 15%, respectivamente, similares aos valores descritos na literatura de 66%, 90% e 12%, respectivamente.²⁹ Com relação a impulsões de VD, a presença e intensidade de tal achado depende muito do biotipo do paciente.

O tipo de CIA mais frequentemente encontrado é o *ostium secundum*, responsável por cerca de 85% dos casos.³⁰ No estudo, foi o único tipo encontrado, achado esse que pode ser explicado pelo pequeno tamanho da amostra.

Dentre os parâmetros pesquisados pelo exame físico, todos se associaram à classificação subjetiva de câmaras direitas, exceto o sopro diastólico em foco tricúspide. Tal fato pode ser explicado pela baixa sensibilidade desse parâmetro para o diagnóstico da CIA.²⁹

Limitações

Este estudo apresenta algumas limitações por ser unicêntrico, transversal, com pequeno tamanho amostral e grande desvio-padrão de idade. Além disso, as variabilidades intraobservador e interobservador referentes ao método clínico e ao exame ecocardiográfico não puderam ser avaliadas, porém houve treinamento prévio da equipe com relação ao protocolo de medidas. Não foi utilizado teste

post hoc para se verificar as diferenças significativas entre as medidas dos parâmetros ecocardiográficos e a avaliação subjetiva da dilatação das câmaras direitas.

Conclusões

As medidas MI/CIA e CIA/septo apresentaram associação com a classificação da CIA quanto a sua magnitude com relação aos parâmetros clínicos e avaliação subjetiva do tamanho de câmaras direitas ao ecocardiograma. A medida da relação CIA/septo acima de 0,27 mostrou ser útil na identificação de CIA grande com base na dilatação subjetiva de câmaras direitas, o que não foi encontrado nas CIAs pequena e média. Não foi possível delimitar pontos de corte da medida MI/CIA para classificar a CIA quanto a sua magnitude. A medida de Z-escore do AT não foi bom parâmetro para classificar a magnitude da CIA.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Tonelli HAF; obtenção de dados: Ribeiro LC, Tonelli HAF, Araújo FDR, Furletti A, Meira ZMA, Castilho SRT, Valadares LC, Conde AA; análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Ribeiro LC; análise estatística: Silva RMFL; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Silva RMFL, Tonelli HAF.

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

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Livia de Castro Ribeiro pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFMG sob o número de protocolo 53353116.3.0000.5149. 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. Liu Y, Chen S, Zühlke L, Black GC, Choy MK, Li N, et al. Global Birth Prevalence of Congenital Heart Defects 1970-2017: Updated Systematic Review and Meta-Analysis of 260 Studies. *Int J Epidemiol*. 2019;48(2):455-63. doi: 10.1093/ije/dyz009.
2. Engelfriet P, Mulder BJ. Gender Differences in Adult Congenital Heart Disease. *Neth Heart J*. 2009;17(11):414-7. doi: 10.1007/BF03086294.
3. Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M, Waggoner A, Zoghbi WA; Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. Recommendations for Quantification of Doppler Echocardiography: A Report from the Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002;15(2):167-84. doi: 10.1067/mje.2002.120202.
4. Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. Anomalies of the Atrium Septum. *Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009.

5. Anderson RH, Baker EI, Penny D, Redington AN, Rigby ML, Wernovsky G. Interatrial Communications. *Paediatric Cardiology*. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2010. p. 523-46.
6. Silvestry FE, Cohen MS, Arnsby LB, Burkule NJ, Fleishman CE, Hijazi ZM, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(8):910-58. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.015.
7. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, Ensing GJ, Kendall K, Younoszai AK, et al. Recommendations for Quantification Methods During the Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):465-95. doi: 10.1016/j.echo.2010.03.019.
8. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo 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.
9. zscore.chboston.org [Internet]. Boston: Boston Children's Hospital; 2023 [cited 2025 Mar 7]. Available from: <https://zscore.chboston.org/>.
10. Sluysmans T, Colan SD. Structural Measurements and Adjustments for Growth. In: Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. *Anomalies of the Atrium Septum. Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009. p.158-74.
11. Colan SD. Normal Echocardiographic Values for Cardiovascular Structures. In: Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. *Anomalies of the Atrium Septum. Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009. p. 765-85.
12. Sachdeva, R. Atrial septal defect. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. *Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents: Including the Fetus and Young Adult*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2016. p. 739-56.
13. Cantinotti M, Scalese M, Murzi B, Assanta N, Spadoni I, De Lucia V, et al. Echocardiographic Nomograms for Chamber Diameters and Areas in Caucasian Children. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(12):1279-92.e2. doi: 10.1016/j.echo.2014.08.005.
14. Rajagopal H, Uppu SC, Weigand J, Lee S, Karnik R, Ko H, et al. Validation of Right Atrial Area as a Measure of Right Atrial Size and Normal Values of in Healthy Pediatric Population by Two-Dimensional Echocardiography. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(5):892-901. doi: 10.1007/s00246-018-1838-3.
15. Gokhroo RK, Anantharaj A, Bisht D, Kishor K, Plakkal N, Aghoram R, et al. A Pediatric Echocardiographic Z-Score Nomogram for a Developing Country: Indian Pediatric Echocardiography Study - The Z-score. *Ann Pediatr Cardiol*. 2017;10(1):31-8. doi: 10.4103/0974-2069.197053.
16. Otto CM. *Cardiopatas Congênitas em Adultos: Fundamentos de Ecocardiografia Clínica*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
17. Rao PS. Role of Echocardiography in the Diagnosis and Interventional Management of Atrial Septal Defects. *Diagnostics*. 2022;12(6):1494. doi: 10.3390/diagnostics12061494.
18. Lin X, Yang F, Chen Y, Chen X, Wang W, Li W, et al. Echocardiography-Based AI for Detection and Quantification of Atrial Septal Defect. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:985657. doi: 10.3389/fcvm.2023.985657.
19. Mweri ST, Deng Y, Cheng P, Lin H, Wang H, Mwangi OB, et al. Evaluation of Atrial Septal Defect Using Real-Time Three-Dimensional Echocardiography: Comparison with Surgical Findings. *J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci*. 2009;29(2):257-9. doi: 10.1007/s11596-009-0225-y.
20. Beerbaum P, Körperich H, Esdorn H, Blanz U, Barth P, Hartmann J, et al. Atrial Septal Defects in Pediatric Patients: Noninvasive Sizing with Cardiovascular MR Imaging. *Radiology*. 2003;228(2):361-9. doi: 10.1148/radiol.2282020798.
21. Boon I, Vertongen K, Paelinck BP, Demulier L, van Berendonck A, Maeyer C, et al. How to Size ASDs for Percutaneous Closure. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(1):168-75. doi: 10.1007/s00246-017-1743-1.
22. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, et al. 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;139(14):e698-e800. doi: 10.1161/CIR.0000000000000603.
23. Faherty E, Rajagopal H, Lee S, Love B, Srivastava S, Parness IA, et al. Correlation of Transthoracic Echocardiography-Derived Pulmonary to Systemic Flow Ratio with Hemodynamically Estimated Left to Right Shunt in Atrial Septal Defects. *Ann Pediatr Cardiol*. 2022;15(1):20-6. doi: 10.4103/apc.apc_139_21.
24. Sluysmans T, Colan SD. Theoretical and Empirical Derivation of Cardiovascular Allometric Relationships in Children. *J Appl Physiol*. 2005;99(2):445-57. doi: 10.1152/japplphysiol.01144.2004.
25. Zilberman MV, Khoury PR, Kimball RT. Two-Dimensional Echocardiographic Valve Measurements in Healthy Children: Gender-Specific Differences. *Pediatr Cardiol*. 2005;26(4):356-60. doi: 10.1007/s00246-004-0736-z.
26. Pettersen MD, Du W, Skeens ME, Humes RA. Regression Equations for Calculation of z Scores of Cardiac Structures in a Large Cohort of Healthy Infants, Children, and Adolescents: An Echocardiographic Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(8):922-34. doi: 10.1016/j.echo.2008.02.006.
27. Cantinotti M, Scalese M, Molinaro S, Murzi B, Passino C. Limitations of Current Echocardiographic Nomograms for Left Ventricular, Valvular, and Arterial Dimensions in Children: A Critical Review. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(2):142-52. doi: 10.1016/j.echo.2011.10.016.
28. Snyder K, Drant S, Carris E, Christopher A, Allada V. Tricuspid Valve Size Relationship to Right Ventricular Volume in Post-Operative Tetralogy of Fallot Patients. *Pediatr Cardiol*. 2022;43(4):887-93. doi: 10.1007/s00246-021-02800-0.
29. Ceggel RL. Clinical Detection of Hemodynamically Significant Isolated Secundum Atrial Septal Defect. *J Pediatr*. 2017;190:261-4.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.07.037.
30. Naqvi N, McCarthy KP, Ho SY. Anatomy of the Atrial Septum and Interatrial Communications. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 24):2837-47. doi: 10.21037/jtd.2018.02.18.



Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico

The Impact of Anxiety on Patients Referred for Transesophageal Echocardiography

João Afonso Astolfi Martins,¹ Amanda de Vasconcelos Eng,¹ Edgar Lira Filho,¹ Claudio Henrique Fischer,¹ Claudia Gianini Monaco,¹ Alessandra Joslin Oliveira,¹ Fernando Rodrigues da Camara Oliveira,¹ Marcelo Luiz Campos Vieira,¹ Samira Saady Morhy,¹ Ana Clara Tude Rodrigues¹
Hospital Israelita Albert Einstein,¹ São Paulo, SP – Brasil

Resumo

Fundamento: A ansiedade é um fator importante para experiência do paciente durante procedimentos médicos. O ecocardiograma transesofágico (ETE) é um exame que necessita sedação, podendo exacerbar a ansiedade e influenciar sua prática.

Objetivo: Verificar variáveis que influenciam o grau de ansiedade experienciado por pacientes submetidos ao ETE e sua correlação com a sedação.

Metodologia: Avaliamos pacientes encaminhados para ETE, de ambos os sexos e idade > 18 anos. Foi administrado um questionário de ansiedade (nenhuma, leve, moderada e alta) e coletados dados demográficos, clínicos e fisiológicos. Para efeito de comparação, os pacientes foram divididos em dois grupos: sem ansiedade/ansiedade leve e ansiedade moderada/severa.

Resultados: Estudamos 63 pacientes, 41 (66%) do sexo masculino, a maioria brancos (87,3%), com idade de $52,5 \pm 14,7$ anos. Somente 35% dos pacientes apresentavam comorbidades, sendo a mais frequente hipertensão arterial (63,6%), e 70% dos pacientes realizavam o ETE pela primeira vez. A principal indicação para sua realização foi valvopatia (30%). A maior parte dos pacientes (62%) apresentava algum grau de ansiedade: 25 (40%) apresentavam ansiedade leve, 10 (16%) moderada e 4 (6%) de alto grau. Pacientes com ansiedade moderada/severa ($p = 0,03$) e pacientes mais jovens ($p = 0,001$) necessitaram maior dose de midazolam para sedação.

Conclusão: A ansiedade em pacientes referendados para ETE é comum e parece ser menos influenciada por variáveis clínicas. Porém, concluiu-se que pacientes mais ansiosos e mais jovens necessitam de maior quantidade de sedação.

Palavras-chave: Ecocardiograma; Ansiedade; Sedação Consciente.

Abstract

Background: Anxiety is an important factor that influences patient experience during medical procedures. Transesophageal echocardiography (TEE) is an exam that requires sedation, which can exacerbate anxiety and affect its practice.

Objective: To assess variables that influence the degree of anxiety experienced by patients undergoing TEE and its correlation with sedation.

Methods: We assessed patients of both sexes, age > 18 years, referred for TEE. We applied an anxiety questionnaire (none, mild, moderate, and high) and collected demographic, clinical, and physiological data. For comparison purposes, patients were divided into the following 2 groups: no/mild anxiety and moderate/severe anxiety.

Results: We studied 63 patients, 41 (66%) of whom were male. The majority were White (87.3%), and the mean age was 52.5 ± 14.7 years. Only 35% of patients had comorbidities, the most frequent being hypertension (63.6%), and 70% patients were undergoing TEE for the first time. The main indication for TEE was valvular disease (30%). The majority of patients (62%) reported some degree of anxiety, as follows: 25 (40%) mild, 10 (16%) moderate, and 4 (6%) severe. Patients with moderate/severe anxiety ($p = 0.03$) and younger patients ($p = 0.001$) required higher doses of midazolam for sedation.

Conclusion: Anxiety was common in patients referred for TEE, and it appeared to be less influenced by clinical variables. However, we concluded that more anxious and younger patients required higher doses of sedation.

Keywords: Echocardiography; Anxiety; Conscious Sedation.

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

Correspondência: João Afonso Astolfi Martins •

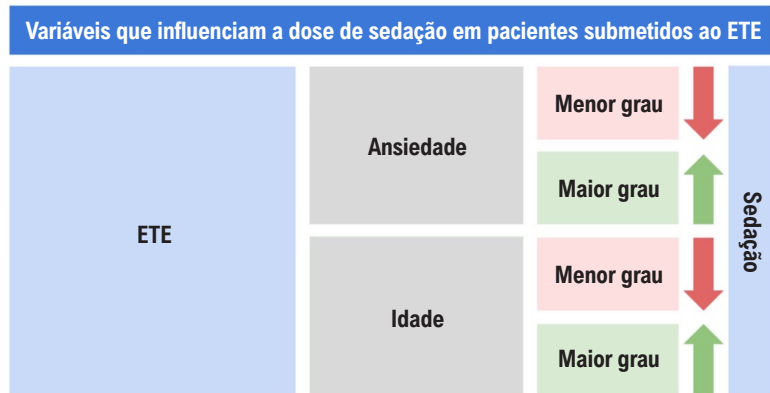
Hospital Israelita Albert Einstein. Avenida Albert Einstein, 627. CEP: 05652-900. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: astolfimartins@gmail.com

Manuscrito recebido em 04/02/2025; revisado em 18/02/2025; aprovado em 10/03/2025.

Editor responsável pela revisão: Maria Otto

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250005>

Figura Central: Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico

Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250005

ETE: ecocardiograma transesofágico.

Introdução

O ecocardiograma transesofágico (ETE) é uma ferramenta de ampla utilização na área da cardiologia; em função da proximidade anatômica entre o coração e o esôfago, ele permite a avaliação de alterações cardíacas funcionais e/ou estruturais com elevada acurácia,¹ tais como valvopatias, trombos e massas, aortopatias, entre outras doenças.² O exame é considerado semi-invasivo, pois requer a introdução de uma sonda esofágica; para proporcionar conforto ao paciente, é realizada sedação leve ou moderada,³ geralmente com uso de benzodiazepínicos (midazolam) em combinação com um opioide (fentanil). É importante ressaltar que o exame não é isento de riscos, sendo estes muitas vezes associados à própria sedação. As complicações mais comuns incluem a hipoventilação, a hipoxemia⁴ e hipotensão.⁵ Adicionalmente, alguns fatores associados ao paciente ou ao exame poderiam contribuir para a aumentar o grau de ansiedade relacionado a procedimentos médicos; etnias não brancas,⁶ sexo feminino⁷ e histórico de doenças crônicas⁷ têm sido relacionados ao desenvolvimento de ansiedade na população geral. Maior grau de ansiedade também tem sido relacionado à duração prolongada de procedimentos médicos e eventual utilização de maior dose de sedativos;⁸ seria importante, portanto, definir fatores que pudessem influenciar o grau de ansiedade relacionado ao ETE e seu impacto sobre a sedação, para assim otimizar a condução do paciente durante este exame.

Objetivos

Os objetivos deste estudo são: verificar a prevalência de ansiedade relacionada ao ETE, avaliar os fatores relacionados ao exame e/ou ao paciente que poderiam influenciar no grau de ansiedade experienciado pelos pacientes e checar se a quantidade de anestésico administrada durante o procedimento poderia se correlacionar com o grau de ansiedade e/ou outras variáveis clínicas.

Metodologia

Pacientes

Foram avaliados prospectivamente pacientes com idade maior que 18 anos, de ambos os sexos, referendados para ETE ambulatorialmente ou pacientes internados em um hospital terciário na Zona Sul da cidade de São Paulo. Foram incluídos somente aqueles que forneceram consentimento informado por escrito via Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Em relação aos critérios de exclusão, foram excluídos pacientes com contraindicação para realização do ETE, pacientes com cognição diminuída e pacientes que necessitavam sedação com acompanhamento do anestesiológico.

ETE e sedação

Após o exame transtorácico de rotina, era realizado o ETE da maneira habitual, com a sedação prescrita e sob orientação do médico cardiologista ecocardiografista responsável pela realização do exame. Após a anestesia orofaríngea com lidocaína spray, com o paciente em decúbito lateral esquerdo, era realizada a sedação com fentanil endovenosa (50 ou 100 mcg), seguida de midazolam em dose iniciais de 1 a 2 mg endovenosa, com doses adicionais de 1 mg sendo administradas para sedação consciente. Se necessário, doses adicionais de midazolam poderiam ser administradas para a continuidade do exame.⁹

Questionário de ansiedade

Um miniququestionário para avaliação do grau de ansiedade, adaptado de Cao,¹⁰ consistindo em uma escala visual simples de autoavaliação, era utilizado para analisar o nível de ansiedade de cada participante

Artigo Original

do estudo. O paciente assinava, entre desenhos faciais mostrando diferentes graus de ansiedade, aquele que descrevia o estado de ansiedade no momento (Figura 1). Para fins comparativos, os pacientes foram divididos em dois grupos, sendo um com pacientes sem ansiedade/ansiedade leve, e o outro com moderado/alto grau de ansiedade.

Variáveis clínicas

Dados como pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e oximetria foram anotados, bem como a presença de comorbidades (diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e outras), uso de ansiolíticos de rotina e a indicação do exame.

Análise estatística

As variáveis foram descritas a partir das frequências absolutas e relativas, médias e desvios padrão ou medianas e quartis. As comparações das características dos pacientes com o nível de ansiedade foram realizadas a partir de testes t de Student ou testes de Mann-Whitney para variáveis quantitativas, de acordo com a sua distribuição, e pelos testes qui-quadrado ou exato de Fisher para variáveis qualitativas. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para correlacionar as variáveis com a dose de sedativo, usamos a correlação de Pearson ou Spearman, conforme apropriado. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico SPSS, versão 26.0. Os dados do estudo foram inseridos em plataforma de armazenamento de dados dedicada à pesquisa REDCap para análise posterior.¹¹ Este trabalho faz parte de um estudo direcionado para avaliar a musicoterapia como medida adjunta à sedação em pacientes referendados ao ETE. O estudo foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa do serviço.

Resultados

Foram avaliados 65 pacientes, sendo 2 deles excluídos (um por recusa em participar, outro por contraindicação ao ETE), restando 63 pacientes que preencheram os critérios de inclusão e assinaram o TCLE. A maior parte

dos pacientes era do sexo masculino (65%), com idade média de 52 ± 14 anos e majoritariamente brancos (87%). A maioria dos pacientes apresentava grau de escolaridade completo (95%). Em relação à procedência dos pacientes, somente 11 estavam internados no momento do exame, enquanto o restante realizava o exame ambulatorialmente. Comorbidades não foram frequentes (35% dos pacientes), sendo a mais frequente a hipertensão arterial sistêmica. Para 66% dos pacientes, foi a primeira vez que o exame era realizado. Em 24%, era a segunda vez e somente 10% haviam realizado mais de 2 exames. Entre as indicações, valvopatia foi a mais frequente (30%), seguida de acidente vascular cerebral (20%), arritmias (13%) e suspeita de endocardite (9,5%). Outras indicações menos frequentes foram investigação de forame oval patente, massas cardíacas e avaliação da aorta. Quando perguntados, quase a totalidade dos pacientes (95%) confirmou ter recebido instruções detalhadas sobre o exame, inclusive sobre as complicações. Nenhum paciente dos que haviam realizado exame anteriormente referiu experiência prévia negativa com ETE, e somente 11% usavam ansiolítico de rotina. As características dos pacientes estão expostas na Tabela 1.

Grau de ansiedade e influência das variáveis relacionadas ao paciente

Em relação ao grau de ansiedade, a maior parte dos pacientes (62%) encontrava-se ansiosa pré-procedimento, sendo que destes 40% apresentava ansiedade leve, 16% moderada e 6% elevado grau de ansiedade (Figura 2). Não observamos correlação entre variáveis demográficas (sexo, idade e etnia), grau de escolaridade, indicação do exame, uso de ansiolítico de rotina ou procedência do paciente com a presença de ansiedade antes do ETE.

Comparação entre a dose de sedativo utilizada, o grau de ansiedade e as variáveis relacionadas ao exame

A dose média de fentanil foi $55,5 \pm 17,6$ mcg. A dose média inicial de midazolam foi de $4,8 \pm 2,2$ mg e a de midazolam adicional foi de $1,32 \pm 1,6$ mg. As doses de midazolam necessárias para sedação foram semelhantes para homens e mulheres. Também não se observou diferença entre a dose de midazolam e o

QUESTIONÁRIO DE ANSIEDADE				
P: Como o Sr/Sra descreveria seu estado atual de ansiedade?				
Nível de ansiedade	NENHUMA	LEVE	MODERADA	ALTA
				
Assinale com X:				

Figura 1 – Questionário de ansiedade

Tabela 1 – Caracterização dos pacientes referendados ao ETE (n = 63)

Característica	Média ± desvio padrão ou n (%)
Idade (anos)	52,5 ± 14,8
Peso (kg)	77,8 ± 15,3
Altura (cm)	172,2 ± 8,9
Índice de massa corpórea (kg/m ²)	26,1 ± 3,9
Sexo masculino	41 (65)
Etnia Branca	55 (87,3)
Etnia Parda	8 (12,7)
Grau de escolaridade - completo	58 (92)
Paciente internado	11 (17,5)
Paciente ambulatorial	52 (82,5)
Sem comorbidades	41 (65)
Hipertensão arterial sistêmica	14 (22,2)
Obesidade	6 (9,5)
Diabetes mellitus	1 (1,5)

grau de escolaridade ou etnia. Por outro lado, pacientes portadores de comorbidades necessitaram de menores doses de midazolam para sedação ($p = 0,04$), enquanto pacientes ambulatoriais necessitaram de maiores doses deste sedativo quando comparados a pacientes internados ($p = 0,01$). Na Figura 3 apresentamos estes resultados.

Em relação à dose utilizada de sedativo, ao compararmos os subgrupos de pacientes sem ansiedade/ansiedade leve com pacientes com ansiedade moderada/elevada, observou-se diferença significativa somente para a dose adicional de midazolam necessária para sedação ($p = 0,03$). Pacientes com graus de ansiedade moderado/elevado utilizaram maior quantidade adicional de midazolam (2 mg [2 a 3 mg]) em relação àqueles com ansiedade leve/sem ansiedade (1,5 mg [1 a 2 mg]), como representado na Figura 4. Não houve diferença entre o grau de ansiedade e variáveis como orientações recebidas, a indicação do exame, uso de ansiolítico de rotina ou o número de exames transesofágicos realizados previamente. Somente 2 pacientes necessitaram anestesia para completar o procedimento, não havendo, portanto, diferença entre os grupos para esta variável.

Correlação entre as variáveis sociodemográficas e a dose de anestésico administrada

As variáveis que apresentaram correlação significativa com a dose total de midazolam foram a idade, com correlação moderada negativa ($r = -0,41$, $p = 0,001$), a oximetria, com correlação positiva moderada ($r = 0,39$) e a frequência respiratória, com correlação negativa discreta ($r = -0,28$). A Tabela 2 apresenta os dados descritos.

Discussão

O ETE é uma ferramenta muito usada na área da cardiologia; trata-se de uma técnica semi-invasiva, já que requer a introdução de uma sonda esofágica. Para proporcionar conforto ao paciente, é frequentemente acompanhada de sedação leve ou moderada, geralmente com uso de benzodiazepínicos (midazolam) em combinação com um opioide (fentanil). O ETE não é isento de riscos, muitas vezes associados à própria sedação, sendo as complicações mais comuns hipoventilação, hipoxemia e hipotensão. Sabe-se que a ansiedade experienciada pelo paciente é um fator determinante para dificuldades adicionais na realização de procedimentos, exigindo da equipe maiores habilidades de manejo e maior tempo para execução do procedimento.¹² Ademais, além das dificuldades técnicas resultantes, a ansiedade poderia contribuir para uma experiência negativa do paciente durante o procedimento. A qualidade do exame está também diretamente relacionada à qualidade da sedação realizada. Nesse sentido, quando avaliamos a relação entre fatores relacionados ao exame/paciente e o grau de ansiedade referido, observamos que a dose necessária para sedação foi maior para pacientes de origem ambulatorial quando em comparação com pacientes internados. Uma possível explicação seria a exposição ao meio hospitalar, estranho ao paciente, trazendo maior ansiedade, enquanto pacientes internados, além de já estarem previamente expostos ao ambiente, muitas vezes estão em uso de medicações sedativas. Notamos ainda que pacientes com comorbidades necessitam de doses menores de sedação quando comparados com pacientes sem comorbidades. Em pacientes referendados para procedimentos endoscópicos, foi observado que aqueles com maior classificação da Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA) para risco cirúrgico em anestesia necessitam de menor quantidade de sedação. Como o grau ASA aumenta conforme o número de comorbidades apresentado, isso poderia explicar a correlação com as comorbidades encontrada em nosso estudo.¹²

Sabemos que etnias não brancas,⁶ sexo feminino e histórico de doenças crônicas⁷ são fatores de risco para desenvolvimento de ansiedade. No entanto, neste estudo, não observamos correlação entre ansiedade e essas variáveis. Uma das possíveis explicações para a ausência de correlação é que a ansiedade no contexto social apresenta diferentes fatores de risco em comparação à ansiedade relacionada a um exame médico, como no caso do ETE. Além disso, outros autores, ao estudarem pacientes referendados a procedimentos endoscópicos (que se assemelham ao ETE), também não mostraram a correlação do sexo com ansiedade.⁸

No que tange à correlação entre as variáveis e as doses de sedativos, observamos que a idade apresentou coeficiente de correlação negativo, ou seja, quanto mais jovem, maior a dose de midazolam necessária para sedação, achado este já reportado na literatura.⁸ Além disso, sabe-se que idosos apresentam maior sensibilidade ao uso de drogas devido a alterações farmacocinéticas e farmacodinâmicas decorrentes da idade¹³ e, consequentemente, maiores

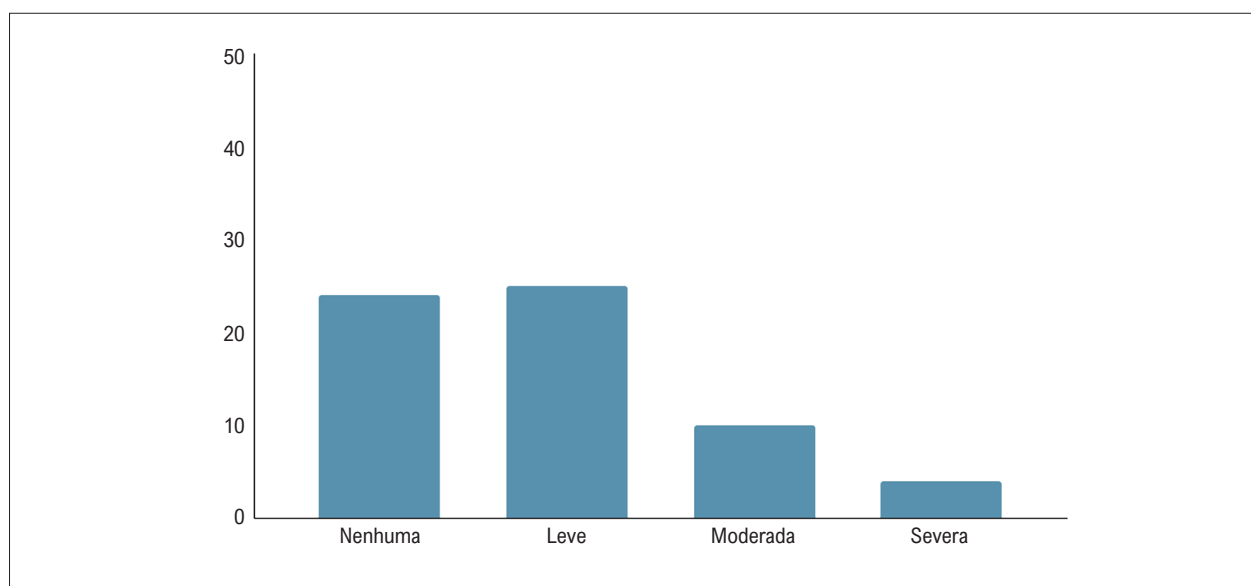


Figura 2 – Grau de ansiedade em pacientes referendados para ETE (n = 63)

Tabela 2 – Correlação entre características dos pacientes e dose total de midazolam (n = 63)

Variável	r	p
Idade (anos)	-0,41	0,001
Peso (kg)	-0,009	0,942
Altura (cm)	-0,20	0,114
IMC (kg/m ²)	-0,15	0,223
Pressão arterial sistólica (mmHg)	-0,07	0,574
Pressão arterial diastólica (mmHg)	0,11	0,356
Frequência cardíaca (bpm)	0,06	0,592
Frequência respiratória (ipm)	-0,28	0,026
Oximetria (%)	0,39	0,001

IMC: índice de massa corpórea.

efeitos adversos com o uso da sedação. Desta forma, como a sensibilidade do idoso é maior, já era esperado que o médico responsável pela sedação fosse mais cauteloso, administrando menor dose de sedativo.

Por fim, em relação à ansiedade e dose de anestésicos administrada, observamos que a dose adicional de midazolam foi maior em pacientes com graus de ansiedade moderado/alto ($p = 0,033$). Embora alguns autores tenham relatado ausência de correlação entre o grau de ansiedade pré-procedimento e a dose de sedativo utilizada,¹⁴ semelhante aos nossos achados, outros estudos mostraram que a dose de anestésico necessária para a realização do procedimento pode aumentar de acordo com o grau de

ansiedade.¹⁵ Uma possível explicação seria uma maior ativação do neuroeixo pela liberação aumentada de hormônio adrenocorticotrófico e corticoides em pacientes ansiosos,¹⁶ necessitando assim doses maiores de anestésico para atingir o mesmo grau de sedação que pacientes não ansiosos, para o mesmo procedimento.¹⁴

Limitações

A principal limitação inerente ao estudo deve ser apontada: a amostra estudada é pequena, restringindo a possível influência de alguns fatores, como sexo ou etnia, sobre o grau de ansiedade apresentado. No entanto, conseguimos identificar outros fatores que foram significativamente relacionados ao grau de ansiedade, mesmo com a amostra estudada.

Conclusão

A ansiedade é um sintoma frequente em pacientes referendados para o ETE. Como fruto deste estudo, entende-se que pacientes mais ansiosos e mais jovens necessitam de maior quantidade de sedação para realização do procedimento (Figura Central).

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e análise e interpretação dos dados: Martins JAA, Eng AV, Lira Filho E, Morhy SS, Rodrigues ACT; obtenção de dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Martins JAA, Eng AV, Lira Filho E, Fischer CH, Monaco CG, Oliveira AJ, Oliveira FRC, Vieira MLC, Morhy SS, Rodrigues ACT; análise estatística: Martins JAA, Eng AV, Morhy SS, Rodrigues ACT; redação do manuscrito: Martins JAA, Lira Filho E, Morhy SS, Rodrigues ACT; realização de ecocardiografia transesofágica: Lira Filho E,

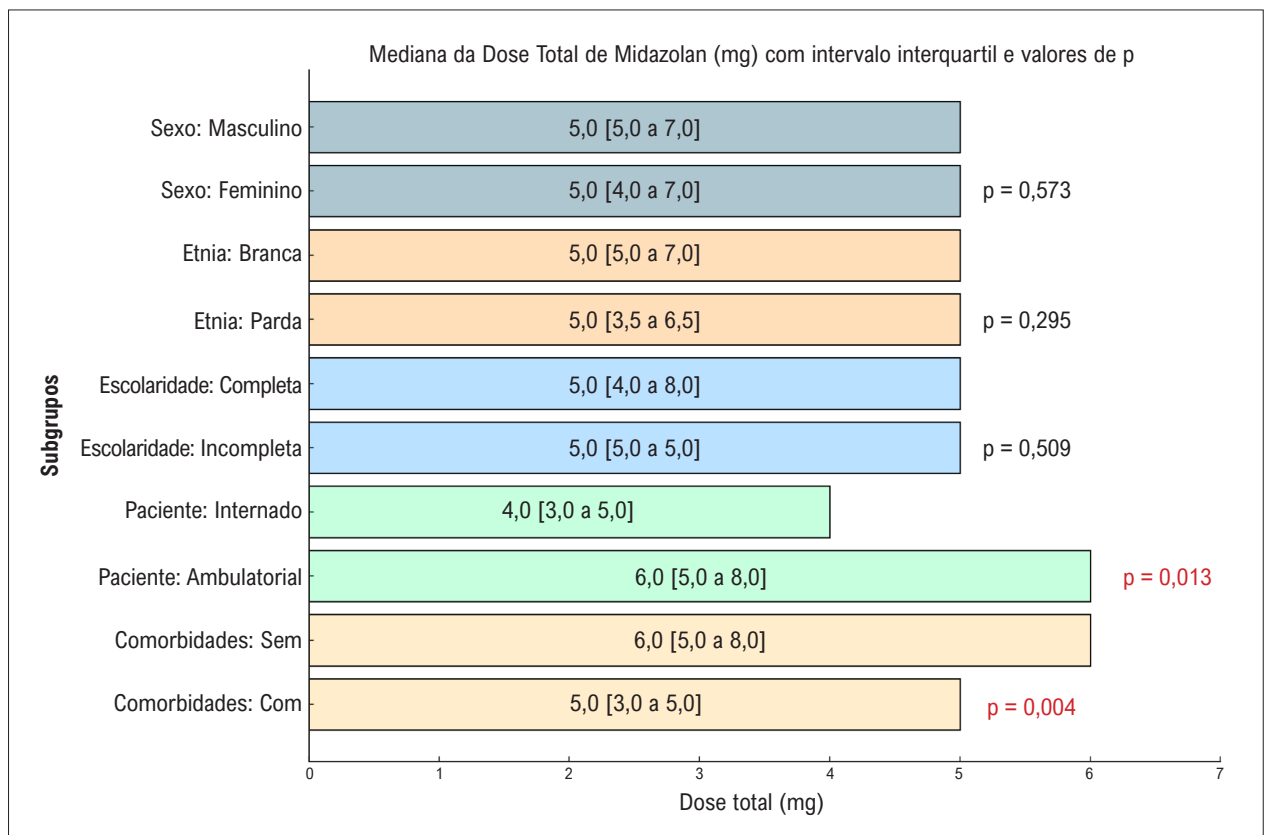


Figura 3 – Comparação das características dos pacientes com a dose de midazolam

Fischer CH, Monaco CG, Oliveira AJ, Oliveira FRC, Vieira MLC, Morhy SS, Rodrigues ACT.

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

Este artigo é parte de uma tese de conclusão de curso de João Afonso Astolfi Martins pela Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Israelita Albert Einstein sob o número de protocolo 64738222.7.0000.0071. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Bruijn SF, Agema WR, Lammers CJ, van der Wall EE, Wolterbeek R, Holman ER, et al. Transesophageal Echocardiography is Superior to Transthoracic Echocardiography in Management of Patients of Any Age with Transient Ischemic Attack or Stroke. *Stroke*. 2006;37(10):2531-4. doi: 10.1161/01.STR.0000241064.46659.69.
2. Mansour IN, Lang RM, Furlong KT, Ryan A, Ward RP. Evaluation of the Application of the ACCF/AASE Appropriateness Criteria for Transesophageal Echocardiography in an Academic Medical Center. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(5):517-22. doi: 10.1016/j.echo.2009.02.009.
3. Aeschbacher BC, Portner M, Fluri M, Meier B, Lüscher TF. Midazolam Premedication Improves Tolerance of Transesophageal Echocardiography. *Am J Cardiol*. 1998;81(8):1022-6. doi: 10.1016/s0002-9149(98)00083-6.

4. Bailey PL, Pace NL, Ashburn MA, Moll JW, East KA, Stanley TH. Frequent Hypoxemia and Apnea after Sedation with Midazolam and Fentanyl. *Anesthesiology*. 1990;73(5):826-30. doi: 10.1097/0000542-199011000-00005.
5. Stoddard MF, Longaker RA. The Safety of Transesophageal Echocardiography in the Elderly. *Am Heart J*. 1993;125(5 Pt 1):1358-62. doi: 10.1016/0002-8703(93)91007-2.
6. Smolen JR, Araújo EM. Race/Skin Color and Mental Health Disorders in Brazil: A Systematic Review of the Literature. *Cien Saude Colet*. 2017;22(12):4021-30. doi: 10.1590/1413-812320172212.19782016.
7. Costa CO, Branco JC, Vieira IS, Souza LDM, Silva RA. Prevalence of Anxiety and Associated Factors in Adults. *J Bras Psiquiatr*. 2019;68(2):92-100. doi: 10.1590/0047-2085000000232.
8. Gürbulak B, Üçüncü MZ, Yardımcı E, Kırılı E, Tüzüner F. Impact of Anxiety on Sedative Medication Dosage in Patients Undergoing Esophagogastroduodenoscopy. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2018;13(2):192-8. doi: 10.5114/wiitm.2018.73594.
9. Silva CE, Tasca R, Weitzel LH, Moisés VA, Ferreira LD, Tavares GM, et al. Standardization of Equipment and Techniques for Conducting Echocardiographic Examinations. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(Suppl 2):1-10. doi: 10.1590/S0066-782X2004000800001.
10. Cao X, Yumul R, Lazo OLE, Friedman J, Durra O, Zhang X, et al. A Novel Visual Facial Anxiety Scale for Assessing Preoperative Anxiety. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171233. doi: 10.1371/journal.pone.0171233.
11. Harris PA, Taylor R, Minor BL, Elliott V, Fernandez M, O'Neal L, et al. The REDCap Consortium: Building an International Community of Software Platform Partners. *J Biomed Inform*. 2019;95:103208. doi: 10.1016/j.jbi.2019.103208.
12. Silva MRA, Espírito Santo ACG. Intervenção Dialógica e Atenuação da Ansiedade no Exame de Endoscopia Digestiva Alta [cited 2025 Mar 29]. Available from: <https://www.ufpe.br/documents/1192056/0/Interven%C3%A7%C3%A3o+dial%C3%B3gica+e+a+atenua%C3%A7%C3%A3o+da+ansiedade+no+exame+de+endoscopia+digestiva+alta.pdf/e51da22f-6b09-4d03-8d7f-9a02aa519a80>.
13. Luca E, Schipa C, Cambise C, Sollazzi L, Aceto P. Implication of Age-Related Changes on Anesthesia Management. *Saudi J Anaesth*. 2023;17(4):474-81. doi: 10.4103/sja.sja_579_23.
14. Chung KC, Juang SE, Lee KC, Hu WH, Lu CC, Lu HF, et al. The Effect of Pre-Procedure Anxiety on Sedative Requirements for Sedation During Colonoscopy. *Anaesthesia*. 2013;68(3):253-9. doi: 10.1111/anae.12087.
15. Kil HK, Kim WO, Chung WY, Kim GH, Seo H, Hong JY. Preoperative Anxiety and Pain Sensitivity are Independent Predictors of Propofol and Sevoflurane Requirements in General Anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2012;108(1):119-25. doi: 10.1093/bja/aer305.
16. Graeff FG. Anxiety, Panic and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. *Braz J Psychiatry*. 2007;29(Suppl 1):S3-6. doi: 10.1590/s1516-44462007000500002.



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

Impacto da Ansiedade em Pacientes Encaminhados à Ecocardiografia Transesofágica

Impact of Anxiety on Patients Referred for Transesophageal Echocardiography

Augusto Alberto da Costa Jr.¹ 

Escola Paulista de Medicina,¹ São Paulo, SP – Brasil

Minieditorial referente ao artigo: Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico

Nesta edição do ABC Imagem Cardiovascular, ressalta-se a ansiedade não apenas como fator na avaliação subjetiva da experiência dos pacientes durante procedimentos médicos invasivos (ecocardiografia transesofágica, ETE), mas também sua influência na quantidade de fármacos administrados para sedação durante o procedimento.

O estudo *Impacto da Ansiedade em Pacientes Referendados ao Ecocardiograma Transesofágico* realizado em instituição terciária, mostra análise detalhada de múltiplas características dos pacientes submetidos ao exame, sua influência na sedação, revisitando aspectos importantes para boa prática médica. Os resultados do estudo indicam que a ansiedade avaliada com indicadores de fácil implementação¹ esteve presente em 62% dos pacientes. As tabelas de autoavaliação mostram percentuais de ansiedade leve em 40%, de grau moderado em 16% e de grau importante em 6%. Faz parte da vivência dos colegas ecocardiografistas que realizam exames transesofágicos o convívio com a ansiedade dos pacientes, em especial nos mais jovens.^{2,3}

Múltiplas variáveis são influenciadoras; após tempo satisfatório de consulta e ótima relação médico-paciente, a ausência de “dúvida ou necessidade de esclarecimentos adicionais” pelos pacientes pode estar relacionada ao constrangimento em ignorar detalhes que julgavam ser de conhecimento geral na “era Google” atual.⁴ A funcionalidade prévia sem limitações dos jovens contribui para a insegurança e ansiedade frente a admissão hospitalar. Acrescenta-se ainda a parafernália de equipamentos e medo de nova realidade, isto é, a possibilidade de confirmação de algum problema médico com consequências sérias.

Uma particularidade interessante desse trabalho é ter sido realizado em pacientes com nível sociocultural elevado, 92% de pacientes com nível universitário completo, infrequente em nosso meio. O acesso amplo à informação e nível cultural mais elevado não contribuiu para reduzir os níveis de ansiedade prévia a situação desconhecida (66% dos pacientes estudados realizavam ETE pela primeira vez). O excesso de informação disponível talvez participe no aumento da ansiedade pré-procedimento.⁵

Os resultados obtidos confirmaram as expectativas, pacientes mais jovens e com maior grau de ansiedade autoavaliada necessitaram de doses mais elevadas de fármacos para obtenção de sedação adequada durante o procedimento. Esses achados são consistentes com a literatura existente, tanto para procedimentos diagnósticos invasivos (ETE, colonoscopia)⁶ como para obtenção de níveis de anestesia apropriada durante procedimentos cirúrgicos,⁷ e estão relacionados à maior ativação do eixo neuroendócrino.⁸ Pacientes cuja indicação de exame foi feita após a internação hospitalar, os de faixa etária mais avançada, com comorbidades que proporcionaram experiência de outros procedimentos em ambiente hospitalar ou internações mostraram menor grau de ansiedade autoavaliada.⁹ Nesses pacientes, a deterioração clínica com necessidade de tratamento intensivo pode deflagrar consciência de possibilidade de término da vida.¹⁰ Esse incremento do nível de ansiedade pode ser ainda mais exacerbado pelo efeito de medicações usadas em pacientes críticos (vasopressores, corticosteroides), e necessidade de assistência respiratória e procedimentos invasivos, entre os quais ETE.¹⁰

Os maiores riscos do procedimento analisado pelos autores, incremento de tônus autonômico vagal, hipotensão, e depressão respiratória com hipóxia podem ser acentuados por necessidade de doses maiores de opiáceo/benzodiazepínico.¹¹

Identificar os fatores contribuidores, e conhecer e implementar medidas para atenuação ou controle da ansiedade pode ajudar equipes multidisciplinares para um manejo eficaz periprocedimento, melhorando a experiência do paciente. Temos bônus vantajosos, como obtenção de melhor qualidade dos exames de imagem, e redução de risco de complicações da sedação em jovens, em pacientes com índice da massa corporal reduzido,⁶ e em idosos ansiosos portadores de comorbidades com menor tolerância a intercorrências adicionais.

Procedimentos complexos como implante endovascular de prótese aórtica, mesmo após redução significativa da repercussão funcional, persistem com sintomas de ansiedade por até seis semanas após a intervenção.^{12,13} Um racional precedente seria tentar alívio mais rápido com preparo psicológico mais intenso. Medidas de baixo custo que mostraram eficiência incluem a musicoterapia e aromaterapia,^{14,15} já utilizadas em intervenções percutâneas guiadas por tomografia computadorizada (biópsias tumorais, drenagem de abscessos, ablação tumoral).

Muito pertinente a análise de Munn et al. sobre as repercussões da ansiedade e a oportunidade de refletir sobre diferentes recursos e abordagens¹⁵⁻¹⁷ para atenuar o

Palavras-chave

Ansiedade; Pacientes; Ecocardiografia Transesofágica

Correspondência: Augusto Alberto da Costa Jr. •

Escola Paulista de Medicina. Rua Napoleão de Barros, 715. CEP: 04024-002. Vila Clementino, SP – Brasil
E-mail: augustoacostajr@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250036>

sofrimento dos pacientes antes, durante e após a realização de procedimentos invasivos. Esses se tornaram muito frequentes, incorporados à rotina de várias instituições; às vezes, por essa razão, adotamos a “sedação consciente” quando deveria haver

pensamento constante. Procedimentos invasivos são muitas vezes indutores de preocupação, ansiedade e sofrimento pelos pacientes; essa publicação nos instiga a permanecer alerta e vigilantes para essas possibilidades.

Referências

1. Cao X, Yumul R, Lazo OLE, Friedman J, Durra O, Zhang X, et al. A Novel Visual Facial Anxiety Scale for Assessing Preoperative Anxiety. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171233. doi: 10.1371/journal.pone.0171233.
2. José GM, Silva CE, Ferreira LD, Novaes YP, Monaco CG, Gil MA, et al. Effective Dose of Sedation in Transesophageal Echocardiography: Relation to Age, Body Surface Area and Left Ventricle Function. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(6):576-81. doi: 10.1590/s0066-782x2009001200011.
3. Lira-Filho EB, Arruda ALM, Furtado MS, Kowatsch I, Carvalho FP, Felinto CE, et al. Impact of Fentanyl Associated with Midazolam in Sedation for Transesophageal Echocardiography. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2014;27(2):83-6. doi: 10.5935/2318-8219.20140014.
4. Jaeb MA, Pecanac KE. Shame in Patient-Health Professional Encounters: A Scoping Review. *Int J Ment Health Nurs*. 2024;33(5):1158-69. doi: 10.1111/inm.13323.
5. Meira M, Bitencourt AGV, Travesso DJ, Chojniak R, Barbosa PNVP. Relationship between Anxiety and Internet Searches Before Percutaneous Ultrasound-Guided Diagnostic Procedures: A Prospective Cohort Study. *PLoS One*. 2022;17(10):e0275200. doi: 10.1371/journal.pone.0275200.
6. Gürbulak B, Üçüncü MZ, Yardımcı E, Kırılı E, Tüzüner F. Impact of Anxiety on Sedative Medication Dosage in Patients Undergoing Esophagogastroduodenoscopy. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2018;13(2):192-8. doi: 10.5114/wiitm.2018.73594.
7. Baagil H, Baagil H, Gerbershagen MU. Preoperative Anxiety Impact on Anesthetic and Analgesic Use. *Medicina*. 2023;59(12):2069. doi: 10.3390/medicina59122069.
8. Graeff FG. Anxiety, Panic and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. *Braz J Psychiatry*. 2007;29(Suppl 1):3-6. doi: 10.1590/s1516-44462007000500002.
9. Patanwala AE, Christich AC, Jasiak KD, Edwards CJ, Phan H, Snyder EM. Age-Related Differences in Propofol Dosing for Procedural Sedation in the Emergency Department. *J Emerg Med*. 2013;44(4):823-8. doi: 10.1016/j.jemermed.2012.07.090.
10. Boehm LM, Bird CM, Warren AM, Danesh V, Hosey MM, McPeake J, et al. Understanding and Managing Anxiety Sensitivity during Critical Illness and Long-Term Recovery. *Am J Crit Care*. 2023;32(6):449-57. doi: 10.4037/ajcc2023975.
11. Johnson S. Sedation and Analgesia in the Performance of Interventional Procedures. *Semin Intervent Radiol*. 2010;27(4):368-73. doi: 10.1055/s-0030-1267851.
12. Bäß L, Wiesel M, Möbius-Winkler S, Westphal JC, Schulze PC, Franz M, et al. Depression and Anxiety in Elderly Patients with Severe Symptomatic Aortic Stenosis Persistently Improves after Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR). *Int J Cardiol*. 2020;309:48-54. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.03.021.
13. Eide LSP, Fridlund B, Hufthammer KO, Haaverstad R, Packer EJS, Ranhoff AH, et al. Anxiety and Depression in Patients Aged 80 Years and Older Following Aortic Valve Therapy. A Six-Month Follow-Up Study. *Aging Clin Exp Res*. 2023;35(11):2463-70. doi: 10.1007/s40520-023-02541-5.
14. Fleckenstein FN, Hecker KA, Schusta F, Pöhlmann A, Auer TA, Gebauer B, et al. Prospective Randomized Study on the Effect of Music on Anxiety and Pain Related to CT-Guided Percutaneous Interventions. *Eur Radiol*. 2025. doi: 10.1007/s00330-025-11441-3.
15. Munn Z, Jordan Z. Interventions to Reduce Anxiety, Distress and the Need for Sedation in Adult Patients Undergoing Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review. *Int J Evid Based Healthc*. 2013;11(4):265-74. doi: 10.1111/1744-1609.12045.
16. Faymonville EM, Mambourg HP, Joris J, Vrijens B, Fissette J, Albert A, et al. Psychological Approaches during Conscious Sedation. Hypnosis versus Stress Reducing Strategies: A Prospective Randomized Study. *Pain*. 1997;73(3):361-7. doi: 10.1016/S0304-3959(97)00122-X.
17. Makary MS, Silva A, Kingsbury J, Bozer J, Dowell JD, Nguyen XV. Noninvasive Approaches for Anxiety Reduction during Interventional Radiology Procedures. *Top Magn Reson Imaging*. 2020;29(4):197-201. doi: 10.1097/RMR.0000000000000238.



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

Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular

Assessment of Interrater Reliability in Point-of-Care Ultrasound for Assessing Congestion in Cardiovascular Intensive Care

Marina Petersen Saadi,^{1,2}  Guilherme Pinheiro Machado,¹  Gustavo Paes Silvano,^{1,2}  João Pedro da Rosa Barbato,² 
Renato Ferraz Almeida,²  Fernando Luis Scolari,¹  Guilherme Heiden Telo,¹  Anderson Donelli da Silveira^{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

Resumo

Fundamento: A avaliação da congestão é fundamental para o manejo de pacientes com condições cardiovasculares, incluindo insuficiência cardíaca (IC). Métodos tradicionais frequentemente apresentam baixa sensibilidade, enquanto o ultrassom à beira do leito (*point-of-care* [POCUS]) oferece uma alternativa objetiva, imediata e mais acurada.

Objetivo: Avaliar a concordância interobservador (IRR, do inglês *Inter-rater reliability*) das principais variáveis do POCUS utilizadas na análise da congestão hemodinâmica, pulmonar e venosa sistêmica.

Métodos: Estudo prospectivo, de centro único, realizado entre janeiro e junho de 2023 em uma unidade de terapia intensiva cardiovascular (UTIC) no Brasil. Pacientes adultos foram submetidos a exames padronizados de POCUS. Três avaliadores treinados analisaram independentemente os seguintes parâmetros: ultrassonografia pulmonar (UP [linhas B]), pressões de enchimento do ventrículo esquerdo (PEVE [razões E/A e E/e']), medidas da veia cava inferior (VCI), fluxos venosos hepático e portal por Doppler, e escore Ultrassonográfico de Congestão Venosa modificado (VExUSm). A IRR foi analisada por meio do coeficiente de correlação intraclasse (ICC).

Resultados: Foram incluídos 23 pacientes, com idade mediana de 65 anos, submetidos a três exames POCUS independentes (69 avaliações no total). A UP e as medidas da VCI apresentaram excelente concordância interobservador (ICC: 0,903). Os fluxos venosos hepático e portal demonstraram boa concordância (ICC: 0,808 e 0,796, respectivamente). A graduação do VExUSm obteve a mais alta concordância (ICC: 0,957). A onda E apresentou excelente concordância (ICC: 0,934), enquanto a onda A e a velocidade do e' mostraram concordâncias mais baixas (0,512 e 0,399, respectivamente). As razões E/e' e E/A apresentaram concordância de moderada a boa (ICC: 0,662 e 0,852, respectivamente). A duração mediana dos exames foi de 10 minutos.

Conclusão: As variáveis do POCUS apresentaram alta reprodutibilidade, especialmente a UP e o escore VExUSm. A reprodutibilidade da UP e do VExUSm foi superior à dos parâmetros de PEVE, sugerindo que esses métodos podem ser mais confiáveis do que medidas tradicionais como E/e'. Esses achados reforçam o uso do POCUS como ferramenta padronizada para avaliação da congestão. Estudos adicionais são necessários para validar seu valor prognóstico.

Palavras-chave: Ultrassom; Unidades de Terapia Intensiva; Insuficiência Cardíaca; VExUS, VExUS modificado.

Abstract

Background: The assessment of congestion is critical for managing patients with cardiovascular conditions, including heart failure (HF). Traditional methods often lack sensitivity, whereas point-of-care ultrasound (POCUS) provides an objective bedside alternative.

Objective: To evaluate the interrater reliability (IRR) of key POCUS variables used to assess hemodynamic, pulmonary, and venous congestion.

Methods: This single-center, prospective study was conducted from January to June 2023 in a cardiovascular intensive care unit (CICU) in Brazil. Adult patients underwent standardized POCUS examinations. Three trained investigators independently assessed lung ultrasound (LUS) (B-lines),

Correspondência: Marina Petersen Saadi •

Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Rua Ramiro Barcelos, 2350. CEP: 90410-000. Porto Alegre, RS – Brasil

E-mail: marinapsaadi@gmail.com

Artigo recebido em 17/04/2025; revisado recebido em 17/04/2025; aceito em 18/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250022>

left ventricular filling pressures (LVFP) (E/A and E/e' ratios), inferior vena cava (IVC) measurements, hepatic and portal vein Doppler flow, and modified Venous Excess Ultrasound (mVExUS) Score. IRR was analyzed using intraclass correlation coefficient (ICC).

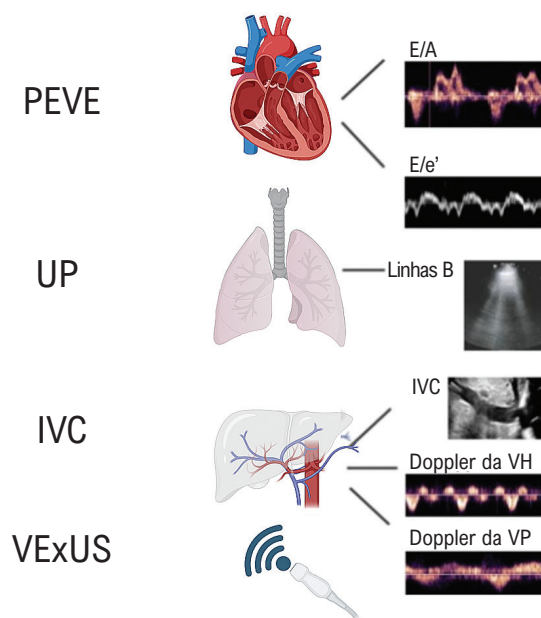
Results: A total of 23 patients were included, with a median age of 65 years, each undergoing three independent POCUS examinations (69 total assessments). LUS and IVC measurements showed excellent IRR (ICC 0.903). Hepatic and portal vein flows demonstrated good IRR (ICCs 0.808 and 0.796, respectively). mVExUS grading achieved the highest IRR (ICC 0.957). The E wave showed excellent IRR (ICC 0.934), while the A wave and e' velocity had lower IRRs (0.512 and 0.399, respectively). E/e' and E/A ratios demonstrated moderate-to-good IRR (ICCs 0.662 and 0.852, respectively). The median exam duration was 10 minutes.

Conclusion: POCUS variables demonstrated high reproducibility, particularly for LUS and mVExUS. The reproducibility of LUS and mVExUS was higher than that of LVFP parameters, suggesting they may be more reliable than traditional measures such as E/e'. These findings support the use of POCUS for standardized assessment of congestion. Further studies are needed to validate its prognostic value.

Keywords: Ultrasonics; Intensive Care Units; Heart Failure.

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

Figura Central: Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250022

Os principais parâmetros de POCUS avaliados neste estudo incluíram PEVE, UP, medidas da VCI e avaliação da congestão venosa por meio do escore de VExUSm. As variáveis analisadas foram as razões E/A e E/e' para PEVE, linhas B para UP, diâmetro e colapsabilidade da VCI, e avaliação por Doppler das VH e VP para o VExUS. Criada com BioRender.com.

Introdução

A avaliação precisa do estado hemodinâmico e volêmico é fundamental em pacientes gravemente enfermos, especialmente aqueles com doenças cardiovasculares, como a insuficiência cardíaca (IC).¹ Abordagens tradicionais, como o exame clínico e a imagem radiológica, frequentemente não fornecem informações precisas devido à sua natureza subjetiva e à sensibilidade limitada,² o que evidencia a necessidade de ferramentas objetivas à beira do leito. A ultrassonografia pulmonar (UP), o POCUS cardíaco e parâmetros derivados foram desenvolvidos para aprimorar a avaliação desses pacientes.³

A UP tem sido amplamente utilizada há mais de uma década e demonstrou utilidade na detecção de congestão pulmonar, especialmente em casos de IC.⁴⁻⁶ No entanto, o aparecimento de linhas B não é exclusivo do edema pulmonar e pode, por vezes, ser interpretado de forma equivocada. Por esse motivo, recomenda-se a combinação dos achados da UP com outros parâmetros de congestão.^{7,8} O POCUS cardíaco permite a avaliação da congestão hemodinâmica por meio de parâmetros como o fluxo transmitral (razão E/A) e a razão E/e'. Essas medidas, relativamente simples, são de fácil aprendizado e podem ser aplicadas à beira do leito.^{8,9} O escore Ultrassonográfico de congestão venosa -

Venous Excess Ultrasound (VExUS) é utilizado para avaliar a congestão venosa sistêmica por meio da análise do diâmetro da veia cava inferior (VCI) e dos padrões de fluxo da veia hepática (VH), veia porta (VP) e veia renal. A avaliação da congestão sistêmica pelo VExUS também se mostrou útil na predição da síndrome cardiorenal (SRC).^{10,11} A integração de parâmetros de congestão pulmonar e hemodinâmica, especialmente a razão E/e', demonstrou ser mais precisa do que a UP isoladamente para o diagnóstico de IC em contextos de emergência.¹² A inclusão de parâmetros de congestão sistêmica provavelmente ampliaria ainda mais a acurácia diagnóstica.

Apesar do uso crescente, a reprodutibilidade dos componentes individuais do ultrassom à beira do leito ainda é motivo de preocupação. A concordância interobservadores (IRR) é fundamental para garantir consistência entre diferentes operadores e contextos clínicos. A maioria dos estudos anteriores avaliou isoladamente os parâmetros de congestão pulmonar, hemodinâmica e sistêmica, buscando correlacioná-los com a gravidade da congestão ou com desfechos clínicos. No entanto, é importante verificar se as variáveis do POCUS comumente utilizadas na avaliação da congestão apresentam boa IRR e se a avaliação combinada desses parâmetros selecionados é viável na prática clínica.

Este estudo tem como objetivo avaliar a IRR das principais variáveis do POCUS — especificamente a UP, os parâmetros de pressão de enchimento do ventrículo esquerdo (PEVE) (razões E/A e E/e'), as medidas da VCI, as avaliações Doppler das VHs e veias porta (VP), e a graduação pelo escore Ultrassonográfico de Congestão Venosa modificado (VExUSm) em pacientes internados em unidade de terapia intensiva cardiovascular (UTIC), investigando seu potencial para aplicação padronizada à beira do leito (Figura Central).

Métodos

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo prospectivo, de centro único, realizado na UTIC de um hospital terciário no Brasil. O período do estudo compreendeu os meses de janeiro a junho de 2023 e incluiu pacientes adultos (≥ 18 anos) internados com diversas condições cardiovasculares, incluindo IC descompensada (ICD), síndromes coronarianas agudas e arritmias. O único critério de exclusão foi a ausência de consentimento para participação.

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), sob o parecer nº 6.468.353, e conduzido em conformidade com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Avaliação por ultrassonografia

Os exames ultrassonográficos foram realizados com um aparelho de ultrassom (Mindray ME Series; Shenzhen, China), equipado com transdutor setorial *phased-array* de 2,5 MHz. Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com elevação da cabeça a 30 graus, para padronização das condições de imagem. Sinais vitais foram registrados

imediatamente antes de cada avaliação, a fim de garantir a consistência do estado hemodinâmico durante os exames. Todas as avaliações foram realizadas com monitorização de ECG simultânea. Os avaliadores foram cegados quanto aos resultados dos outros para minimizar vieses.

Parâmetros ultrassonográficos

Foram avaliados os seguintes parâmetros-chave, comumente utilizados na análise da congestão pulmonar, hemodinâmica e venosa sistêmica:

- UP: avaliação de linhas B em oito zonas pulmonares.
- PEVE: mensuração das razões E/A e E/e' na janela apical de quatro câmaras.
- VCI: mensuração do diâmetro e do índice de colapsabilidade.
- Doppler venoso portal e hepático: análise dos padrões de fluxo venoso hepático e portal por meio do Doppler pulsado (PWD).
- VExUSm: graduação do escore VExUS através dos achados dos fluxos venosos hepático e portal.

Avaliação da congestão hemodinâmica

O objetivo da avaliação hemodinâmica foi detectar o aumento da PEVE. A partir da janela apical de quatro câmaras, o padrão de fluxo mitral foi avaliado utilizando PWD na ponta dos folhetos da valva mitral. A razão E/A foi categorizada em três graus: grau 1 ($E/A \leq 0,8$ e velocidade da onda E ≤ 50 cm/s), considerado normal; grau 3 ($E/A \geq 2$), indicativo de PEVE elevada; e grau 2 ($E/A \leq 0,8$ com velocidade da onda E > 50 cm/s, ou E/A entre 0,8 e 2), classificado como indeterminado. Nos casos com razão E/A de grau 2, a razão E/e' septal foi utilizada para diferenciar entre PEVE normal e elevada.¹³

Na mesma janela apical de quatro câmaras, com angulação para alinhar-se ao septo interventricular, a velocidade da onda e' medial foi medida no anel mitral utilizando PWD após a aplicação do Doppler tecidual (TDI).¹⁴ A e' medial foi escolhida por sua viabilidade técnica e pelo fato de a maior parte dos dados publicados sobre a razão E/e' basearem-se nessa medida. Ela é considerada o parâmetro mais confiável para estimar a PEVE.¹⁵ A PEVE elevada foi definida como E/e' medial > 15 em ritmo sinusal ou > 11 em fibrilação atrial (Figura 1).¹⁶

Avaliação da congestão pulmonar

A parede torácica foi dividida em oito zonas, sendo realizado um escaneamento para cada zona. O transdutor cardíaco foi posicionado perpendicularmente aos arcos costais, ao longo dos espaços intercostais, com profundidade ajustada entre aproximadamente 12 e 18 cm, conforme o biótipo do paciente.¹⁷ Cada zona (duas anteriores e duas laterais por hemitórax) foi avaliada de forma independente. Uma zona foi considerada positiva quando três ou mais linhas B estavam presentes, e a congestão pulmonar foi assumida quando duas ou mais zonas apresentaram resultado positivo (Figura 2).⁶

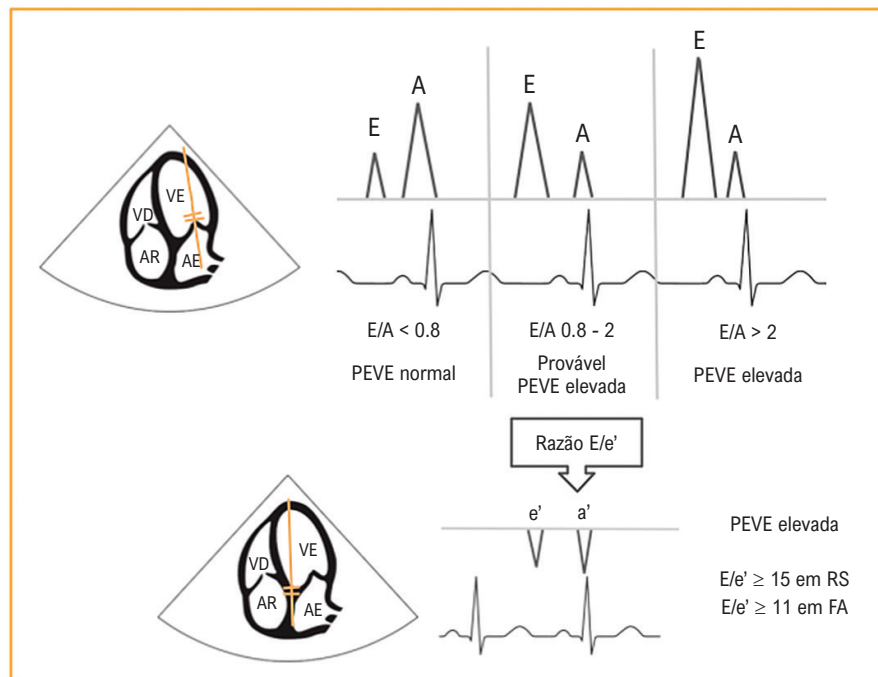


Figura 1 – O objetivo da avaliação hemodinâmica é identificar o aumento da PEVE. A razão E/A é categorizada em três graus, refletindo diferentes níveis de PEVE. Pacientes com razão E/A de grau 1 são considerados com PEVE normal, enquanto aqueles com razão E/A de grau 3 (padrão restritivo) apresentam PEVE elevada. Para pacientes com razão E/A de grau 2, utiliza-se a razão E/e' septal para diferenciar entre PEVE normal e elevada. PE: pressões de enchimento; PEVE: pressões de enchimento ventricular esquerdo; AE: átrio esquerdo; AD: átrio direito; FA: fibrilação atrial; RS: ritmo sinusal; VE: ventrículo esquerdo; VD: ventrículo direito.

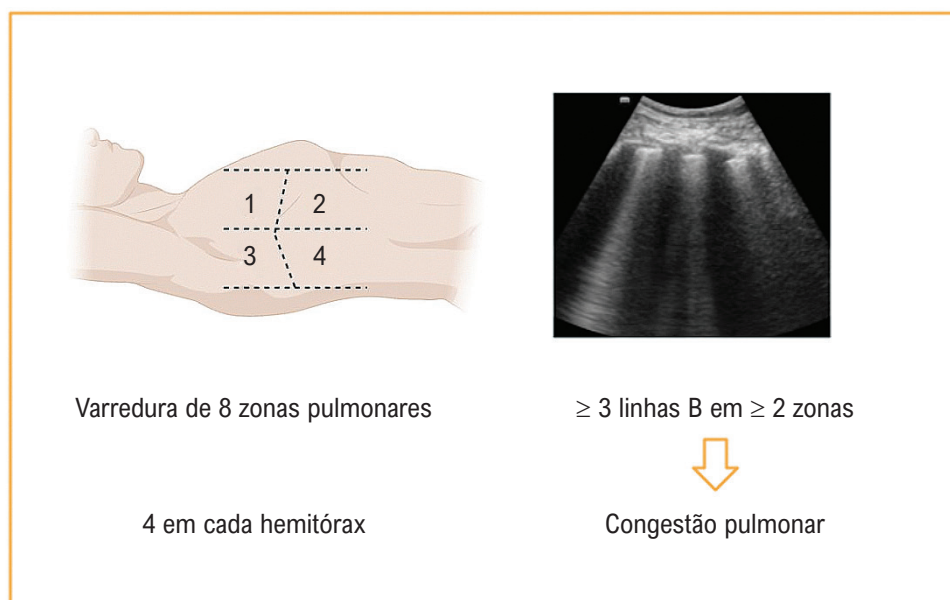


Figura 2 – Para a avaliação da congestão pulmonar, a parede torácica é dividida em oito zonas, sendo obtido um escaneamento para cada zona. Cada zona (duas anteriores e duas laterais por hemitórax) é avaliada de forma independente. A zona é considerada positiva se houver três ou mais linhas B, e a congestão pulmonar é assumida quando duas ou mais zonas forem positivas.

Artigo Original

Avaliação da congestão venosa periférica

A etapa final incluiu a avaliação da VCI quanto ao diâmetro e colapsibilidade, juntamente com a análise dos fluxos venosos hepático e portal por meio do PWD.

A VCI foi avaliada pela janela subcostal, aproximadamente 1 cm caudal à sua junção com a VH, com o objetivo de estimar a pressão venosa central (PVC). A PVC foi inferida com base no diâmetro da VCI e na sua variabilidade inspiratória: uma PVC normal, de aproximadamente 3 mmHg, foi sugerida quando o diâmetro da VCI era $\leq 2,1$ cm e a colapsibilidade era $\geq 50\%$; por outro lado, um diâmetro da VCI $> 2,1$ cm com colapsibilidade $< 50\%$ correspondeu a uma PVC de aproximadamente 15 mmHg. Uma PVC intermediária, em torno de 8 mmHg, foi atribuída quando apenas um dos dois critérios estava presente.¹⁸

Quando o diâmetro da VCI era ≥ 2 cm, foi realizada uma avaliação modificada do escore VExUS, utilizando o Doppler nas VH e VP. O PWD foi utilizado na VH para avaliar os padrões de fluxo, classificados da seguinte forma: grau 1 (normal), quando a onda sistólica (S) era maior que a onda diastólica (D); grau 2 (congestão leve), quando a onda S era menor que a onda D; e grau 3 (congestão grave), quando havia inversão da onda S. O fluxo da VP também foi avaliado por PWD e classificado em três graus: grau 1 (normal), se não pulsátil e com variabilidade entre as velocidades máxima e mínima $< 30\%$; grau 2 (congestão leve), se o índice de pulsatilidade estivesse entre 30–50%; e grau 3 (congestão grave), se o índice de pulsatilidade fosse $\geq 50\%$.¹¹

A gravidade da congestão venosa pelo escore VExUSm foi classificada em quatro graus, com base no diâmetro da VCI e nos achados do PWD. Uma VCI não dilatada (< 2 cm) indicava ausência de congestão venosa significativa (grau 0). Um diâmetro da VCI ≥ 2 cm com fluxo venoso hepático ou portal normal ou levemente alterado correspondia a congestão leve (grau 1). Uma VCI pletórica associada a um padrão de fluxo venoso gravemente alterado (inversão da onda S na VH ou índice de pulsatilidade $\geq 50\%$ na VP) definia congestão moderada (grau 2). A congestão grave (grau 3) era diagnosticada quando padrões de fluxo gravemente alterados estavam presentes simultaneamente nas VH e VP (Figura 3).¹⁹

Avaliação da IRR

Três avaliadores treinados, cegados quanto às avaliações uns dos outros, realizaram independentemente os exames de POCUS em tempo real para avaliar a IRR. Todos os avaliadores haviam recebido treinamento padronizado, composto por uma sessão teórico-prática de 4 horas, seguida por um período supervisionado de um mês na UTIC. Durante esse período, cada residente de cardiologia realizou pelo menos 50 exames de ultrassonografia. Os exames não foram gravados, eliminando assim vies retrospectivo e garantindo que a IRR refletisse a prática clínica real.

Classificação da dificuldade

Para caracterizar melhor a aplicabilidade prática do protocolo de ultrassonografia, cada avaliador classificou a dificuldade da avaliação de cada paciente como fácil,

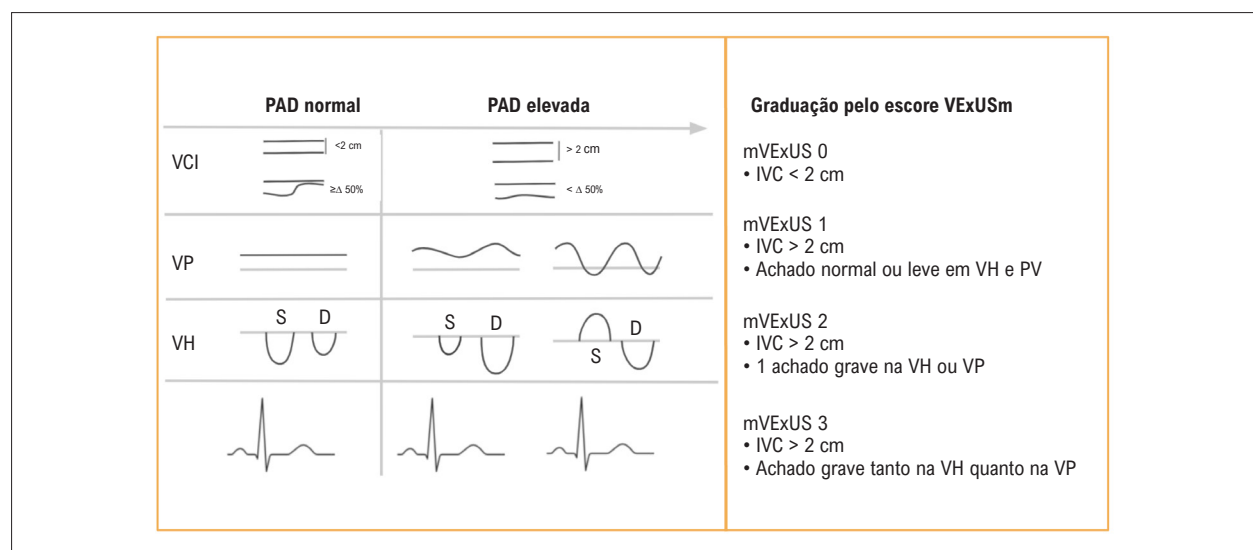


Figura 3 – A congestão venosa pelo escore VExUSm é classificada em quatro graus com base na avaliação da VCI e nos achados do Doppler pulsado. Uma VCI não dilatada (< 2 cm) indica ausência de congestão venosa significativa (grau 0). Quando a VCI é ≥ 2 cm com achados normais ou levemente alterados no Doppler da VH ou da VP, considera-se congestão leve (grau 1). Uma VCI pletórica associada a um padrão gravemente alterado (reversão da onda S na VH ou índice de pulsatilidade $\geq 50\%$ na VP) define congestão moderada (grau 2). A congestão grave (grau 3) é indicada pela presença de padrões de fluxo gravemente alterados em ambas as veias — hepática e porta. VExUSm: Escore Ultrassonográfico de congestão venosa modificado; VH: veia hepática; VP: veia porta; VCI: veia cava inferior; PAD: pressão atrial direita.

moderada ou difícil. Uma avaliação “fácil” foi definida pela obtenção de imagens claras e interpretação direta; uma avaliação “moderada” exigiu esforço e interpretação intermediários; e uma avaliação “difícil” envolveu desafios significativos na aquisição ou interpretação das imagens. Essa avaliação subjetiva forneceu informações adicionais sobre a viabilidade da implementação do protocolo em diferentes anatomias e condições clínicas dos pacientes.

Análise estatística

O cálculo do tamanho amostral foi realizado considerando um coeficiente de correlação intraclass (ICC) mínimo aceitável de 0,65 e um ICC esperado de 0,90. Com três avaliadores por paciente, uma amostra de 23 pacientes forneceu um poder estatístico de 90% com nível de significância de 0,01. Variáveis contínuas foram expressas como média (desvio-padrão [DP]) ou mediana (intervalo interquartil [IIQ]), de acordo com a normalidade da distribuição avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas e relativas. Os ICCs foram calculados utilizando um modelo de efeitos mistos bidirecional para avaliar o grau de concordância entre os três avaliadores, tanto para variáveis contínuas quanto ordinais. A IRR foi classificada como fraca (<0,50), moderada (0,50-0,75), boa (0,75-0,90) ou excelente (>0,90). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS Statistics para macOS, versão 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), com nível de significância estabelecido em 0,05 (bicaudal).

Resultados

Entre janeiro e junho de 2023, 23 pacientes foram incluídos no estudo. Cada paciente foi submetido a três avaliações independentes por POCUS, totalizando 69 exames ultrassonográficos avaliados quanto à IRR. A idade mediana foi de 65 anos (IIQ: 53-70), e 60,9% dos participantes eram do sexo masculino. A maioria das internações na UTIC ocorreu por ICD (65%), seguida por infarto agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST (IAMCSST) (17%). Vasodilatadores parenterais foram utilizados em 43,5% dos pacientes, inotrópicos em 21,7% e vasopressores em 13%.

Quanto à função cardíaca, 17,4% dos pacientes apresentavam fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) preservada, enquanto 82,6% apresentavam FEVE reduzida ($\leq 50\%$). A etiologia da IC foi classificada como isquêmica em 39,1%, não isquêmica em 30,4% e valvar devido à estenose aórtica grave em 8,7%. A mediana da FEVE foi de 33,5% (IIQ: 21,7-46,2). Durante os exames de ultrassom, 9% dos pacientes estavam em fibrilação atrial, 13% apresentavam bloqueio de ramo esquerdo, e 17,4% possuíam cardiodesfibrilador implantável. Regurgitação mitral grave ou moderada foi observada em 43,5% dos pacientes, e regurgitação tricúspide grave ou moderada em 39,1%.

Uma descrição detalhada das características demográficas e clínicas da população do estudo está apresentada na Tabela 1, enquanto a Tabela 1 do apêndice e a Tabela 2 do apêndice resumem as medidas obtidas por POCUS.

Tabela 1 – Características clínicas da amostra

Variável	Total (n = 23)
Idade, anos	65 (53-70)
Sexo masculino (n, %)	14 (60,9%)
Tabagismo	
Tabagista ativo (n, %)	2 (8,7%)
Ex-tabagista (n, %)	7 (30,4%)
Etiologia da IC	
Fração de ejeção preservada (n, %)	4 (17,4%)
Isquêmica (n, %)	9 (39,1%)
Não isquêmica (n, %)	7 (30,4%)
Estenose aórtica (n, %)	2 (8,7%)
Infarto agudo do miocárdio prévio (n, %)	13 (56,5%)
Cardiodesfibrilador implantável (n, %)	4 (17,4%)
Fibrilação atrial (n, %)	2 (8,7%)
Bloqueio de ramo esquerdo (n, %)	3 (13%)
FEVE, %	33,5 (21,7-46,2)
Insuficiência mitral grave ou moderada (n, %)	10 (43,5%)
Insuficiência tricúspide grave ou moderada (n, %)	9 (39,1%)
Diagnóstico na admissão	
ICD (n, %)	15 (65,3%)
IAMCSST (n, %)	4 (17,4%)
Angina instável (n, %)	1 (4,3%)
Choque cardiogênico (n, %)	1 (4,3%)
Bloqueio atrioventricular completo (n, %)	1 (4,3%)
Pós-angioplastia coronariana percutânea (n, %)	1 (4,3%)
Medicamentos parenterais	
Vasopressor (n, %)	3 (13%)
Venodilatador (n, %)	10 (43,5%)
Inotrópico (n, %)	5 (21,7%)
Creatinina, mg/dl	2 (1,2-2,6%)
Peptídeo natriurético tipo B, pg/ml	1375 (218,5-2668,5)

Os resultados estão expressos como n (%) ou mediana (intervalo interquartilico). IC: insuficiência cardíaca; ICD: IC descompensada; IAMCSST: infarto agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo.

Artigo Original

IRR

Em relação à IRR das medidas ultrassonográficas, foi observada concordância excelente para a avaliação das zonas pulmonares positivas (ICC: 0,903; IC 95%: 0,818-0,954; $p < 0,001$) e para as mensurações da VCI (ICC: 0,903; IC 95%: 0,820-0,954; $p < 0,001$), indicando avaliações consistentes para a análise da congestão pulmonar e estimativa da PVC.

Análises subsequentes dos componentes da congestão venosa — incluindo fluxo na VH, fluxo na VP e graduação pelo escore VExUSm — também demonstraram concordância substancial. A avaliação do fluxo na VH apresentou um ICC de 0,808 (IC 95%: 0,662-0,906; $p < 0,001$), enquanto a avaliação do fluxo na VP apresentou ICC de 0,796 (IC 95%: 0,641-0,899; $p < 0,001$). A graduação pelo escore VExUSm, que reflete uma avaliação integrada da congestão venosa, demonstrou a mais alta IRR, com ICC de 0,957 (IC 95%: 0,914-0,981; $p < 0,001$) (Tabela 2).

Avaliações adicionais dos parâmetros de congestão hemodinâmica revelaram níveis variados de concordância. A onda E apresentou consistência excelente, com ICC de 0,934 (IC 95%: 0,873-0,969; $p < 0,001$). Em contraste, a onda A e a velocidade da onda e' septal demonstraram concordâncias mais baixas, com ICCs de 0,512 (IC 95%: 0,176-0,799; $p < 0,001$) e 0,399 (IC 95%: 0,146-0,650; $p < 0,001$), respectivamente. Apesar da menor reprodutibilidade das medidas isoladas da e', a razão E/e' apresentou concordância moderada (ICC: 0,662; IC 95%: 0,449-0,824; $p < 0,001$). A classificação global da razão E/A apresentou boa concordância, com ICC de 0,852 (IC 95%: 0,731-0,928; $p < 0,001$) (Tabela 2). Avaliamos adicionalmente a IRR da integral de velocidade da via de saída do ventrículo esquerdo (VTI VSVE), que apesar de não fazer parte da avaliação de congestão, tem sido muito utilizada em ambiente de UTI como análogo ao débito cardíaco e sua reprodutibilidade foi considerada boa, com ICC de 0,820 (IC 95%: 0,680-0,912; $p < 0,001$).

A duração mediana dos exames foi de 10,0 minutos (IIQ: 8,0-12,0), refletindo a eficiência do protocolo e destacando sua aplicabilidade prática em contextos clínicos nos quais avaliações oportunas são essenciais. Essa duração concisa reforça a viabilidade de integrar o protocolo à rotina assistencial sem causar impacto significativo no fluxo de trabalho.

De modo geral, os valores de ICC para a maioria dos parâmetros indicaram boa a excelente concordância entre os avaliadores, confirmando a reprodutibilidade do protocolo para aplicação clínica. Um resumo completo dos valores de ICC para todos os parâmetros avaliados encontra-se na Tabela 2 do apêndice.

Avaliação da dificuldade

As classificações de dificuldade atribuídas pelos avaliadores foram variadas, sendo a maioria das avaliações considerada fácil (50,7%), o que indica que o protocolo é, em geral, de fácil execução. Adicionalmente, 36,2% das avaliações foram classificadas como de dificuldade moderada, sugerindo que o protocolo é manejável na maior parte dos casos. Apenas 10,1% foram classificadas como difíceis, o que demonstra que o protocolo de ultrassonografia hemodinâmica, pulmonar e

Tabela 2 – Confiabilidade interavaliadores para cada parâmetro de ultrassonografia à beira do leito

Variável	ICC	IC 95%	Valor p
Zonas pulmonares positivas	0,903	0,818-0,954	<0,001
VCI	0,903	0,820-0,954	<0,001
Estimativa da PVC	0,955	0,817-0,954	<0,001
Onda E	0,934	0,873-0,969	<0,001
Onda A	0,512	0,176-0,799	<0,001
Onda e' septal	0,399	0,146-0,650	<0,001
Razão E/A	0,852	0,731-0,928	<0,001
Razão E/e'	0,662	0,449-0,824	<0,001
Doppler da VH	0,808	0,662-0,906	<0,001
Doppler da VP	0,796	0,641-0,899	<0,001
Graduação pelo escore VExUSm	0,957	0,914-0,981	<0,001
VTI VSVE	0,820	0,680-0,912	<0,001
Classificação da dificuldade	0,298	0,030-0,584	0,014

ICC: coeficiente de correlação intraclasse; IC: intervalo de confiança; PVC: pressão venosa central; VExUSm: escore de Venous Excess Ultrasound modificado; VTI VSVE: integral de velocidade da via de saída do ventrículo esquerdo; VCI: veia cava inferior; VH: veia hepática; VP: veia porta.

periférica se mantém como uma ferramenta confiável mesmo em condições subótimas de imagem. Esses achados reforçam sua aplicabilidade prática e sugerem que o protocolo pode ser implementado de forma eficaz em diferentes contextos clínicos, mesmo na ausência de janelas acústicas ideais.

Discussão

Os resultados deste estudo destacam a alta IRR do protocolo de ultrassonografia proposto em seus diferentes componentes, com a maioria dos ICCs variando entre bons e excelentes. Além disso, os achados confirmam a viabilidade da implementação de um protocolo inovador para avaliação hemodinâmica à beira do leito, em UTIC. Os altos valores de ICC nas avaliações das zonas pulmonares positivas indicam excelente reprodutibilidade na análise da congestão pulmonar, em concordância com estudos prévios que demonstraram concordância substancial entre avaliadores após treinamentos de curta duração.²⁰⁻²²

O diâmetro e a colapsibilidade da VCI também apresentaram excelente reprodutibilidade, refletindo concordância consistente na estimativa da PVC como baixa, normal ou elevada. No entanto, é amplamente reconhecido que a acurácia das medidas da VCI para estimativa da PVC é maior nos extremos do estado volêmico e menos confiável

em valores intermediários. Além disso, a precisão pode ser comprometida em pacientes com comorbidades, como doenças pulmonares ou hepáticas, obesidade ou em uso de ventilação com pressão positiva, o que reduz sua utilidade clínica nesses cenários.^{23,24}

A avaliação da congestão venosa periférica por meio do escore VExUS é valiosa porque, além de identificar congestão sistêmica e prever SRC, tem excelente acurácia para prever PVC > 12 mmHg.²⁴ Embora a avaliação isolada dos fluxos nas VH e VP tenha apresentado boa concordância, a graduação pelo escore VExUSm demonstrou concordância ainda melhor. Nossos resultados indicam que, embora os avaliadores nem sempre tenham concordado quanto à classificação de padrões específicos de fluxo hepático ou portal, a graduação final do VExUSm apresentou excelente concordância. Isso sugere que, para a graduação pelo VExUSm, o fator mais crítico é a identificação de padrões gravemente alterados que mudam a categoria de congestão.

Ao comparar nossos achados com os de estudos anteriores que avaliaram a concordância do escore VExUS, observa-se que os dados disponíveis ainda são relativamente escassos. Um estudo relatou um ICC de 0,83 ($p < 0,001$) para a graduação global do VExUS, indicando concordância substancial entre os avaliadores. Para os componentes individuais do VExUS, os ICCs foram de 0,71 ($p < 0,001$) para a VH, 0,74 ($p < 0,001$) para a VP e 0,48 ($p < 0,001$) para a veia renal, refletindo uma variação de concordância de fraca a moderada.²⁵ Além disso, outro estudo relatou boa reprodutibilidade para a avaliação da fração de pulsatilidade portal por ECG transtorácico, com uma diferença média de 5,6% entre medidas repetidas e um ICC de 0,824 ($p < 0,001$).²⁶ Esse achado está de acordo com nossos resultados e reforça a robustez da avaliação da VP. Em nosso estudo, observou-se padrão semelhante, com concordância ainda mais elevada para as VH e porta. Essa melhora pode ser atribuída ao uso sistemático do traçado de ECG durante todos os exames, prática previamente associada a maior concordância.²⁵ Devido à baixa concordância previamente relatada e ao tempo prolongado exigido para a avaliação da veia renal,²⁵ esse componente foi excluído de nosso protocolo, com o objetivo de torná-lo mais ágil e de melhorar a reprodutibilidade. Essa decisão é reforçada por evidências de que um escore VExUSm sem o Doppler da veia renal já foi validado em pacientes com SRC internados em unidade de terapia intensiva, em estudo prospectivo de centro único.²⁷

Na avaliação da congestão hemodinâmica, os menores valores de ICC observados para a onda A e para as medidas da e' podem ser atribuídos a desafios como taquicardia e à prevalência de arritmias durante o estudo, fatores que afetam a consistência das medidas relacionadas à contração atrial e às velocidades diastólicas iniciais no anel mitral septal. Embora a velocidade da onda e' obtida por TDI seja geralmente mais robusta do que a avaliação do fluxo transmitral, ela ainda apresenta limitações, especialmente em pacientes com disfunção miocárdica regional.^{13,28} Inconsistências nas medições também podem decorrer do posicionamento do transdutor de ultrassom, caso este não esteja perfeitamente alinhado de forma paralela ao septo interventricular na posição supina. A inclusão exclusiva de pacientes com IC e FEVE

reduzida poderia, potencialmente, melhorar o desempenho e a reprodutibilidade das medidas da e' .²⁹

A classificação global da razão E/A demonstrou boa concordância, com ICC de 0,852 (IC 95%: 0,731-0,928; $p < 0,001$), enquanto a avaliação da razão E/ e' apresentou concordância moderada (ICC: 0,662; IC 95%: 0,449-0,824; $p < 0,001$). Embora as razões E/A e E/ e' sejam amplamente utilizadas na avaliação da função diastólica em exames de ecocardiograma e tenham sido propostas para aplicação à beira do leito, seu uso por não ecocardiografistas na prática clínica ainda não foi amplamente investigado.^{15,30,14}

Pontos fortes e limitações

Este estudo de centro único, com tamanho amostral relativamente pequeno, pode limitar a generalização dos resultados e a sensibilidade para detectar variações sutis. A dependência do operador pode afetar a reprodutibilidade em cenários com menor experiência; no entanto, os altos valores de ICC observados sugerem que o treinamento adequado mitiga essa limitação. O rigor metodológico foi mantido por meio de avaliações em tempo real, cegadas e realizadas por investigadores treinados, com integração do traçado de ECG, o que minimizou os vieses comumente associados a análises retrospectivas ou baseadas em gravações. Esses pontos fortes reforçam a robustez e a aplicabilidade clínica das variáveis de POCUS avaliadas.

Conclusão

Este estudo demonstra que as variáveis de POCUS utilizadas na avaliação da congestão hemodinâmica, pulmonar e venosa periférica apresentam alta IRR entre seus diferentes componentes. Observou-se elevada reprodutibilidade para as zonas pulmonares positivas, parâmetros de PEVE, medidas da VCI e graduação pelo escore VExUSm. A reprodutibilidade da UP e do escore VExUSm foi superior à dos parâmetros de PEVE, sugerindo que esses métodos podem oferecer maior consistência do que medidas tradicionais, como a razão E/ e' .

Agradecimentos

Agradecemos à equipe da UTIC do HCPA pelo valioso apoio na viabilização deste estudo. Reconhecemos também o suporte logístico e administrativo fornecido pela coordenação da pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Por fim, agradecemos a todos os pacientes e seus familiares que consentiram em participar e tornaram este estudo viável.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Saadi MP, Machado GP, Silvano GP, Telo G, Silveira AD; obtenção de dados: Saadi MP, Silvano GP, Barbato JPR, Almeida RF; análise e interpretação dos dados: Saadi MP, Machado GP, Silvano GP, Telo G; análise estatística: Saadi MP, Machado GP, Silvano GP; redação do manuscrito: Saadi MP, Silvano GP; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Saadi MP, Scolari FL, Telo G, Silveira AD.

Artigo Original

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

Este artigo é parte de tese de Doutorado de Marina Petersen Saadi pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre sob o número de protocolo

6.468.353. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Referências

1. 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.
2. Koratala A, Ronco C, Kazory A. Diagnosis of Fluid Overload: From Conventional to Contemporary Concepts. *Cardiorenal Med*. 2022;12(4):141-54. doi: 10.1159/000526902.
3. Price S, Platz E, Cullen L, Tavazzi G, Christ M, Cowie MR, et al. Expert Consensus Document: Echocardiography and Lung Ultrasonography for the Assessment and Management of Acute Heart Failure. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(7):427-40. doi: 10.1038/nrcardio.2017.56.
4. Platz E, Jhund PS, Giererd N, Pivetta E, McMurray JJV, Peacock WF, et al. Expert Consensus Document: Reporting Checklist for Quantification of Pulmonary Congestion by Lung Ultrasound in Heart Failure. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(7):844-51. doi: 10.1002/ehfj.1499.
5. 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/ehfj.1379.
6. Gargani L, Giererd 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.
7. Öhman J, Harjola VP, Karjalainen P, Lassus J. Assessment of Early Treatment Response by Rapid Cardiothoracic Ultrasound in Acute Heart Failure: Cardiac Filling Pressures, Pulmonary Congestion and Mortality. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2018;7(4):311-20. doi: 10.1177/2048872617708974.
8. 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.
9. Nagueh SF. Non-Invasive Assessment of Left Ventricular Filling Pressure. *Eur J Heart Fail*. 2018;20(1):38-48. doi: 10.1002/ehfj.971.
10. 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.
11. 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.
12. Öhman J, Harjola VP, Karjalainen P, Lassus J. Rapid Cardiothoracic Ultrasound Protocol for Diagnosis of Acute Heart Failure in the Emergency Department. *Eur J Emerg Med*. 2019;26(2):112-7. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000499.
13. 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.
14. Popescu BA, Beladan CC, Nagueh SF, Smiseth OA. How to Assess Left Ventricular Filling Pressures by Echocardiography in Clinical Practice. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(9):1127-9. doi: 10.1093/ehjci/jeac123.
15. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM, et al. Clinical Utility of Doppler Echocardiography and Tissue Doppler Imaging in the Estimation of Left Ventricular Filling Pressures: A Comparative Simultaneous Doppler-Catheterization Study. *Circulation*. 2000;102(15):1788-94. doi: 10.1161/01.cir.102.15.1788.
16. Sohn DW, Song JM, Zo JH, Chai IH, Kim HS, Chun HG, et al. Mitral Annulus Velocity in the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function in Atrial Fibrillation. *J Am Soc Echocardiogr*. 1999;12(11):927-31. doi: 10.1016/s0894-7317(99)70145-8.
17. Duggan NM, Goldsmith AJ, Saud AAA, Ma IWY, Shokoohi H, Liteplo AS. Optimizing Lung Ultrasound: The Effect of Depth, Gain and Focal Position on Sonographic B-Lines. *Ultrasound Med Biol*. 2022;48(8):1509-17. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2022.03.015.
18. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a Registered Branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(7):685-713. doi: 10.1016/j.echo.2010.05.010.
19. Koratala A, Reisinger N. Venous Excess Doppler Ultrasound for the Nephrologist: Pearls and Pitfalls. *Kidney Med*. 2022;4(7):100482. doi: 10.1016/j.xkme.2022.100482.
20. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-63. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.

21. Gullett J, Donnelly JP, Sinert R, Hosek B, Fuller D, Hill H, et al. Interobserver Agreement in the Evaluation of B-Lines Using Bedside Ultrasound. *J Crit Care*. 2015;30(6):1395-9. doi: 10.1016/j.jcrc.2015.08.021.
22. Imanishi J, Iwasaki M, Ujiro S, Nakano T, Yamashita T, Eto H, et al. Accuracy of Lung Ultrasound Examinations of Residual Congestion Performed by Novice Residents in Patients with Acute Heart Failure. *Int J Cardiol*. 2024;395:131446. doi: 10.1016/j.ijcard.2023.131446.
23. Stassen J, Falter M, Herbots L, Timmermans P, Dendale P, Verwerft J. Assessment of Venous Congestion Using Vascular Ultrasound. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023;16(3):426-31. doi: 10.1016/j.jcmg.2022.12.028.
24. 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.
25. Longino AA, Martin KC, Leyba KR, Siegel G, Sharma VM, Riscinti M, et al. Reliability and Reproducibility of the Venous Excess Ultrasound (VExUS) Score, a Multi-Site Prospective Study Validating a Novel Ultrasound Technique for Comprehensive Assessment of Volume Status. *Research Square*. 2024. doi: 10.21203/rs.3.rs-3993434/v1.
26. Eljaiek R, Cavayas YA, Rodrigue E, Desjardins G, Lamarche Y, Toupin F, et al. High Postoperative Portal Venous Flow Pulsatility Indicates Right Ventricular Dysfunction and Predicts Complications in Cardiac Surgery Patients. *Br J Anaesth*. 2019;122(2):206-14. doi: 10.1016/j.bja.2018.09.028.
27. 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/jp-journals-10071-23570.
28. Sunderji I, Singh V, Fraser AG. When does the E/e' Index Not Work? The Pitfalls of Oversimplifying Diastolic Function. *Echocardiography*. 2020;37(11):1897-907. doi: 10.1111/echo.14697.
29. Robinson S, Ring L, Oxborough D, Harkness A, Bennett S, Rana B, et al. The Assessment of Left Ventricular Diastolic Function: Guidance and Recommendations from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2024;11(1):16. doi: 10.1186/s44156-024-00051-2.
30. Koratala A, Kazory A. Point of Care Ultrasonography for Objective Assessment of Heart Failure: Integration of Cardiac, Vascular, and Extravascular Determinants of Volume Status. *Cardiorenal Med*. 2021;11(1):5-17. doi: 10.1159/000510732.

***Material suplementar**

Para informação adicional, por favor, clique aqui.



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

O Uso do POCUS na Prática Diária: Estamos Realmente Prontos para Utilizá-lo de Forma Eficiente?

The Use of POCUS in Daily Practice: Are We Really Ready to Use it Efficiently?

Angelo Antunes Salgado,^{1,2} Marcos Paulo Lacerda Bernardo¹

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Instituto Nacional de Cardiologia,² Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Minieditorial referente ao artigo: Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular

A pesquisa de congestão em pacientes com insuficiência cardíaca (IC) é crucial para o manejo clínico e prognóstico da doença. A congestão, que se manifesta como acúmulo de líquido no organismo, é a principal causa de internação hospitalar e readmissão de pacientes com IC, além de estar associada ao aumento da mortalidade. A detecção precoce e a identificação da extensão da congestão são essenciais para a escolha da terapia mais adequada, a prevenção de complicações e a melhoria do prognóstico.¹ Os sinais clínicos de congestão podem ser poucos sensíveis e específicos para o diagnóstico e manejo de pacientes com IC.²

O POCUS (*point-of-care ultrasound*) é uma ferramenta diagnóstica que permite visualizar imagens ultrassonográficas de maneira imediata e dinâmica. Utilizado à beira do leito, possibilita a obtenção de informações clínicas adicionais ao exame físico para uma doença ou procedimento específico. A praticidade e a velocidade de obtenção das imagens fazem com que seja muito utilizada no ambiente hospitalar em pacientes graves. O POCUS vem sendo empregado em diversas especialidades médicas, em especial no ultrassom pulmonar e cardíaco.³

A realização do POCUS à beira do leito em paciente em estado crítico no setor de cuidados intensivos ou mesmo a nível ambulatorial está se tornando cada vez mais comum na prática médica, associado ao exame físico e aos demais exames complementares. Conforme demonstrado pela sua excelente sensibilidade e especificidade, a aplicação do POCUS com foco em perguntas clínicas específicas, de forma célere e direcionada, permite o diagnóstico preciso e rápido da hemodinâmica do paciente, bem como do status volêmico sistêmico e grau de congestão pulmonar, além de não acrescentar demasiado tempo para a sua execução.

As etapas para realizar um POCUS hemodinâmico completo baseiam-se na avaliação do grau de comprometimento da

função cardíaca (POCUS cardíaco), avaliação da congestão pulmonar (USG pulmonar) e avaliação da congestão sistêmica (VExUS). Essas avaliações podem ser vitais em paciente com quadro de choque de causa indeterminada, parada cardíaca e dispneia súbita, mas sendo utilizado cada vez mais para otimizar terapêutica em pacientes não críticos.

O POCUS cardíaco avalia a função dos ventrículos esquerdo e direito, a presença de derrame pericárdico e as características da veia cava inferior. Esses parâmetros permitem identificar causas de hipotensão, como hipovolemia, disfunção ventricular (choque cardiogênico) ou processos obstrutivos (TEP ou derrame pericárdico hemodinamicamente significativo).

No âmbito cardiovascular, a ultrassonografia pulmonar tem papel importante na pesquisa das linhas B (conhecidas como “rabos de cometa”), que ocorrem comumente em pacientes que apresentam descompensação da função ventricular esquerda, seja por falência de contratilidade ou aumento da pressão diastólica do VE em crises hipertensivas ou sobrecargas volêmicas, causando congestão pulmonar. Sabe-se que a presença das linhas B precede a ausculta de crepitações pulmonares ao exame físico, tornando-a de extrema importância no diagnóstico e tratamento precoces.

A realização do protocolo VExUS baseia-se na análise da veia cava inferior, fluxo das veias supra-hepáticas, fluxo na veia porta e avaliação das veias interlobares renais.⁴ A análise da veia cava inferior serve como norteador para o protocolo VExUS, pois, na vigência de um diâmetro menor que 2 cm, o protocolo é interrompido, indicando que o paciente não apresenta sinais de sobrecarga sistêmica (VExUS Score grau 0). Porém, o diâmetro da veia cava inferior maior ou igual a 2 cm indica sobrecarga volêmica sistêmica e, portanto, prossegue-se com o protocolo, por meio da análise do fluxo da veia supra-hepática, veia porta e veia interlobar renal. Assim, de acordo com as características do fluxo, a sobrecarga sistêmica é classificada em VExUS grau 1 (sobrecarga leve), grau 2 (sobrecarga moderada) e grau 3 (sobrecarga acentuada).

No elegante artigo de Saadi et al.⁵ é demonstrada a baixa variabilidade interexaminador na realização do POCUS em pacientes do mundo real entre os 3 examinadores treinados para esse propósito, com correlação interexaminador de 0,9 para avaliação pulmonar e 0,9 para estimar o diâmetro da veia cava inferior. Para a avaliação dos vasos viscerais, a correlação do fluxo da veia hepática foi de 0,8 e da veia

Palavras-chave

Ultrassonografia; Insuficiência Cardíaca; Diagnóstico Clínico

Correspondência: Angelo Antunes Salgado •

Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Avenida 28 de Setembro, 77.

CEP: 20550-900. Rio de Janeiro, RJ – Brasil

E-mail: angeloalsalgado@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250026>

porta foi de 0,79, apresentado na correlação com o score VExUS a maior correlação do estudo (0,95). Já a avaliação dos parâmetros de pressão diastólica do VE foi a que apresentou os menores valores (correlação E/e' : 0,66; onda A: 0,51; onda e' septal: 0,39), apesar da boa correlação E/A (0,85).

Saadi demonstrou que é factível que profissionais não especialistas na realização do exame POCUS, após um período de treinamento padronizado de 4 horas (sessões teórico-práticas) e 1 mês de treinamento, realizando pelo menos 50 exames supervisionados, tornem-se aptos para realizar o método, agregando poder diagnóstico e de conduta nos pacientes examinados. O POCUS não substitui uma avaliação especializada completa; dessa forma, o treinamento adequado é essencial para garantir diagnósticos precisos.

A efetuação desses exames por um quarto examinador, plenamente capacitado no método, poderia servir como padrão-ouro, permitindo avaliar não apenas o grau de concordância entre os profissionais treinados, mas também a acurácia diagnóstica.

A realização do Doppler dos vasos interlobares renais, parte importante na avaliação do VExUS, é um desafio para profissionais com pouco domínio do método e até mesmo para profissionais qualificados. Por vezes,

a posição do paciente em decúbito dorsal, obesidade, incapacidade de mobilização e não cooperação do paciente em realizar apneia dificultam muito a obtenção do fluxo intrarrenal. No trabalho original de Beaubien-Souligny et al.,⁶ o grau de congestão renal estava mais relacionado ao desenvolvimento de insuficiência renal do que qualquer outro parâmetro, sendo, portanto, importante para determinar o score VExUS. A retirada desse parâmetro na análise pode falsear o score VExUS, diminuindo a sensibilidade e especificidade da gravidade da congestão sistêmica. Todavia, nas situações do dia a dia, em que há dificuldade na obtenção do fluxo intrarrenal, pode-se dispor do protocolo VExUS (simplificado) utilizando apenas as veias supra-hepáticas e a veia porta, pois isso dará melhor ideia da volemia do paciente do que somente com a informação isolada da veia cava inferior.

O POCUS é uma ferramenta que veio para ficar na prática clínica. Com maior sensibilidade e especificidade na detecção de condições hemodinamicamente relevantes, ele não só aprimora o diagnóstico, como também orienta intervenções terapêuticas mais precisas — inclusive em pacientes ambulatoriais. Torna-se, assim, um recurso indispensável na prática médica contemporânea.

Referências

1. Moreira FL, Silva GW. Não Tratamos a Congestão Pulmonar e Sistêmica na Insuficiência Cardíaca Aguda Adequadamente. LAJEC. 2022;1(3):e21020. doi: 10.54143/jbmede.v1i3.51.
2. Rohde LEP, Montera MW, Bocchi EA, Clausell NO, Albuquerque DC, Rassi S, et al. Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. Arq Bras Cardiol. 2018;111(3):436-539. doi: 10.5935/abc.20180190.
3. Knust L, Danzmann LC, Cuchinski KK, Zimmer JRC. POCUS na Insuficiência Cardíaca Aguda: Conceitos Básicos para a Prática Clínica. ABC Heart Fail Cardiomyop. 2023;3(2):20230073. doi: 10.36660/abcimg.20240026.
4. Salgado AA, Bernardo MPL, Melo F Netto. Como Faço Avaliação da Congestão Venosa Sistêmica: Protocolo VExUS. Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc. 2024;37(2):e20240026. doi: 10.36660/abcimg.20240026.
5. Saadi MP, Machado GP, Silvano GP, Barbato JPR, Almeida RF, Scolari FL et al. Avaliação da Concordância Interobservadores do Ultrassom à Beira do Leito na Análise da Congestão em Unidade de Terapia Intensiva Cardiovascular. Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250022. DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250022>
6. 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.



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

Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência

Hypertrophic Cardiomyopathy: Analysis of Septal Thickness with Gradient Reduction in Patients Undergoing Radiofrequency Septal Ablation

Andrea de Andrade Vilela,^{1,2} Mariane Higa Shinzato,¹ Bruno Pereira Valdigem,¹ Antonio Tito Paladino,^{1,3} Edileide de Barros Correia,¹ Jorge Eduardo Assefi¹

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

Hospital Israelita Albert Einstein,² São Paulo, SP – Brasil

Hospital Vila Nova Star,³ São Paulo, SP – Brasil

Resumo

Fundamento: A cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva (CMHO) é uma doença genética autossômica dominante. A indicação de tratamento invasivo para a redução do gradiente intraventricular ocorre nos pacientes (p) refratários ao tratamento clínico com gradiente ≥ 50 mmHg. A ablação por radiofrequência (ARF) é, atualmente, uma das opções disponíveis para o manejo invasivo.

Objetivos: Correlacionar o diâmetro do septo interventricular com o sucesso do procedimento, definido como a redução do gradiente no pós-procedimento imediato, melhora da classe funcional e redução do gradiente seis meses após o procedimento.

Métodos: Foram incluídos 22 pacientes com CMHO. O ecocardiograma transtorácico foi realizado antes e seis meses após a ARF, enquanto o ecocardiograma transesofágico (ETE) foi realizado no intraprocedimento.

Resultados: A idade média foi de 56,64 anos ($\pm 12,23$), com 68,18% dos pacientes do sexo feminino e 73% hipertensos. A redução imediata do gradiente em mais de 50% foi observada em 72,7% dos pacientes. Aos seis meses, também houve redução do gradiente $\geq 50\%$ em 60% dos casos, além de melhora da classe funcional. Os valores de espessura septal com mediana de 18 mm estiveram associados a maior sucesso no procedimento em comparação com os de mediana de 15 mm. Não houve alteração significativa na espessura septal durante o seguimento de seis meses.

Conclusão: A ablação septal por radiofrequência (ASRF) é uma técnica eficaz e segura no manejo invasivo da CMHO. Proporciona redução significativa do gradiente intraventricular com melhora da classe funcional e manutenção de resultados no curto prazo de seguimento. Septos mais espessos mostraram correlação com maiores reduções de gradientes no intraprocedimento, mas não houve redução da espessura septal no seguimento de seis meses.

Palavras-chave: Cardiomiopatia Hipertrófica; Ablação por Radiofrequência.

Abstract

Background: Hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM) is an autosomal dominant genetic disorder. Invasive treatment for intraventricular gradient reduction is indicated in patients (p) who are refractory to clinical treatment with gradient ≥ 50 mmHg. Radiofrequency ablation (RFA) is one of the current options for invasive management.

Objectives: To evaluate the correlation between interventricular septal diameter and procedural success, defined as immediate post-procedural gradient reduction, improvement in functional class (FC), and sustained gradient reduction at 6-month follow-up.

Methods: Twenty-two patients with HOCM were included. Transthoracic echocardiography was performed before and six months after RFA, while transesophageal echocardiography (TEE) was carried out intraprocedure.

Results: The mean age was 56.64 years (± 12.23), with 68.18% of patients being female and 73% hypertensive. An immediate gradient reduction greater than 50% was observed in 72.7% of patients. At the 6-month follow-up, 60% of patients showed a $\geq 50\%$ gradient reduction

Correspondência: Andrea de Andrade Vilela •

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. Av. Dante Pazzanese, 500. CEP: 04012-909. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: andreadeandravilela@gmail.com

Manuscrito recebido em 03/04/2025; revisado em 07/04/2025; aprovado em 07/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240097>

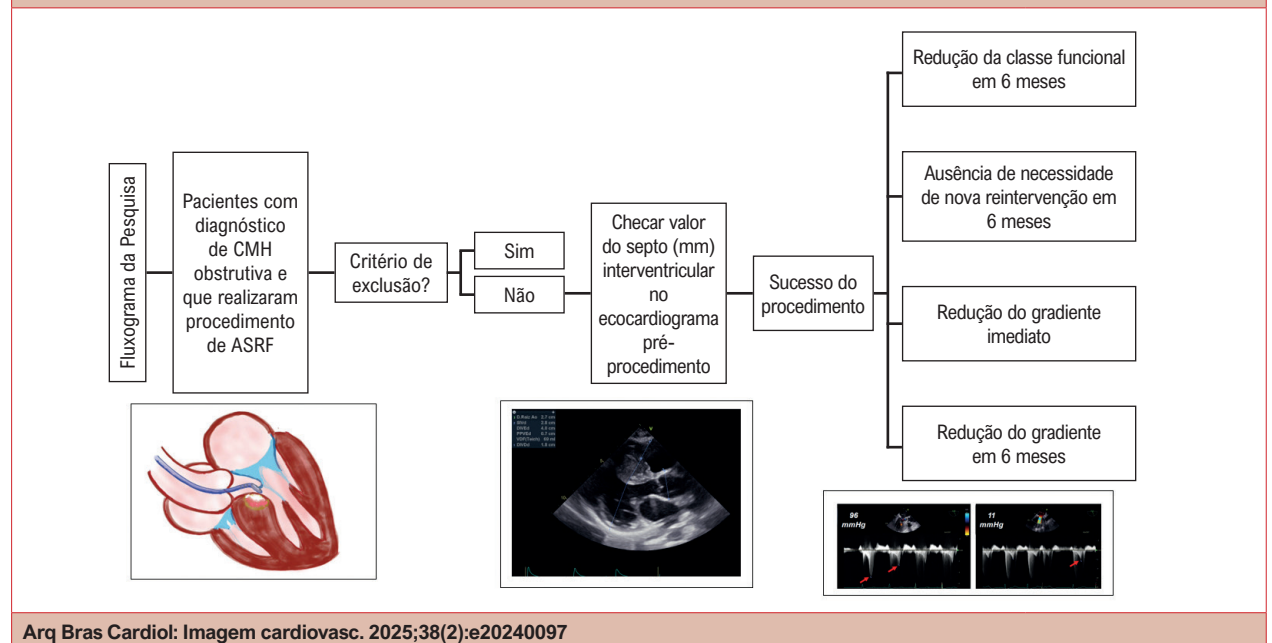
along with an improvement in FC. A median septal thickness of 18 mm was associated with greater procedural success compared to a median of 15 mm, and no significant change in septal thickness was observed over the 6-month follow-up period.

Conclusion: Radiofrequency septal ablation (RFSa) is an effective and safe technique for the invasive management of HOCM. The procedure enables a significant reduction in the intraventricular gradient, accompanied by improved FC and sustained short-term results. Thicker septa were associated with greater intraprocedural gradient reductions; however, there was no reduction in septal thickness during the 6-month follow-up.

Keywords: Hypertrophic Cardiomyopathy; Radiofrequency Ablation.

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

Figura Central: Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240097

CMH: cardiomiopatia hipertrófica; ASRF: ablação septal por radiofrequência.

Introdução

A cardiomiopatia hipertrófica (CMH) é uma doença genética autossômica dominante que afeta um a cada 500 indivíduos,¹ sendo considerada a forma isolada mais comum de doença cardíaca hereditária.² Associada à base genética, a combinação de disfunção diastólica, obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE), regurgitação mitral e isquemia miocárdica compõem a base fisiopatológica da doença.³

Tal mecanismo fisiopatológico justifica o desenvolvimento de manifestações clínicas que, além de apresentarem um quadro clínico bastante heterogêneo, podem ter início em qualquer fase da vida.⁴⁻⁷ Essa diversidade de apresentações clínicas está fortemente relacionada à heterogeneidade genética da doença, de modo que sua evolução pode variar desde casos assintomáticos até a morte súbita como diagnóstico inicial.⁸

Na presença de sintomas, o tratamento da CMH é indicado.⁸ A terapêutica farmacológica é o tratamento

de primeira linha utilizado para o alívio dos sintomas de insuficiência cardíaca. Entretanto, quando há obstrução significativa e sintomas graves refratários ao tratamento medicamentoso, medidas mais invasivas podem ser necessárias a fim de melhorar os sintomas e reduzir o gradiente intraventricular.⁹

Dois métodos invasivos, a miectomia cirúrgica e ablação septal com álcool, são usados para aliviar a obstrução de VSVE em pacientes refratários ao tratamento clínico. Mais recentemente, estudos têm mostrado resultados favoráveis de um novo procedimento intervencionista, a ablação septal por radiofrequência (ASRF).

Trabalhos na literatura que correlacionem os diâmetros da espessura miocárdica com o sucesso desse procedimento são escassos. Sendo assim, nosso objetivo foi avaliar se o grau de espessamento da parede miocárdica pré-tratamento invasivo estaria relacionado ao maior sucesso no procedimento de ASRF em pacientes com cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva (CMHO).

Métodos

Amostra do estudo

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, realizado através da revisão de prontuário, devidamente aprovado pelo comitê de ética e pesquisa sob o protocolo n.º 5133 de nossa instituição. Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, com diagnóstico de CMHO e que realizaram tratamento de ASRF. O procedimento foi realizado entre maio de 2017 e outubro de 2019.

A terapia invasiva foi indicada em pacientes com CMHO com gradiente máximo em repouso ou pós-manobra provocativa ≥ 50 mmHg sintomáticos e refratários ao tratamento clínico. Pacientes nos quais outro procedimento invasivo concomitante foi realizado ou que se recusaram a participar da pesquisa foram excluídos do estudo.

Protocolo do procedimento de ASRF

O protocolo do procedimento foi descrito por Valdígem et al.¹⁰ As ASRFs foram realizadas em sala de eletrofisiologia, com o paciente sob anestesia geral e em ventilação mecânica. A artéria femoral direita foi puncionada com introdutor 8F para acesso à região septal do ventrículo esquerdo via acesso retroaórtico. Além disso, foram realizadas mais duas punções na veia femoral direita (introdutor 6F) para posicionamento de cateter quadripolar no septo direito (para identificação eletrocardiográfica do feixe de His) e de outro cateter quadripolar na ponta do ventrículo direito.

Com o auxílio do ecocardiograma transesofágico (ETE), foi mensurado o gradiente ventrículo-aórtico e determinada a região de maior aceleração do fluxo, que corresponde à área de maior obstrução.

Dessa maneira, através da análise morfofuncional do ETE e do mapeamento eletroanatômico, o cateter terapêutico foi posicionado no septo (local de maior obstrução) e foram feitas aplicações de radiofrequência por 120 segundos (80W, 60 °C). Após cada aplicação, uma nova aferição do gradiente foi realizada por meio do ETE. No pós-procedimento imediato, o ETE determinou o gradiente máximo na VSVE e descartou possíveis intercorrências, como derrame pericárdico, lesão valvar mitral e grau de regurgitação mitral.

Após a retirada de introdutores, os pacientes permaneceram em unidade de terapia intensiva (UTI) por 24 horas, sendo posteriormente encaminhados para a enfermaria, onde permaneceram por três a cinco dias.

Fluxograma do desenho da pesquisa

A revisão de prontuário foi realizada nos pacientes elegíveis, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão descritos. Foram analisados os dados clínicos e os diâmetros do septo interventricular, que foram mensurados pelo exame de ecocardiograma transtorácico pré-procedimento. Consideramos como sucesso do procedimento a redução do gradiente no pós-procedimento imediato, a ausência de necessidade de reintervenção em seis meses, a melhora da

classe funcional conforme a New York Heart Association (NYHA) e a redução do gradiente após seis meses (Figura Central).

Análise estatística

A distribuição de frequências foi utilizada para descrever as variáveis categóricas. As medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (mínimo, máximo e desvio padrão) foram utilizadas para descrever as variáveis numéricas.

Nota-se que, devido à condição hemodinâmica diferenciada, foram definidas duas situações: intraprocedimento e ambulatorial. **Intraprocedimento**: considerados os gradientes imediatamente antes da ablação e imediatamente após a ablação, estando o paciente intubado e sob efeito de pressão positiva. **Ambulatorial**: considerados os gradientes estimados pelo ecocardiograma pré-procedimento e seis meses após o procedimento.

O teste não paramétrico U de Mann-Whitney foi adotado para verificar a associação entre a variável numérica da medida do septo e o sucesso do procedimento, uma vez que não foi observada distribuição normal das medidas do septo.

Para a evolução da espessura do septo nos momentos pré-procedimento, três meses e seis meses após a ablação, foi construído um gráfico. Utilizou-se um modelo de regressão linear misto para avaliar se houve modificação na espessura nos tempos avaliados, considerando como efeito aleatório a repetição das medidas do paciente no período.

O teste t de Student pareado foi aplicado para comparar a variável numérica do gradiente pré-procedimento e em seis meses, onde foi identificada a distribuição normal dos dados.

O teste pareado de Wilcoxon, não paramétrico, foi aplicado para comparar a variável numérica do gradiente imediato pré-procedimento com o imediato pós-procedimento, e não se observou normalidade dos dados dessas variáveis.

O teste de Shapiro-Wilk foi conduzido para verificar a normalidade dos dados (distribuição normal) de cada variável numérica.

Gráficos *Box-Plot* foram utilizados para representar a distribuição do gradiente no pré e pós-imediato, bem como do gradiente no tempo zero e após seis meses.

Adotou-se um nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos. O programa estatístico para computadores STATA, versão 16.0, foi utilizado para a realização das análises estatísticas (ref: StataCorp. 2019. Stata Statistical Software: Release 16.0. College Station, Texas: Stata Corporation).

Resultados

Foram incluídos no estudo 22 pacientes com CMHO que realizaram tratamento com ASRF em um hospital terciário de cardiologia, no período entre maio de 2017 e outubro de 2019.

A Tabela 1 apresenta as características clínicas observadas antes do procedimento. Em relação ao gênero, a amostra foi predominantemente composta por mulheres, sendo sete homens (32%) e 15 mulheres (68%). A idade dos pacientes variou de 23 a 79 anos, com média de $56,73 \pm 12,20$ anos. A média do índice de massa corporal (IMC) foi $29,69 \pm 5,46$ kg/m².

Tabela 1 – Perfil clínico dos pacientes antes da ASRF

Características clínicas	Total de pacientes (n = 22)
Idade (anos) – média (DP)	56,73 ± 12,20
Sexo feminino – n (%)	15 (68%)
Sexo masculino – n (%)	7 (32%)
IMC (kg/m²) – média (DP)	29,69 ± 5,46
Superfície corpórea (m²) – média (DP)	1,84 ± 0,23
Tabagista – n (%)	2 (9%)
Ex-tabagista – n (%)	2 (9%)
Hipertensão arterial sistêmica	16 (73%)
Dislipidemia	11 (50%)
Doença arterial coronariana	3 (14%)
Hipotireoidismo	3 (14%)
Diabetes mellitus	6 (27%)
CMH familiar	5 (23%)

N: número de pacientes. DP: desvio padrão. IMC: índice de massa corporal. CMH: cardiomiopatia hipertrófica.

Em relação aos antecedentes pessoais, 16 pacientes (73%) eram hipertensos, 11 (50%) apresentavam dislipidemia, seis (27%) eram diabéticos e três (14%) apresentavam diagnóstico de hipotireoidismo. Três pacientes (14%) apresentavam doença arterial coronariana associada. Aproximadamente 23% tinham histórico familiar de CMH conhecido e documentado em prontuário.

Dentre os pacientes com doença coronariana prévia, somente um tinha sido submetido à revascularização do miocárdio prévia.

Com relação aos sintomas (Tabela 2), todos os 22 pacientes (100%) apresentavam dispneia, 12 (55%) referiam angina, seis (27%) palpitação, sete (32%) síncope e cinco (23%) lipotímia. Quase a totalidade dos pacientes (91%) encontrava-se em classe funcional (CF) III-IV, apesar do tratamento clínico. Todos os 22 pacientes (100%) utilizavam betabloqueadores, sete (32%) usavam bloqueadores de canais de cálcio e dois (9%) faziam uso de antiarrítmicos (Tabela 3).

A frequência cardíaca média foi de 62,45 bpm ± 6,99. No eletrocardiograma realizado antes do procedimento, verificou-se a presença de sobrecarga ventricular esquerda em 100% dos pacientes, e em oito deles (36,4%) havia bloqueio de ramo esquerdo.

A espessura septal média no pré-procedimento foi de 18,59 mm (± 4,63), variando de 13 mm a 32mm (Tabela 4). Destaca-se a presença de disfunção diastólica, variando de graus I a III, e de insuficiência mitral, relacionada ao movimento anterior sistólico do aparato da valva mitral. A totalidade

Tabela 2 – Sintomas relatados pelos pacientes antes da ASRF

Sintomas	Total de pacientes (n = 22)
Dispneia	22 (100%)
CF I	0
CF II	2 (9%)
CF III	15 (68%)
CF IV	5 (23%)
Angina	12 (55%)
Palpitação	6 (27%)
Síncope	7 (32%)
Lipotímia	5 (23%)

CF: Classe funcional.

Tabela 3 – Medicamentos de uso regular prévios ao procedimento de ASRF

Medicamentos	Total de pacientes (n = 22)
Beta bloqueador	22 (100%)
Propranolol	6 (27,3%)
Atenolol	11 (50%)
Metoprolol	5 (22,7%)
Amiodarona	1 (4,6%)
Disopiramida	1 (4,6%)
Bloqueador de canal de cálcio	7 (31,8%)
Anlodipino	1 (4,6%)
Verapamil	3 (13,6%)
Diltiazem	3 (13,6%)
BRA	4 (19,2%)
Losartana	4 (19,2%)
Diuréticos	15 (68,2%)
Furosemida	2 (9,1%)
Hidroclorotiazida	4 (18,2%)
Clortalidona	8 (36,4%)
Espironolactona	13 (59,1%)

BRA: bloqueador de receptor de angiotensina.

Tabela 4 – Características ecocardiográficas individuais prévias ao procedimento de ASRF

Paciente	Gênero	Idade	Raiz da Aorta (mm)	AE (mm)	AEi (mm/m ²)	DDVE (mm)	Espessura Septal Pré-Ablação (mm)	PP (mm)	Relação Septo/PP	Massa do VE (g)	Massa do VE indexada (g/m ²)	FE (%)
1	M	55	33	50	60,00	44	23	11	2,09	408	178,3	69
2	F	50	32	57	81,00	47	24	12	2,00	345	156	78
3	F	51	32	40	73,00	36	15	11	1,36	201	99	74
4	F	64	29	41	37,00	41	15	10	1,50	229	165	68
5	F	71	32	47	43,00	43	18	13	1,38	341	165	70
6	F	62	30	33	46,00	42	27	19	1,42	427	207	74
7	F	58	29	52	108,00	36	18	14	1,29	214	143	70
8	M	51	36	43	36,00	44	18	12	1,50	335	163	66
9	F	23	29	39	50,00	36	17	8	2,13	189	114	67
10	F	73	34	42	49,00	48	16	13	1,23	362	189	62
11	F	64	29	46	52,00	42	15	11	1,36	252	155	65
12	M	55	35	41	37,00	51	20	11	1,82	438	223	69
13	F	79	34	56	64,00	38	21	18	1,17	367	209	69
14	F	50	36	33	40,00	40	16	14	1,14	292	200	68
15	F	54	31	38	53,00	42	15	10	1,5	237	145	66
16	M	38	33	58	43,00	49	22	13	1,69	497	225	61
17	M	51	36	46	46,00	51	17	12	1,42	397	193	67
18	M	62	37	43	43,00	48	17	13	1,31	381	214	62
19	M	55	34	50	80,00	42	32	16	2,00	686	394	76
20	F	71	32	49	82,00	45	15	15	1,00	346	215	68
21	F	64	37	45	55,00	52	13	12	1,08	331	186	67
22	F	48	31	32	40,00	43	15	10	1,50	246	129	67

AE: átrio esquerdo; AEi: átrio esquerdo indexado; DDVE: diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo; PP: parede posterior; VE: ventrículo esquerdo; FE: fração de ejeção.

dos pacientes apresentava função sistólica preservada, com média da fração de ejeção estimada por Simpson de 68% $\pm$ 4,3. Como esperado, a massa ventricular encontrava-se aumentada, com valor médio de 341,86 g ($\pm$ 113,85). Os valores de média, mediana e desvio padrão dos parâmetros ecocardiográficos estão disponíveis na Tabela 5.

A média dos gradientes máximos iniciais estimados durante o procedimento foi de 78,18 mmHg ($\pm$ 33,05). Ao seu término, a média reduziu para 34,09 mmHg ($\pm$ 28,48).

Dois pacientes desenvolveram complicações no sítio de punção, sendo um pseudoaneurisma e dois hematomas, que foram resolvidos de modo conservador. Sete pacientes desenvolveram bloqueio de ramo esquerdo imediatamente após o procedimento, e dois apresentaram hipotensão

arterial. Não houve óbitos nem complicações que exigissem intervenção cirúrgica durante a internação. Também não foram registrados casos de derrame pericárdico ou eventos embólicos cerebrais clínicos.

O tempo médio de internação hospitalar foi de 4,14 dias, variando de dois a 10 dias.

Antes do procedimento de radioablação, 68% dos pacientes apresentavam classe funcional de NYHA III, e 23% reportavam classe funcional IV. Ao final de um ano pós-procedimento, 77% dos pacientes estavam em classe funcional I, e 9% em classe funcional II (Figura 1).

As mensurações do gradiente na VSVE foram realizadas imediatamente antes e após a radioablação, sempre considerando a mesma situação hemodinâmica (paciente

Tabela 5 – Parâmetros ecocardiográficos antes da ASRF

Parâmetros	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
AO (mm)	32,77	32,50	2,67	29	37
AE (mm)	44,59	44,00	7,46	32	58
AEi (mm/m ²)	56,36	49,50	18,76	36	108
DDVE (mm)	43,64	43,00	4,87	36	52
SI (mm)	18,59	17,00	4,63	13	32
PP (mm)	12,64	12,00	2,63	8	19
SI/PP	1,50	1,42	0,33	1,00	2,12
Massa do VE (g)	341,86	343,00	113,85	189	686
Massa do VE indexada (g/m ²)	184,88	182,15	58,49	99	394
VDF do VE (ml)	88,7	85,5	23,10	54	130
FE (%)	68,32	68,00	4,29	61	78

AO: raiz da aorta; AE: átrio esquerdo; AEi: volume de átrio esquerdo indexado; DDVE: diâmetro diastólico final de ventrículo esquerdo; SI: septo interventricular; PP: parede posterior; SI/PP: relação septo interventricular/parede posterior; VE: ventrículo esquerdo; VDF: volume diastólico final; FE: fração de ejeção.

sedado, em ventilação mecânica com PEEP de 5, com o mesmo nível pressórico e mesmo diâmetro de veia cava inferior) para uma análise acurada da variação desse gradiente relacionado ao procedimento (Figura 2). Houve diferença estatística na magnitude da queda do gradiente da VSVE, com uma mediana de gradiente pré-procedimento estimada em 68 mmHg e uma mediana de gradiente pós-procedimento imediato de 27 mmHg ($p < 0,001$). Os gradientes obstrutivos registrados ambulatorialmente pré-procedimento (média = 110,5 mmHg) foram maiores do que os registrados dentro da sala de procedimento, vide Figura 3, assim como os gradientes registrados ambulatorialmente após seis meses do procedimento (45,7 mmHg) em comparação com o gradiente mensurado após o procedimento imediato. Provavelmente, tal diferença se deve à resposta hemodinâmica sob o efeito da sedação durante o procedimento de radioablação. De qualquer forma, observamos uma redução significativa do gradiente em ambas as avaliações, tanto no pós-procedimento imediato (com uma redução relativa média de 58,9%) quanto na avaliação ambulatorial de seis meses (com uma redução relativa média de 52%) (Tabela 6).

Não há na literatura uma definição de sucesso no procedimento de ASRF. Para o nosso estudo, definimos como sucesso a redução imediata do gradiente inicial em 50% ou

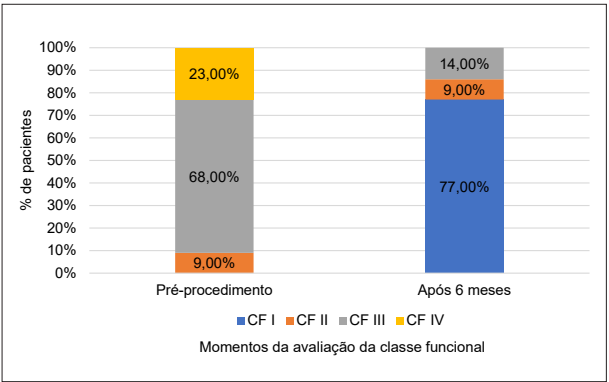


Figura 1 – Distribuição percentual dos pacientes com classe funcional I, II, III e IV antes e após 6 meses do procedimento de ASRF. CF: classe funcional.

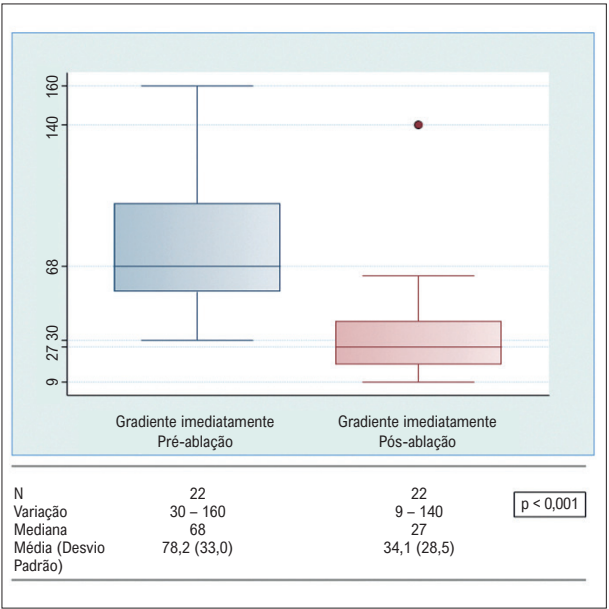


Figura 2 – Avaliação dos gradientes imediatamente antes e após a ASRF.

mais, e a manutenção do gradiente pós-procedimento em seis meses. Gradientes pós-procedimento imediato menores que 50 mmHg e menores que 30 mmHg também foram considerados como parâmetros de sucesso. Na tabela 7, apresentamos a proporção de pacientes que apresentaram redução do gradiente (no pós-imediato da ASRF e em seis meses) de acordo com os parâmetros definidos para sucesso. O teste não paramétrico U de Mann-Whitney foi adotado para verificar a associação entre o diâmetro do septo ventricular e o sucesso da ASRF. Na tabela 8, temos a distribuição das medidas do septo de acordo com o desfecho considerado sucesso. Se considerarmos a redução do gradiente em $\geq 50\%$, observamos que septos com mediana de 18 mm apresentaram desfecho favorável, em comparação com septos de 15 mm ($p < 0,05$). Se considerarmos como sucesso a redução do

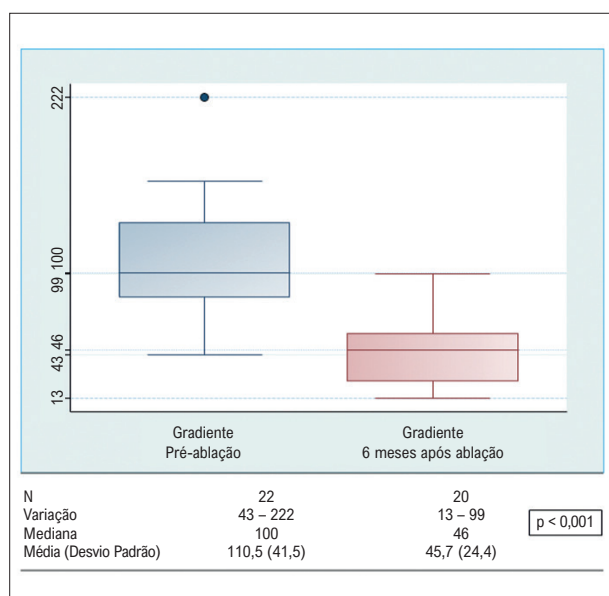


Figura 3 – Avaliação dos gradientes antes e após 6 meses do procedimento de ASRF.

gradiente em $\geq 50\%$ e ao mesmo tempo abaixo de 50 mmHg, observamos que septos com mediana de 18 mm apresentaram desfecho favorável, em comparação com septos de 15 mm ($p < 0,05$). Não houve associações significativas nas demais categorias de sucesso ($p > 0,05$).

A medida da espessura do septo nos momentos pré-procedimento, três meses e seis meses está demonstrada na Figura 4. A linha vermelha representa os valores médios. Utilizou-se um modelo linear misto para avaliar o efeito do tempo na espessura septal, considerando a dependência entre os participantes. Não foram identificadas evidências de que as medidas se alteraram ao longo do tempo.

Discussão

Esse estudo, até o momento, mostrou que a ASRF apresenta resultados favoráveis na redução do gradiente ventricular, sem complicações fatais.

Com o objetivo de minimizar influências hemodinâmicas, fizemos a comparação dos gradientes mensurados imediatamente pré e pós-procedimento (momento em que o paciente estava na sala de hemodinâmica, sedado e sob ventilação mecânica). Da mesma forma, comparamos os gradientes mensurados no paciente ambulatorial no pré-procedimento e após seis meses.

O resultado imediato do procedimento foi majoritariamente de sucesso, seja pela redução do gradiente imediato acima de 50%, redução abaixo de 50 mmHg, redução abaixo de 30 mmHg, ou pela análise combinada desses parâmetros. A redução imediata do gradiente acima de 50% ocorreu em 72,7% dos pacientes.

O resultado em seis meses também demonstrou redução do gradiente $\geq 50\%$ em 60% dos pacientes. Em seis meses, os pacientes avaliados se beneficiaram do procedimento, conforme demonstrado pela melhora da classe funcional em 100% dos pacientes, sem necessidade de reintervenção.

A análise dos resultados demonstrou que septos com mediana de 18 mm tenderam a ter maior sucesso no procedimento em comparação com septos com mediana de 15 mm. Isso pode ser justificado pelo fato de que maiores espessuras septais estão relacionadas a maiores gradientes, e a redução torna-se mais evidente em pacientes que já apresentam gradientes maiores.

Ao longo de seis meses, a análise da evolução do diâmetro septal sofreu influência pela perda de dados, mas foi possível perceber que não houve mudança significativa durante esse período. Tais achados sugerem que a redução do gradiente provavelmente ocorra por redução da motilidade do segmento septal tratado por radioablação, e não pela redução da sua espessura.

Limitações do estudo

Este foi um estudo retrospectivo com tempo de seguimento curto. Como retrospectivo, entendemos que a aplicação de questionários de qualidade de vida já validados, antes e após seis meses do procedimento, poderia proporcionar um conhecimento mais amplo sobre a melhora clínica, não se limitando apenas à avaliação da classe funcional pela NYHA. Da mesma forma, o teste de caminhada de seis minutos e o teste cardiopulmonar seriam parâmetros quantitativos que, seguramente, acrescentariam informações valiosas.

O número amostral foi pequeno, o que limita a correlação estatística. A amostra reduzida e o fato de se tratar de um estudo retrospectivo também impossibilitaram a realização de análises comparativas com outros métodos já consolidados, como a ablação septal alcoólica e a miectomia cirúrgica.

Como os dados foram embasados na revisão de prontuários, houve perda de número amostral devido a dados incompletos nos registros analisados.

Tabela 6 – Gradiente nos momentos pré e pós-intraprocedimento e em 6 meses

Momentos	Pré	Pós	Dif. Absoluta [IC de 95%]	Redução Relativa % [IC de 95%]	Valor-p
Intraprocedimento	78,2 $\pm$ 33,1	34,1 $\pm$ 28,5	-44,1 [-53,3; -34,9]	58,9 [51,1; 66,7]	<0,001
Ambulatorial	110,5 $\pm$ 41,5	45,7 $\pm$ 24,4	-60,9 [-80,7; -41,1]	52,0 [38,2; 65,8]	<0,001

Tabela 7 – Proporção de pacientes que reduziram gradientes comparando pré e pós-imediato, e comparando pré-ambulatorial e pós-ambulatorial de 6 meses

Desfechos	Total
Pré e pós-Imediato intraoperatório	
Redução do gradiente imediato $\geq 50\%$	16/22 (72,7%)
Gradiente pós-imediato ≤ 50 mmHg	19/22 (86,4%)
Gradiente pós-imediato ≤ 30 mmHg	12/22 (54,5%)
Redução do gradiente $\geq 50\%$ e Gradiente pós-imediato ≤ 50 mmHg	16/22 (72,7%)
Redução do gradiente $\geq 50\%$ de Gradiente pós-imediato ≤ 30 mmHg	12/22 (54,5%)
Pré-ambulatorial e pós-ambulatorial de 6 meses	
Redução do gradiente em 6 meses $\geq 50\%$	12/20 (60,0%)
Gradiente após 6 meses ≤ 50 mmHg	12/20 (60,0%)
Gradiente após 5 meses ≤ 30 mmHg	7/20 (35,0%)
Redução do gradiente em 6 meses $\geq 50\%$ e Gradiente após 6 meses ≤ 50 mmHg	9/20 (45,0%)
Redução do gradiente em 6 meses $\geq 50\%$ e Gradiente após 6 meses ≤ 30 mmHg	6/20 (30,0%)

Tabela 8 – Distribuição das medidas do septo de acordo com grupo de sucesso

SUCESSO	SEPTO						Valor-p
	Categoria	N	Variação	Mediana	Média (DP)		
Gradiente imediato caiu MAIS do que 50%	Não	6	15 – 18	15	15,8 (1,3)	0,050	
	Sim	16	13 – 32	18	19,6 (5,0)		
Gradiente imediato caiu ABAIXO de 50%	Não	3	15 – 18	15	16,0 (1,7)	0,300	
	Sim	19	13 – 32	17	19,0 (4,8)		
Gradiente imediato caiu ABAIXO de 30%	Não	10	15 – 27	16	17,9 (4,2)	0,421	
	Sim	12	13 – 32	17,5	19,2 (5,0)		
Gradiente imediato caiu mais do que 50% e ABAIXO de 50 mmHg	Não	6	15 – 18	15	15,8 (1,3)	0,050	
	Sim	16	13 – 32	18	9,6 (5,0)		
Gradiente imediato caiu mais do que 50% e ABAIXO de 30 mmHg	Não	10	15 – 27	16	17,9 (4,2)	0,421	
	Sim	12	13 – 32	17,5	19,2 (5,0)		
Sucesso Gradiente 6 meses CAIU mais do que 50%	Não	8	16 – 32	19	20,6 (5,2)	0,137	
	Sim	12	13 – 27	16,5	17,8 (4,2)		
Sucesso Gradiente 6 meses ABAIXO de 50%	Não	8	13 – 23	17,5	17,5 (3,1)	0,506	
	Sim	12	15 - 32	17,5	19,9 (5,4)		
Sucesso Gradiente 6 meses caiu e ABAIXO de 30 mmHg	Não	13	13 – 32	18	19,1 (5,1)	0,984	
	Sim	7	15 – 27	17	18,7 (4,1)		
Sucesso Gradiente 6 meses caiu >50% e abaixo de 50 mmHg	Não	11	13 – 32	18	19,2 (5,1)	0,751	
	Sim	9	15 – 27	17	18,7 (4,4)		
Sucesso Gradiente 6 meses Caiu >50% e abaixo de 30 mmHg	Não	14	13 – 32	17,5	18,9 (5,0)	0,889	
	Sim	6	15 – 27	17,5	19,0 (4,4)		

DP: Desvio Padrão. Valor-p obtido pelo teste U de Mann-Whitney.

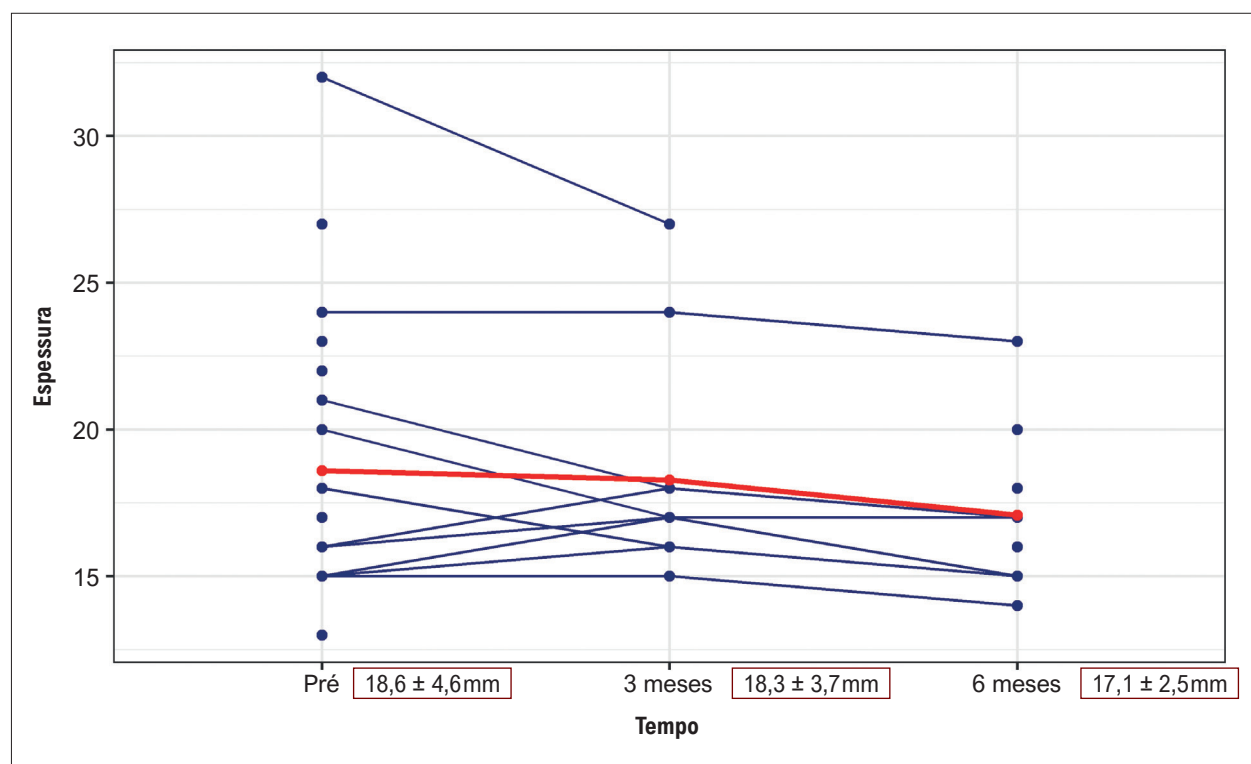


Figura 4 – Gráfico de perfis da evolução da espessura septal (média e desvio padrão) no tempo.

Conclusão

A ASRF é uma técnica eficaz e segura no manejo invasivo da CMHO. Ela permite redução significativa do gradiente intraventricular com melhora da classe funcional, com resultados mantidos no curto prazo de seguimento.

Estudos multicêntricos, comparando a ASRF às técnicas invasivas clássicas, e com seguimento a longo prazo, são necessários para que essa nova modalidade passe a compor uma das alternativas de manejo invasivo na CMHO, conforme descrito nas diretrizes.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Vilela AA, Valdigem BP, Correia EB; obtenção de dados: Vilela AA, Shinzato MH, Valdigem BP, Paladino AT, Correia EB; análise e interpretação dos dados, análise estatística e redação do manuscrito: Vilela AA, Shinzato MH, Valdigem BP; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Vilela AA, Shinzato MH, Valdigem BP, Paladino AT, Correia EB, 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

Este artigo é parte de tese de Doutorado de Mariane Higa Shinzato pela Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia/ Universidade de São Paulo.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia sob o número de protocolo 5133. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Maron BJ. Hypertrophic Cardiomyopathy. *Lancet*. 1997;350(9071):127-33. doi: 10.1016/S0140-6736(97)01282-8.
2. Howell N, Bradlow W. Surgical Management of Left Ventricular Outflow Obstruction in Hypertrophic Cardiomyopathy. *Echo Res Pract*. 2015;2(1):37-44. doi: 10.1530/ERP-15-0005.
3. Bazan SGZ, Oliveira GO, Silveira CFSMP, Reis FM, Malagutte KNDS, Tinasi LSN, et al. Hypertrophic Cardiomyopathy: A Review. *Arq Bras Cardiol*. 2020;115(5):927-35. doi: 10.36660/abc.20190802.
4. Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, Borggrefe M, Cecchi F, Charron P, et al. 2014 ESC Guidelines on Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy: The Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014;35(39):2733-79. doi: 10.1093/eurheartj/ehu284.
5. Maron BJ, Ommen SR, Semsarian C, Spirito P, Olivetto I, Maron MS. Hypertrophic Cardiomyopathy: Present and Future, with Translation Into Contemporary Cardiovascular Medicine. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(1):83-99. doi: 10.1016/j.jacc.2014.05.003.
6. Maron MS, Maron BJ. Hypertrophic Cardiomyopathy - Authors' Reply. *Lancet*. 2013;381(9876):1457-8. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60922-8.
7. Maron BJ. Hypertrophic Cardiomyopathy: A Systematic Review. *JAMA*. 2002;287(10):1308-20. doi: 10.1001/jama.287.10.1308.
8. Bittencourt MI, Rocha RM, Albanesi FM Filho. Hypertrophic Cardiomyopathy. *Rev Bras Cardiol*. 2010;23(1):17-24.
9. Cooper RM, Shahzad A, Hasleton J, Digiovanni J, Hall MC, Todd DM, et al. Radiofrequency Ablation of the Interventricular Septum to Treat Outflow Tract Gradients in Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy: A Novel Use of CARTOSound® Technology to Guide Ablation. *Europace*. 2016;18(1):113-20. doi: 10.1093/europace/euv302.
10. Valdigem BP, Correia EB, Moreira DAR, Bihan DL, Pinto IMF, Abizaid AAC, et al. Septal Ablation with Radiofrequency Catheters Guided by Echocardiography for Treatment of Patients with Obstructive Hypertrophic Cardiomyopathy: Initial Experience. *Arq Bras Cardiol*. 2022;118(5):861-72. doi: 10.36660/abc.20200732.



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

Ablação Septal por Radiofrequência na Cardiomiopatia Hipertrófica Obstrutiva: Papel da Imagem na Avaliação de Espessura Septal e Redução de Gradiente

Radiofrequency in Obstructive Hypertrophic Cardiomyopathy: The Role of Imaging in the Assessment of Septal Thickness and Gradient Reduction

Alexandre Costa Souza,^{1,2}  Marcus Vinicius Silva Freire de Carvalho^{1,2} 

Hospital São Rafael/ Rede D'Or,¹ Salvador, BA – Brasil

Instituto D'Or de ensino e pesquisa,² Idor, Salvador, BA – Brasil

Minieditorial referente ao artigo: Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência

A cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva (CMHO) é uma patologia de origem genética caracterizada por acentuada hipertrofia miocárdica, além de fibrose de extensão variável. A obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo (OVSE) é uma condição anatômica de comportamento dinâmico, podendo ocasionar sintomas como limitação ao esforço físico e redução da classe funcional, além de ser associada a casos de morte súbita.¹

A indicação de tratamento invasivo para redução do gradiente intraventricular ocorre em pacientes sintomáticos — refratários ao tratamento clínico — e com gradiente ≥ 50 mmHg. As terapêuticas intervencionistas comumente utilizadas para essa doença são a miectomia cirúrgica ou, de forma menos invasiva, a alcoolização de ramos septais da artéria coronária. Contudo, essas intervenções apresentam resultados muito variados descritos na literatura e ainda são utilizadas com pouca frequência na prática clínica.^{2,3}

Diante desse contexto, a ablação septal por radiofrequência (ASRF) por meio de cateter, utilizando mapeamento eletroanatômico para melhor caracterização do septo intraventricular, tem sido cada vez mais estudada como uma alternativa terapêutica menos invasiva e com maior potencial de controle da extensão da lesão.⁴

Nesse cenário, a avaliação ecocardiográfica detalhada é fundamental para a escolha e acompanhamento do procedimento, utilizando-se para isso a análise dos aspectos morfológicos (distribuição da hipertrofia e grau de espessura do septo) e dos aspectos funcionais/hemodinâmicos (OVSE, movimento anterior sistólico da valva mitral e sua consequente regurgitação).⁵ Além disso, permite diagnosticar possíveis complicações e auxiliar na avaliação evolutiva dos pacientes submetidos às terapêuticas intervencionistas, entre elas a ASRF.^{2,4}

O estudo de Vilela et al.,⁶ publicado nesta edição da *ABC Imagem Cardiovascular*, avaliou 22 pacientes com diagnóstico de CMHO, submetidos à ASRF, com o objetivo de correlacionar a espessura septal à resposta hemodinâmica obtida com o procedimento. Para isso, os autores utilizaram ecocardiografia transtorácica nas avaliações prévias e no seguimento após seis meses, além de ecocardiografia transesofágica para aferições durante o curso do procedimento.

A principal variável de desfecho foi a redução do gradiente intraventricular máximo, mensurado por Doppler contínuo na via de saída do ventrículo esquerdo. O sucesso do procedimento foi definido por critérios compostos: redução $\geq 50\%$ do gradiente imediato, manutenção do gradiente reduzido em seis meses e melhora da classe funcional pela classificação da NYHA. No pós-imediato, 72,7% dos pacientes atingiram a redução proposta, e 60% mantiveram esse resultado no acompanhamento ambulatorial. Também foi observada melhora significativa da classe funcional ao longo do seguimento.

Os autores observaram que pacientes com espessura septal igual ou superior a 18 mm apresentaram maiores taxas de sucesso imediato, com significância estatística ($p = 0,050$), em comparação àqueles com média de 15 mm. Por outro lado, não houve redução significativa da espessura septal ao longo do tempo, sugerindo que a diminuição do gradiente estaria mais relacionada à modificação funcional do segmento tratado do que ao remodelamento anatômico. Mesmo assim, os achados devem ser interpretados com cautela, dado o número reduzido de pacientes ($n = 22$), o que limita a generalização dos resultados e restringe análises em subgrupos clínicos ou anatômicos específicos.

Os resultados do estudo destacam a contribuição da imagem cardiovascular, especialmente da ecocardiografia, no suporte à tomada de decisão invasiva em pacientes com CMHO. A mensuração da espessura septal, a documentação precisa do gradiente intraventricular e a avaliação funcional ao longo do tempo formam um conjunto robusto de dados, que fortalece a aplicação clínica da ASRF como estratégia terapêutica emergente. Embora limitados pelo tamanho da amostra, os achados reforçam a viabilidade técnica do método e sua associação com desfechos clínicos favoráveis. Em um contexto de constante evolução das terapias estruturais, a integração entre raciocínio clínico e métodos

Palavras-chave

Ablação por Radiofrequência; Cardiomiopatias; Obstrução da Via de Saída Ventricular Esquerda

Correspondência: Marcus Vinicius Silva Freire de Carvalho •

Hospital São Rafael. Avenida São Rafael, 2152. CEP: 41253-190. São Marcos, Salvador, BA – Brasil

E-mail: marcusviniciusfrc@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250024>

de imagem permanece central na seleção e condução individualizada dos casos.

Apesar dos achados positivos, o pequeno tamanho amostral e o desenho retrospectivo limitam a generalização dos resultados. A ausência de comparação direta com outras técnicas invasivas tradicionais, como a miectomia ou a alcoolização septal, também impede conclusões definitivas

sobre superioridade ou equivalência. Estudos prospectivos e randomizados, com acompanhamento prolongado e critérios objetivos de sucesso clínico e funcional, são fundamentais para posicionar a ASRF de forma sólida no algoritmo terapêutico da CMHO. A evolução das técnicas de imagem e sua integração com a eletrofisiologia representam um caminho promissor para a individualização das abordagens invasivas.

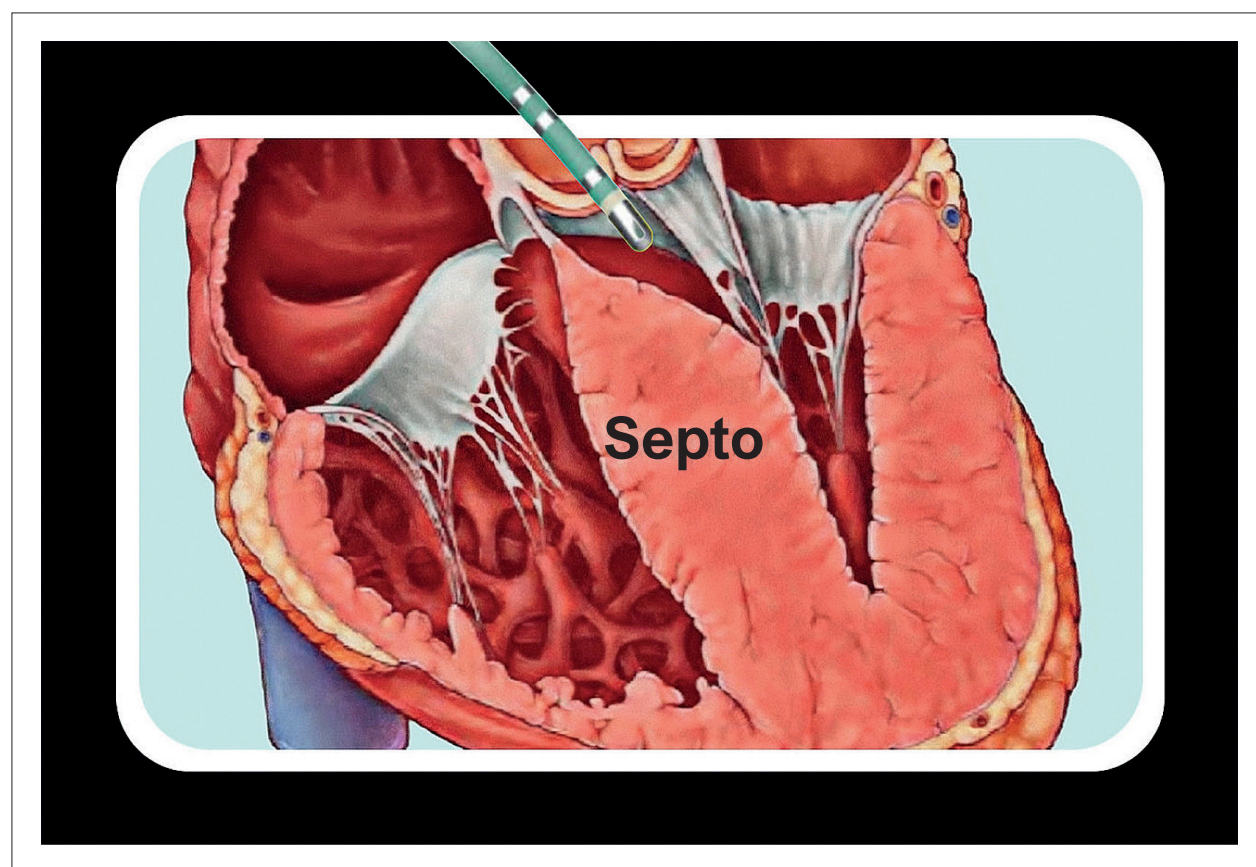


Figura 1 – Ilustração esquemática da abordagem por cateter para (ASRF), com destaque para o septo interventricular espessado, frequentemente envolvido na OVSVE na CMHO. A imagem ilustra a posição do cateter de ablação em relação ao aparelho valvar mitral e à via de saída do VE, região alvo da terapia por ASRF.

Referências

1. Maron BJ, Ommen SR, Semsarian C, Spirito P, Olivetto I, Maron MS. Hypertrophic Cardiomyopathy: Present and Future, with Translation Into Contemporary Cardiovascular Medicine. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(1):83-99. doi: 10.1016/j.jacc.2014.05.003.
2. Ommen SR, Mital S, Burke MA, Day SM, Deswal A, Elliott P, et al. 2020 AHA/ACC Guideline for the Diagnosis and Treatment of Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(25):159-240. doi: 10.1016/j.jacc.2020.08.045.
3. Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, Borggrefe M, Cecchi F, Charron P, et al. 2014 ESC Guidelines on Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2014;35(39):2733-79. doi: 10.1093/eurheartj/ehu284.
4. Valdígem BP, Correia EB, Moreira DAR, Bihan DL, Pinto IMF, Abizaid AAC, et al. Septal Ablation with Radiofrequency Catheters Guided by Echocardiography for Treatment of Patients with Obstructive Hypertrophic Cardiomyopathy: Initial Experience. *Arq Bras Cardiol.* 2022;118(5):861-72. doi: 10.36660/abc.20200732.
5. Gersh BJ, Maron BJ, Bonow RO, Dearani JA, Fifer MA, Link MS, et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for the Diagnosis and Treatment of Hypertrophic Cardiomyopathy: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in

Collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2011;58(25):212-60. doi: 10.1016/j.jacc.2011.06.011.

6. Vilela AA, Shinzato MH, Valdigem B, Paladino Filho AT, Correia EB, Assef JE. Cardiomiopatia Hipertrófica: Análise da Espessura Septal com a Redução do Gradiente em Pacientes Submetidos à Ablação Septal por Radiofrequência. Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240097. doi: 10.36660/abcimg.20240097.



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

Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem

Conventional and Partially ECG-Gated Triple Rule-Out Computed Tomography Angiography with Extension to Abdominal Aorta: Comparative Radiation Dose and Imaging Quality

Pamela Bertolazzi,¹ Carla Franco Greco Silva,¹ Leonardo Lunes,¹ Fernando Freitas de Oliveira,¹ Fabio Payão Pereira,¹ Publio Cesar Cavalcanti Viana,¹ Isac Castro,¹ Natally Horvat,² José Arimateia Batista Araújo-Filho¹

Hospital Sírio-Libanês,¹ São Paulo, SP – Brasil

Mayo Clinic,² Rochester – EUA

Resumo

Fundamento: A angiotomografia computadorizada (ATC) com descarte triplo (TRO; do inglês, *triple rule-out*) é um protocolo sincronizado ao eletrocardiograma (ECG) que permite a avaliação simultânea das artérias coronárias, da aorta torácica e das artérias pulmonares em um único exame. É especialmente útil para pacientes com risco baixo a moderado de síndrome coronariana aguda no pronto atendimento, particularmente quando dissecção aórtica e embolia pulmonar também são consideradas no diagnóstico diferencial.

Objetivo: O presente estudo visou comparar, em termos de dose de radiação e qualidade da imagem, dois protocolos de TRO: totalmente sincronizado ao ECG (protocolo A) e parcialmente sincronizado ao ECG (protocolo B), ambos incluindo cobertura da aorta abdominal. Tal comparação de protocolos pode ser útil quando algoritmos de reconstrução iterativa não estiverem disponíveis e a transição manual entre em protocolos parcialmente sincronizados ao ECG for necessária.

Métodos: A dose de radiação foi avaliada usando o produto dose-comprimento, a dose efetiva e a dose virtual. Os valores de atenuação foram medidos nas artérias coronárias e pulmonares, bem como na aorta descendente e abdominal. A qualidade da imagem e a conspicuidade dos vasos foram avaliadas por meio de uma escala Likert de 5 pontos.

Resultados: Um total de 56 pacientes foi incluído. O protocolo B demonstrou exposição à radiação significativamente menor em comparação ao protocolo A em todas as métricas: mediana do produto dose-comprimento (1,1 mSv [intervalo interquartil: 0,9 a 1,1] versus 2,2 mSv [intervalo interquartil: 1,6 a 2,8]), dose efetiva (17,0 mSv [intervalo interquartil: 14,3 a 18,1] versus 32,6 mSv [intervalo interquartil: 24,4 a 42,7]) e dose virtual (16,2 [intervalo interquartil: 9,3 a 20,4] versus 34,7 [intervalo interquartil: 19,9 a 43,5]). Todas as diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Não houve diferenças significativas nas medidas de atenuação ou na avaliação qualitativa das imagens entre os dois protocolos.

Conclusão: A ATC com TRO parcialmente sincronizada ao ECG proporciona qualidade de imagem comparável à técnica totalmente sincronizada ao ECG, reduzindo significativamente a exposição à radiação, tornando-se uma alternativa mais eficiente em termos de dose de radiação, quando algoritmos de reconstrução iterativa não estiverem disponíveis e a transição manual for necessária.

Palavras-chave: Eletrocardiografia; Redução da Medicação; Relação Dose-Resposta à Radiação.

Abstract

Background: Triple rule-out (TRO) computed tomography angiography (CTA) is an ECG-gated protocol that enables the simultaneous evaluation of the coronary arteries, thoracic aorta, and pulmonary arteries in a single scan. It is especially useful for patients in the emergency department with low to moderate risk of acute coronary syndrome, particularly when aortic dissection and pulmonary embolism are also considered in the differential diagnosis.

Objective: This study aimed to compare two TRO protocols, fully electrocardiogram (ECG)-gated (protocol A) and partially ECG-gated (protocol B), both including coverage of the abdominal aorta, in terms of radiation dose and image quality.

Correspondência: José Arimateia Batista Araújo-Filho •

Hospital Sírio-Libanês. Adma Jafet. CEP: 01308-050. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: ariaraujocg@gmail.com

Artigo recebido em 26/04/2025; revisado recebido em 05/05/2025; aceito em 05/05/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250025>

Methods: Radiation dose was evaluated using dose-length product (DLP), effective dose (ED), and virtual dose. Attenuation values were measured in the coronary and pulmonary arteries, as well as in the descending and abdominal aorta. Image quality and vessel conspicuity were assessed using a 5-point Likert scale.

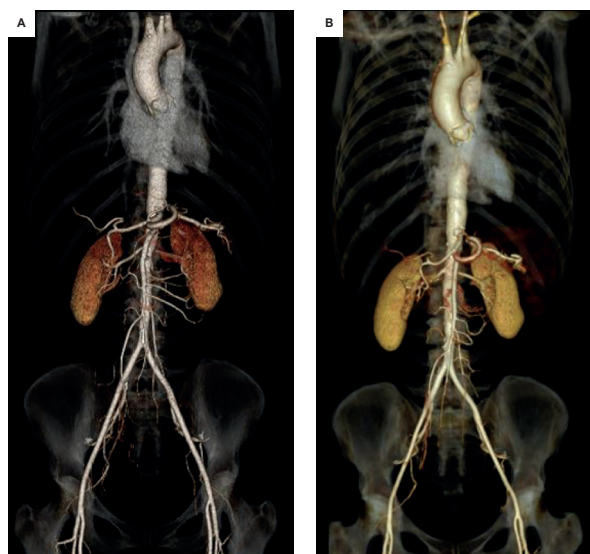
Results: A total of 56 patients were included. Protocol B demonstrated significantly lower radiation exposure compared to protocol A across all metrics: median DLP (1.1 mSv [interquartile range: 0.9 to 1.1] versus 2.2 mSv [interquartile range: 1.6 to 2.8]), ED (17.0 mSv [interquartile range: 14.3 to 18.1] versus 32.6 mSv [interquartile range: 24.4 to 42.7]), and virtual dose (16.2 [interquartile range: 9.3 to 20.4] versus 34.7 [interquartile range: 19.9 to 43.5]); all differences were statistically significant ($p < 0.001$). There were no significant differences in attenuation measurements or qualitative image assessment between the two protocols.

Conclusion: Partially ECG-gated TRO CTA provides comparable image quality to the fully ECG-gated technique while significantly reducing radiation exposure, making it a more dose-efficient alternative.

Keywords: Electrocardiography; Drug Tapering; Radiation Dose-Response Relationship.

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

Figura Central: Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250025

Reconstruções tridimensionais de ATC com renderização de volume do mesmo paciente, mostrando ausência de diferença significativa na qualidade geral da imagem entre os exames com TRO totalmente (A) e parcialmente (B) sincronizados ao ECG.

Introdução

A dor torácica é um dos motivos mais frequentes de atendimentos nas salas de emergência ao redor do mundo. Seu diagnóstico diferencial é amplo, abrangendo tanto causas cardíacas (particularmente doença arterial coronariana) quanto condições não cardíacas, como dissecação aórtica e embolia pulmonar. Distúrbios cardiovasculares podem estar presentes em até 20% dos pacientes,¹ sendo a síndrome coronariana aguda a condição mais temida. Um diagnóstico rápido e preciso é fundamental para reduzir a morbimortalidade em pacientes que apresentam dor torácica. No entanto, distinguir aqueles que necessitam de hospitalização urgente daqueles com condições benignas que podem

receber alta com segurança continua sendo um desafio comum na prática clínica.

Nesse contexto, a angiotomografia computadorizada (ATC) pode agilizar a avaliação de pacientes com dor torácica, descartando efetivamente a síndrome coronariana aguda e oferecendo um alto valor preditivo negativo.^{2,3} Avanços na tecnologia de tomografia computadorizada (TC) e nos protocolos de injeção de contraste possibilitaram ainda mais a implementação da ATC com descarte triplo (TRO; do inglês, *triple rule-out*).⁴ A ATC com TRO é um protocolo sincronizado ao eletrocardiograma (ECG) que permite a avaliação simultânea das artérias coronárias, da aorta torácica e das artérias pulmonares em um único exame. Atualmente, é considerada uma ferramenta diagnóstica custo-efetiva para

Artigo Original

pacientes com risco baixo a moderado de síndrome coronariana aguda no departamento de emergência,² particularmente quando dissecação aórtica e embolia pulmonar também são consideradas no diagnóstico diferencial.^{5,6} No entanto, antes de implementar a ATC com TRO, é essencial considerar a exposição à radiação e os parâmetros técnicos do exame, pois esses fatores podem apresentar desafios dependendo das capacidades operacionais do sistema de TC disponível.

Vários sistemas de TC podem ser usados para realizar o protocolo de ATC com TRO, incluindo aparelhos multidetectores de 64 e 128 canais, bem como sistemas de dupla energia. Esses métodos geralmente empregam sincronização retrospectiva ao ECG para aprimorar a visualização das artérias coronárias. No entanto, o uso de cobertura anatômica expandida e valores de *pitch* baixos está associado a um aumento significativo na dose média de radiação.^{7,8} Além disso, os protocolos de injeção de contraste e as técnicas de varredura para ATC com TRO variam amplamente entre as instituições, frequentemente levando a uma qualidade de imagem inconsistente.⁹ Diante desses desafios, é essencial manter a alta qualidade de imagem e, ao mesmo tempo, minimizar a exposição à radiação.

Nos últimos anos, diversas estratégias foram propostas para abordar essa questão.^{4,10-14} Ketelsen et al.,¹⁵ por exemplo, demonstraram uma redução significativa na dose de radiação utilizando sincronização prospectiva ao ECG, em comparação com a abordagem retrospectiva tradicional. Outros estudos investigaram a redução da dose por meio de otimizações técnicas, como a modulação da corrente do tubo.¹⁴ Até o momento, os estudos existentes sobre redução da dose de radiação na ATC com TRO não incluíram a cobertura total da aorta abdominal, potencialmente limitando a avaliação de dissecações da aorta descendente. Nesse contexto, o objetivo do nosso estudo foi comparar a dose de radiação e a qualidade da imagem diagnóstica entre dois protocolos de ATC com TRO: um totalmente sincronizado ao ECG (protocolo A) e o outro parcialmente sincronizado ao ECG (protocolo B), ambos se estendendo à aorta abdominal.

Materiais e métodos

População do estudo

O presente estudo prospectivo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa institucional, e o consentimento informado foi obtido de todos os participantes. Pacientes consecutivos que apresentaram dor torácica entre janeiro e junho de 2018 e foram encaminhados para ATC com TRO com cobertura da aorta abdominal foram incluídos para serem submetidos ao protocolo parcialmente sincronizado ao ECG (protocolo B). Os critérios de inclusão consistiram em terem sido submetidos previamente a um protocolo totalmente sincronizado ao ECG (protocolo A) em nossa instituição nos últimos 5 anos. Foram excluídos pacientes com contraindicações para TC com contraste, conforme definido pelas diretrizes institucionais.

Tomografia computadorizada com TRO

Todos os exames de ATC com TRO foram realizados em um aparelho de 128 cortes de fonte única (SOMATOM Definition AS+, Siemens, Erlangen, Alemanha) equipado

com tecnologia SAFIRE (reconstrução iterativa afirmada por sinograma), utilizando ECG com sincronização retrospectiva. As imagens foram adquiridas com os pacientes em decúbito dorsal (começando pelos pés), braços elevados e em apneia, com duração de 8 a 20 segundos, dependendo da constituição corporal.

Os parâmetros da imagem incluíram colimação do detector de 128 × 0,6 mm, espessura de corte de 0,6 mm e tempo de rotação do gantry de 0,3 segundos. Para ambos os protocolos, foram ativados os sistemas de controle automático de exposição (CAREdose 4D para modulação da corrente do tubo e CAREkV para otimização da voltagem do tubo).

- Protocolo A (totalmente sincronizado ao ECG): voltagem do tubo de 120 kV e corrente de referência do tubo (mAs de referência) de 210 mAs.
- Protocolo B (parcialmente sincronizado ao ECG): duas aquisições sequenciais:
 - Fase da aorta torácica (sincronizada ao ECG): 120 kV, 160 mAs de referência, com CAREdose 4D.
 - Fase da aorta abdominal (não sincronizada ao ECG): mesmas configurações de voltagem e mAs.
- A Tabela 1 resume as principais diferenças entre os protocolos A e B.
- Foram aplicados os seguintes parâmetros de reconstrução:
 - Tórax: 1,0 mm de espessura, incremento de 0,7 mm, filtro liso médio D30f, janela mediastinal.
 - Aorta (extensão total): 1,0 mm de espessura, incremento de 0,7 mm, filtro liso I26f, janela angiográfica.
 - Artérias coronárias: 0,6 mm de espessura, incremento de 0,3 mm, filtro D30f, janela angiográfica.

Uma bomba injetora eletromecânica foi utilizada para administrar 150 mL de contraste iodado não iônico (Omnipaque® 300, Iohexol 300 mg/mL; GE Healthcare, EUA) a uma vazão de 4 mL/s. O início da varredura foi controlado por um software de rastreamento de bolus, com uma região de interesse (ROI) posicionada na aorta abdominal.

Dose de radiação

A dose de radiação foi avaliada utilizando o produto dose-comprimento e a dose efetiva, expressos em milisieverts (mSv), calculados de acordo com os fatores de conversão da Comissão Europeia. Além disso, as doses específicas de cada órgão foram estimadas utilizando VirtualDose™ (Virtual Phantoms Inc., Albany, USA), uma ferramenta baseada em

Tabela 1 – Parâmetros da ATC com TRO em nossa instituição

Parâmetro	Protocolo A	Protocolo B
Detector de colimação (mm)	128 × 0,6	128 × 0,6
Tempo de rotação (s)	0,3	0,3
Voltagem do tubo (kVp)	120	120
mAs de referência	210	160

phantoms computacionais anatomicamente realistas que representam pacientes pediátricos, gestantes e adultos com diferentes tamanhos e morfologias corporais.¹⁶

Avaliação das imagens

Os conjuntos de imagens foram anonimizados e ordenados aleatoriamente para revisão. Um radiologista abdominal certificado, com 10 anos de experiência e sem conhecimento do protocolo de exame, avaliou independentemente todos os exames para análise quantitativa e qualitativa das imagens.

As medições de atenuação foram realizadas em uma estação de trabalho de pós-processamento PACS (Carestream Health, Rochester, EUA) em quatro localizações anatômicas predefinidas: tronco pulmonar, aorta descendente, artéria coronária descendente anterior e aorta abdominal. ROIs circulares foram manualmente posicionadas no centro de cada vaso com as seguintes dimensões: $0,6 \times 0,5$ cm (tronco pulmonar), $0,6 \times 0,5$ cm (aorta descendente), $0,1 \times 0,1$ cm (artéria coronária descendente anterior) e $0,6 \times 0,5$ cm (aorta abdominal), conforme ilustrado na Figura 1.

A avaliação subjetiva da qualidade da imagem foi realizada utilizando uma escala Likert de 5 pontos,¹⁷ em que 1 = excelente, 2 = bom, 3 = suficiente, 4 = subótimo e 5 = insatisfatório. O radiologista também avaliou a conspicuidade das principais estruturas vasculares torácicas e abdominais, incluindo tronco pulmonar, artérias pulmonares lobares e segmentares, arco aórtico, aorta descendente, valva aórtica, tronco coronário esquerdo, artéria coronária direita, artéria circunflexa, tronco celíaco, artérias mesentéricas superiores e inferiores, artérias renais direitas e esquerdas e artérias ilíacas direitas e esquerdas. Além disso, foi avaliada a qualidade da imagem de achados relevantes, como *stents* coronários e endopróteses aórticas.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram apresentadas como medianas com intervalos interquartís (IIQ), enquanto as variáveis categóricas foram expressas como contagens e proporções. As comparações entre os protocolos A e B foram realizadas utilizando o teste t de Student ou o teste de soma de postos de Wilcoxon, dependendo da distribuição dos dados. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS (versão 22.0, IBM Corp.). A metodologia estatística foi revisada por um estatístico independente.

Resultados

A população final do estudo incluiu 56 pacientes, dos quais 38 (68%) eram homens, com mediana de idade de 66 anos (IIQ: 59 a 70). O intervalo de tempo mediano entre o protocolo A e o protocolo B foi de 24 meses (IIQ: 14,2 a 33,3). As características dos pacientes estão resumidas na Tabela 2.

Em termos da dose de radiação, a mediana de DLP para o protocolo B foi de 1,1 mSv (IQR: 0,9 a 1,1), enquanto para o protocolo A foi de 2,2 mSv (IQR: 1,6 a 2,8). A mediana de ED para o protocolo B foi de 17,0 mSv (IQR: 14,3 a 18,1) e

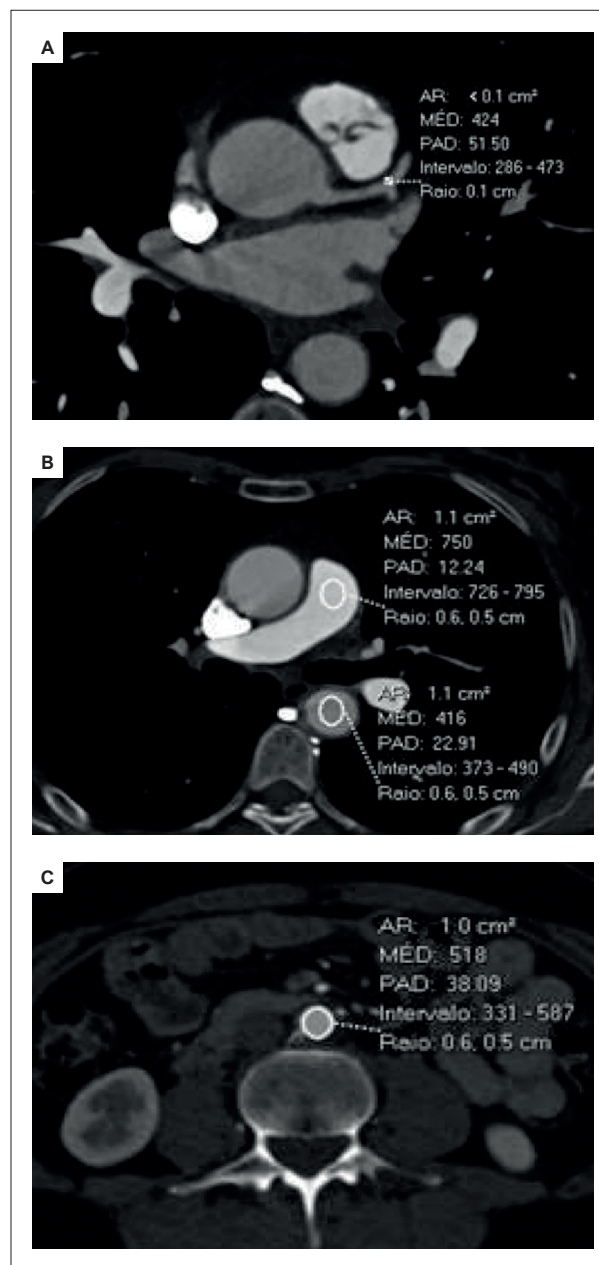


Figura 1 – ATC no plano axial demonstrando as 4 regiões circulares de interesse predefinidas para avaliar as medidas de atenuação na artéria coronária descendente anterior (A), tronco pulmonar e aorta descendente (B), e aorta abdominal (C).

32,6 mSv (IQR: 24,4 a 42,7) para o protocolo A. Os valores de DLP e ED foram significativamente menores para o protocolo B em comparação ao protocolo A ($p < 0,001$). Além disso, a dose virtual para o protocolo B foi significativamente menor do que para o protocolo A, 16,2 (IQR: 9,3 a 20,4) versus 34,7 (IQR: 19,9 a 43,5), respectivamente ($p < 0,001$), conforme mostrado na Tabela 3.

Em relação à avaliação da imagem, não foram observadas diferenças significativas nas medidas quantitativas de atenuação

Artigo Original

da aorta ascendente, aorta descendente, aorta abdominal e tronco pulmonar entre os protocolos A e B (Tabela 4). Da mesma forma, não foram encontradas diferenças significativas na avaliação qualitativa da conspicuidade das artérias torácicas e abdominais principais ou na qualidade geral da imagem entre os protocolos A e B (Tabela 5 e Figura Central).

Discussão

Em nossa população de estudo, as medianas de produto dose-comprimento e dose efetiva foram significativamente

menores no protocolo B em comparação ao protocolo A, com uma redução igualmente significativa na dose virtual para o protocolo B. No entanto, não houve diferenças significativas entre os dois protocolos em relação à análise quantitativa das medidas de ROI nas grandes artérias torácicas e abdominais ou às avaliações qualitativas da conspicuidade vascular e da qualidade geral das imagens.

Um estudo anterior que focou exclusivamente na avaliação do tórax, relatou valores estimados de dose efetiva para ATC com TRO e sincronização retrospectiva ao ECG variando de 7,4 a 13,4 mSv para homens e de 10,1 a 17,5 mSv para mulheres.¹⁵ Outro estudo, que também incluiu apenas o tórax, utilizando um aparelho de maior cobertura, demonstrou dose efetiva de 9,7 a 23,2 mSv, dependendo da frequência cardíaca do paciente.¹⁸ Em comparação, nossos resultados para o protocolo de ATC com TRO parcialmente sincronizada ao ECG, que incluiu o abdômen, mostraram dose efetiva variando de 14,3 a 18,1 mSv. Essa faixa é consistente com estudos anteriores e tem a vantagem adicional de avaliar a aorta abdominal.

Nos últimos anos, os fabricantes de equipamentos desenvolveram diversos protocolos de aquisição para combinar imagens torácicas e abdominais em angiografias. Por exemplo, alguns fabricantes implementaram a comutação automática para varredura sem sincronização com um *pitch* mais rápido para imagens da aorta abdominal. No entanto, em certas

Tabela 2 – Características dos pacientes

Características	Total (N = 56) Mediana (IIQ ou %)
Sexo (masculino/feminino)	38/18 (68%/32%)
Idade (anos)	66 (59-70)
IMC (kg/m ²)	23,5 (21,0-25,9)
Intervalo entre protocolo A e B (meses)	24 (14,2-33,3)

IIQ: intervalo interquartil; IMC: índice de massa corporal.

Tabela 3 – Doses de radiação dos protocolos A e B

	Protocolo A	Protocolo B	p
Produto dose-comprimento, mediana (IIQ)	2,2 (1,6-2,8)	1,1 (0,9-1,1)	< 0,001
Dose efetiva, mediana (IIQ)	32,6 (24,4-42,7)	17,0 (14,3-18,1)	< 0,001

IIQ: intervalo interquartil.

Tabela 4 – Atenuação arterial medida em unidades Hounsfield nos protocolos A e B

	Protocolo A	Protocolo B	p
Aorta ascendente, mediana (IIQ)	432 (377-390)	439 (387-500)	0,601
Aorta descendente, mediana (IIQ)	399 (346-458)	405 (363-451)	0,890
Aorta abdominal, mediana (IIQ)	406 (364-475)	393 (335-456)	0,486
Tronco pulmonar, mediana (IIQ)	460 (387-551)	477 (416-531)	0,835

IIQ: intervalo interquartil.

Tabela 5 – Comparação da avaliação subjetiva da qualidade geral da imagem e da conspicuidade dos grandes vasos torácicos e abdominais

	p
Qualidade geral da imagem	0,610
Tronco pulmonar	0,564
Artérias lobares	0,705
Artérias segmentares	1,000
Arco aórtico	0,317
Aorta descendente	0,157
Válvula aórtica	0,107
Tronco coronário esquerdo	1,000
Artéria coronária direita	0,750
Artéria circunflexa	0,301
Tronco celíaco	0,317
Artéria mesentérica superior	1,000
Artéria mesentérica inferior	1,000
Artéria renal direita	1,000
Artéria renal esquerda	1,000
Artérias ilíacas direitas	0,317
Artérias ilíacas esquerdas	0,317

unidades de TC, algoritmos de reconstrução iterativa automática não estão disponíveis, exigindo transições manuais em protocolos parcialmente sincronizados ao ECG. Essa comutação manual entre sequências sincronizadas e não sincronizadas pode consumir mais tempo, podendo introduzir artefatos de reconstrução. A unidade de TC utilizada em nosso estudo não possuía o algoritmo de reconstrução iterativa automática, mas nenhuma perda significativa na qualidade da imagem foi observada. Com base nesses achados, defendemos fortemente a incorporação de protocolos parcialmente sincronizados ao ECG quando a aorta abdominal for incluída, mesmo na ausência de comutação automática.

Atualmente, a ATC com TRO é reconhecida como uma importante ferramenta diagnóstica para pacientes selecionados no departamento de emergência com dor torácica aguda.^{19,20} No entanto, não há diretrizes estabelecidas descrevendo suas indicações clínicas. Pouquíssimos estudos, como o nosso, incorporaram a aorta abdominal ao protocolo para aprimorar a avaliação de toda a aorta quando dissecações da aorta descendente precisam ser descartadas. A significância clínica de nossos achados reside na viabilidade de incluir a varredura da aorta abdominal em um protocolo de ATC com TRO parcialmente sincronizada ao ECG, o que fornece informações diagnósticas adicionais sem um aumento substancial na dose efetiva de radiação em comparação a estudos anteriores apenas torácicos.^{7,8,15,18}

Algumas limitações deste estudo devem ser observadas. Primeiro, a análise de imagem foi realizada por um único radiologista experiente, o que impediu a avaliação da concordância interobservador e pode ter introduzido viés na avaliação da qualidade da imagem. Além disso, o impacto da frequência cardíaca na qualidade da imagem não foi explorado em uma comparação de subgrupos. Por fim, não comparamos os tempos de procedimento para cada protocolo ou o tempo necessário para a reconstrução da imagem. Esses aspectos devem ser abordados em estudos futuros. Ademais, pesquisas adicionais são necessárias para avaliar a relação custo-benefício de incluir a varredura abdominal na ATC com TRO para pacientes com diferentes níveis de risco de dissecação aórtica.

Em conclusão, nosso estudo demonstra a viabilidade de usar um protocolo de aquisição parcialmente sincronizado ao ECG como uma estratégia eficaz para reduzir a dose de radiação em comparação com a técnica totalmente sincronizada ao ECG na ATC com TRO quanto algoritmos de reconstrução iterativa não estiverem disponíveis. O protocolo proposto manteve a

qualidade da imagem, com extensão da varredura para incluir a aorta abdominal, sem perda da qualidade das imagens quando a transição manual em protocolos parcialmente sincronizados ao ECG for necessária.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Bertolazzi P, Horvat N; obtenção de dados: Bertolazzi P, Silva CFG, Oliveira FF, Pereira FP, Viana PCC; análise e interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Horvat N, Araújo-Filho JAB; análise estatística: Castro I; redação do manuscrito: Bertolazzi P, Silva CFG, Iunes L.

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 de ensino e pesquisa sirio-libanes sob o número de protocolo 2.445.680. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Referências

1. Hsia RY, Hale Z, Tabas JA. A National Study of the Prevalence of Life-Threatening Diagnoses in Patients with Chest Pain. *JAMA Intern Med.* 2016;176(7):1029-32. doi: 10.1001/jamainternmed.2016.2498.
2. Takakuwa KM, Halpern EJ. Evaluation of a "Triple Rule-Out" Coronary CT Angiography Protocol: Use of 64-Section CT in Low-to-Moderate Risk Emergency Department Patients Suspected of Having Acute Coronary Syndrome. *Radiology.* 2008;248(2):438-46. doi: 10.1148/radiol.2482072169.
3. Galperin-Aizenberg M, Cook TS, Hollander JE, Litt HI. Cardiac CT Angiography in the Emergency Department. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;204(3):463-74. doi: 10.2214/AJR.14.12657.
4. Kim HS, Kim SM, Cha MJ, Kim YN, Kim HJ, Choi JH, et al. Triple Rule-Out CT Angiography Protocol with Restricting Field of View for Detection of Pulmonary Thromboembolism and Aortic Dissection in Emergency Department Patients: Simulation of Modified CT Protocol for Reducing Radiation Dose. *Acta Radiol.* 2017;58(5):521-7. doi: 10.1177/0284185116663044.
5. Burris AC 2nd, Boura JA, Raff GL, Chinnaiyan KM. Triple Rule Out versus Coronary CT Angiography in Patients with Acute Chest Pain: Results from the ACIC Consortium. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(7):817-25. doi: 10.1016/j.jcmg.2015.02.023.

6. Gaspar T, Halon DA, Peled N. Advantages of Multidetector Computed Tomography Angiography in the Evaluation of Patients with Chest Pain. *Coron Artery Dis.* 2006;17(2):107-13. doi: 10.1097/00019501-200603000-00003.
7. Madder RD, Raff GL, Hickman L, Foster NJ, McMurray MD, Carlyle LM, et al. Comparative Diagnostic Yield and 3-Month Outcomes of "Triple Rule-Out" and Standard Protocol Coronary CT Angiography in the Evaluation of Acute Chest Pain. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2011;5(3):165-71. doi: 10.1016/j.jcct.2011.03.008.
8. Manheimer ED, Peters MR, Wolff SD, Qureshi MA, Atluri P, Pearson GD, et al. Comparison of Radiation Dose and Image Quality of Triple-Rule-Out Computed Tomography Angiography between Conventional Helical Scanning and a Strategy Incorporating Sequential Scanning. *Am J Cardiol.* 2011;107(7):1093-8. doi: 10.1016/j.amjcard.2010.11.038.
9. Halpern EJ. Triple-Rule-Out CT Angiography for Evaluation of Acute Chest Pain and Possible Acute Coronary Syndrome. *Radiology.* 2009;252(2):332-45. doi: 10.1148/radiol.2522082335.
10. Chen Y, Wang Q, Li J, Jia Y, Yang Q, He T. Triple-Rule-Out CT Angiography Using Two Axial Scans with 16 cm Wide-Detector for Radiation Dose Reduction. *Eur Radiol.* 2018;28(11):4654-61. doi: 10.1007/s00330-018-5426-y.
11. Krissak R, Henzler T, Prechel A, Reichert M, Gruettner J, Sueselbeck T, et al. Triple-Rule-Out Dual-Source CT Angiography of Patients with Acute Chest Pain: Dose Reduction Potential of 100 kV Scanning. *Eur J Radiol.* 2012;81(12):3691-6. doi: 10.1016/j.ejrad.2010.11.021.
12. Takx RAP, Krissak R, Fink C, Bachmann V, Henzler T, Meyer M, et al. Low-Tube-Voltage Selection for Triple-Rule-Out CTA: Relation to Patient Size. *Eur Radiol.* 2017;27(6):2292-7. doi: 10.1007/s00330-016-4607-9.
13. Kidoh M, Nakaura T, Nakamura S, Namimoto T, Nozaki T, Sakaino N, et al. Contrast Material and Radiation Dose Reduction Strategy for Triple-Rule-Out Cardiac CT Angiography: Feasibility Study of Non-ECG-Gated Low kVp Scan of the Whole Chest Following Coronary CT Angiography. *Acta Radiol.* 2014;55(10):1186-96. doi: 10.1177/0284185113514886.
14. Takakuwa KM, Halpern EJ, Gingold EL, Levin DC, Shofer FS. Radiation Dose in a "Triple Rule-Out" Coronary CT Angiography Protocol of Emergency Department Patients Using 64-MDCT: The Impact of ECG-Based Tube Current Modulation on Age, Sex, and Body Mass Index. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192(4):866-72. doi: 10.2214/AJR.08.1758.
15. Ketelsen D, Fenchel M, Thomas C, Buchgeister M, Boehringer N, Tsiflikas I, et al. Estimation of Radiation Exposure of Retrospective Gated and Prospective Triggered 128-Slice Triple-Rule-Out CT Angiography. *Acta Radiol.* 2011;52(7):762-6. doi: 10.1258/ar.2010.100274.
16. Ding A, Gao Y, Liu H, Caracappa PF, Long DJ, Bolch WE, et al. VirtualDose: A Software for Reporting Organ Doses from CT for Adult and Pediatric Patients. *Phys Med Biol.* 2015;60(14):5601-25. doi: 10.1088/0031-9155/60/14/5601.
17. Likert R. Rensis Likert on Managing Human Assets. *Bull Train.* 1978;3(5):1-4.
18. Kang EJ, Lee KN, Kim DW, Kim BS, Choi S, Park BH, et al. Triple Rule-out Acute Chest Pain Evaluation Using a 320-Row-Detector Volume CT: A Comparison of the Wide-Volume and Helical Modes. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2012;28(Suppl 1):7-13. doi: 10.1007/s10554-012-0072-y.
19. Si-Mohamed S, Greffier J, Bobbia X, Larbi A, Delicque J, Khasanova E, et al. Diagnostic Performance of a Low Dose Triple Rule-out CT Angiography Using SAFIRE in Emergency Department. *Diagn Interv Imaging.* 2017;98(12):881-91. doi: 10.1016/j.diii.2017.09.006.
20. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, Bersin RM, Carr VF, Casey DE Jr, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the Diagnosis and Management of Patients with Thoracic Aortic Disease: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Circulation.* 2010;121(13):e266-369. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181d4739e.



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

“Triple Rule-Out”: Incluir Aorta Abdominal Sem Culpa na Consciência?

“Triple Rule-Out”: Including the Abdominal Aorta With a Clear Conscience?

Tiago A. Magalhães^{1,2,3} 

Complexo Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná (CHC-UFPR),¹ Curitiba, PR – Brasil

Hcor,² São Paulo, SP – Brasil

Hospital Sírio Libanês,³ São Paulo, SP – Brasil

Minieditorial referente ao artigo: Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem

A tomografia computadorizada com protocolo de descarte triplo, ou *Triple Rule-Out computed tomography angiography* (TRO CTA), consolidou-se como uma ferramenta valiosa no atendimento emergencial de pacientes com dor torácica.^{1,2} Ao permitir a avaliação simultânea das artérias coronárias, aorta torácica e artérias pulmonares, essa abordagem oferece alto valor diagnóstico, especialmente em pacientes com risco baixo a intermediário de síndrome coronariana aguda, dissecação aórtica e tromboembolismo pulmonar. No entanto, a principal crítica ao TRO CTA continua sendo sua carga significativa de radiação,³ sobretudo quando técnicas retrospectivas de sincronização eletrocardiográfica são utilizadas.

O estudo de Bertolazzi et al.⁴ publicado nesta edição contribui para esse debate, ao comparar dois protocolos de TRO CTA que incluem extensão até a aorta abdominal – um totalmente sincronizado ao eletrocardiograma (ECG), e um segundo protocolo parcialmente sincronizado ao ECG (somente nas imagens de tórax). Embora simples, a hipótese é clinicamente relevante: seria possível preservar a qualidade diagnóstica da imagem e, ao mesmo tempo, reduzir significativamente a dose de radiação com um protocolo parcialmente sincronizado ao ECG?

“Menos é Mais - menos dose de radiação, mais segurança ao paciente”

A principal força do estudo está em sua proposta metodológica. Os autores selecionaram pacientes que já haviam se submetido ao protocolo TRO CTA incluindo aorta abdominal com sincronização eletrocardiográfica total e, após consentimento, realizaram novo exame com o protocolo de sincronização eletrocardiográfica parcial, permitindo uma comparação robusta no modelo “caso-controle pareado”. Essa abordagem reduz o viés relacionado à variabilidade anatômica e técnica entre diferentes indivíduos.

Palavras-chave

Tomografia Computadorizada por Raios X; Angiografia; Segurança do Paciente

Correspondência: Tiago Magalhães •

Hospital do Coração. Rua Desembargador Eliseu Guilherme, 147. CEP:

04004-030. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: tiaugusto@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250041>

Os resultados foram interessantes. A redução de dose foi significativa: a dose efetiva média do protocolo com sincronização parcial ao ECG foi 47,9% menor que a do protocolo com sincronização total (17,0 mSv vs. 32,6 mSv, $p < 0.001$). Ressalta-se que essa redução de dose de radiação não veio acompanhada de comprometimento da qualidade da imagem. A avaliação quantitativa dos valores de atenuação em regiões vasculares críticas – como a aorta ascendente, descendente, aorta abdominal e tronco pulmonar – não apresentou diferenças estatisticamente significativas. Da mesma forma, a avaliação qualitativa subjetiva demonstrou equivalência entre os dois protocolos quanto à qualidade de imagem das estruturas anatômicas avaliadas.

O presente estudo também se destaca por incluir a aorta abdominal na aquisição, o que não é comumente relatado em publicações anteriores sobre TRO CTA. Isso é particularmente relevante, pois amplia a utilidade clínica do exame ao permitir a avaliação completa da aorta quando há suspeita de dissecações descendentes ou envolvimento abdominal – um benefício diagnóstico considerável, sobretudo em contextos emergenciais. Neste ponto, entretanto, cabe um comentário: embora tecnicamente viável e clinicamente útil, o protocolo de TRO CTA com extensão à aorta abdominal deve ser indicado com parcimônia. A utilização racional dos recursos diagnósticos deve sempre nortear nossas decisões. Um exame de avaliação de múltiplos territórios vasculares, como o apresentado, só se justifica quando houver dúvida clínica ou necessidade real de investigar todos estes segmentos. Ou seja, o fato de podermos ver mais, com menos radiação, não significa que devamos ver tudo, sempre.

Impacto na Prática Clínica e Oportunidades Futuras

A implementação de protocolos híbridos parcialmente sincronizados ao ECG representa uma alternativa realista e acessível para instituições que buscam otimizar seus fluxos diagnósticos com segurança e menor exposição à radiação. O trabalho propõe um modelo técnico de aquisição que pode ser reproduzido por instituições que já utilizam TRO CTA e desejam estender a cobertura anatômica sem ampliar proporcionalmente a carga de radiação. A proposta parece acessível e factível a centros com tomógrafos “intermediários”, disponíveis na maior parte dos grandes centros urbanos. Além disso, o protocolo com dose de radiação reduzida não deve impactar negativamente nos fluxos de atendimento,

tempo de realização dos exames, bem como nos tempos de reconstrução e pós-processamento das imagens, quando comparados à estratégia convencional.

Apesar do claro benefício de redução de dose de radiação, o futuro pede por avaliações de custo-efetividade e de desfechos clínicos.⁵ Ainda que a qualidade de imagem e a redução de dose sejam fundamentais, o impacto deste protocolo em

termos de acurácia e custo-efetividade em cenários clínicos reais deve ser validado em coortes maiores e em estudos multicêntricos. Como massa crítica (científica e assistencial), cabe-nos fomentar discussões e estudos que ampliem essa linha de investigação, promovendo desenvolvimento de protocolos otimizados de execução de exames que resultem em decisões clínicas mais seguras e eficientes.

Referências

1. Chae MK, Kim EK, Jung KY, Shin TG, Sim MS, Jo IJ, et al. Triple Rule-Out Computed Tomography for Risk Stratification of Patients with Acute Chest Pain. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2016;10(4):291-300. doi: 10.1016/j.jcct.2016.06.002.
2. Monica MP, Merkely B, Szilveszter B, Drobni ZD, Maurovich-Horvat P. Computed Tomographic Angiography for Risk Stratification in Patients with Acute Chest Pain - The Triple Rule-out Concept in the Emergency Department. *Curr Med Imaging Rev*. 2020;16(2):98-110. doi: 10.2174/1573405614666180604095120.
3. Burris AC 2nd, Boura JA, Raff GL, Chinnaiyan KM. Triple Rule Out versus Coronary CT Angiography in Patients with Acute Chest Pain: Results from the ACIC Consortium. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(7):817-25. doi: 10.1016/j.jcmg.2015.02.023.
4. Bertolazzi P, Silva CFG, Lunes L, Oliveira FF, Pereira FP, Viana PCC et al. Angiotomografia Computadorizada com Descarte Triplo Convencional e Parcialmente Sincronizada ao ECG com Cobertura da Aorta Abdominal: Comparação da Dose de Radiação e da Qualidade da Imagem. *Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc*. 2025;38(2):e20250025. doi: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250025>
5. Ayaram D, Bellolio MF, Murad MH, Laack TA, Sadosty AT, Erwin PJ, et al. Triple Rule-Out Computed Tomographic Angiography for Chest Pain: A Diagnostic Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Emerg Med*. 2013;20(9):861-71. doi: 10.1111/acem.12210.



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

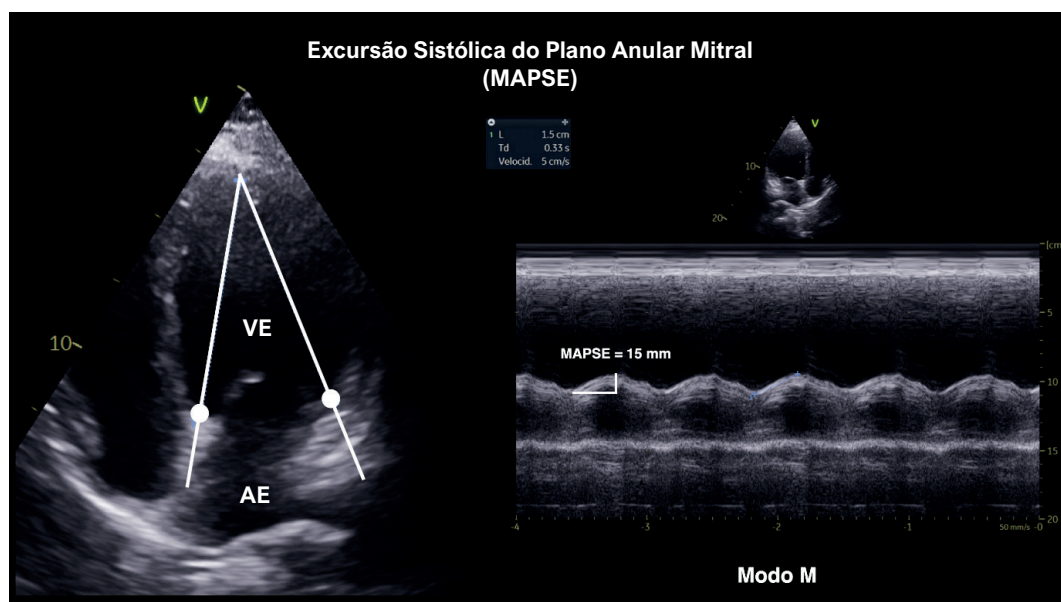
Avaliação da Função Ventricular Esquerda pelo MAPSE (Excursão Sistólica do Plano Anular Mitral): Principais Aplicações Clínicas

Assessment of Left Ventricular Function by MAPSE (Mitral Annular Plane Systolic Excursion): Main Clinical Applications

Andressa Alves de Carvalho,¹ Wanessa Alves de Carvalho,¹ Luis Fabio Barbosa Botelho,¹ Marcelo Dantas Tavares de Melo¹

Universidade Federal da Paraíba,¹ João Pessoa, PB – Brasil

Figura Central: Avaliação da Função Ventricular Esquerda pelo MAPSE (Excursão Sistólica do Plano Anular Mitral): Principais Aplicações Clínicas



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240105

VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo.

Resumo

A excursão sistólica do plano anular mitral (MAPSE), um parâmetro que pode ser obtido a partir da ecocardiografia transtorácica ou ressonância nuclear magnética (RNM), é capaz de refletir a função sistólica longitudinal do ventrículo

Palavras-chave

Função Ventricular; Ecocardiografia; Valva Mitral

Correspondência: Marcelo Tavares •

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Medicina Interna. Campus I Lot, Cidade Universitária. CEP: 58051-900. João Pessoa, PB – Brasil

E-mail: marcelo_dtm@yahoo.com.br

Artigo recebido em 23/10/2024; revisado em 24/10/2024;

aceito em 24/10/2024

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240105>

esquerdo (VE), podendo se alterar de forma mais precoce que a fração de ejeção do VE (FEVE), estimada por métodos usuais. Além disso, também apresenta correlação com o strain global longitudinal (SGL), avaliado pelo speckle-tracking na ecocardiografia bidimensional. A importância da MAPSE se estende para a facilidade com que pode ser obtida e reproduzida, especialmente em pacientes com baixa qualidade de imagem, nos quais a FEVE e o SGL podem ser imprecisos. O objetivo desta revisão foi elucidar as evidências disponíveis na literatura sobre a MAPSE, que, apesar de sua utilidade aplicável no contexto de diversas doenças cardíacas, é um índice subutilizado na prática clínica.

Introdução

A excursão sistólica do plano anular mitral (MAPSE) é um parâmetro ultrassonográfico obtido a partir do modo movimento (modo M) sobre o aspecto lateral do anel

da válvula mitral e avalia seu movimento durante o ciclo cardíaco (Figura 1). Apresenta boa correlação com a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), possui fácil uso e boa disponibilidade, sendo um índice simples e reproduzível.

As Diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia e da Associação Europeia de Imagem Cardiovascular recomendam seu uso como parâmetro substituto quando a FEVE ou o strain global longitudinal (SGL) não podem ser obtidos com precisão em pacientes com baixa qualidade de imagem, já que ambos os métodos precisam do rastreamento endocárdico do ventrículo esquerdo (VE), que é altamente dependente de uma visualização adequada.¹

A MAPSE é capaz de refletir a função sistólica longitudinal do VE de forma quantitativa, pois o movimento longitudinal do anel da válvula mitral lidera o bombeamento do VE, ao contrário do ápice, cuja posição é relativamente estacionária.² Portanto, a sua medição requer apenas a visualização do anel mitral, sem que seja necessário delinear o limite endocárdico do VE, o que é essencial para que sejam realizados os demais métodos citados.

A determinação do valor da MAPSE pode ser feita a partir de quatro locais do plano atrioventricular, equivalentes às paredes septal, lateral, anterior e posterior, visualizadas nas janelas apical de quatro e duas câmaras no modo M. O cursor deve estar alinhado paralelamente às paredes do VE (Figura 1). Calcula-se a medida do ponto mais baixo no final da diástole

até o fechamento da valva aórtica (Figura 2). De modo geral, deve-se obter o MAPSE a partir do anel mitral septal e lateral, sendo o valor deste, em corações normais, um pouco maior.

Um grande estudo multicêntrico³ identificou valores de referência normais de MAPSE, estabelecidos de acordo com a idade e o sexo, usando o modo M e speckle-tracking pela ecocardiografia bidimensional (Tabela 1). As mulheres apresentaram valores de MAPSE discretamente mais altos do que os homens, e indivíduos mais velhos tiveram valores mais baixos que os mais jovens.

Há muitos estudos sobre a utilidade da MAPSE na avaliação da função sistólica longitudinal do VE na insuficiência cardíaca (IC), mas publicações recentes mostram-na como uma ferramenta de valor prognóstico também no cenário de doença cardíaca isquêmica, valvopatias, cardiomiopatias, choque séptico e cardio-oncologia.⁴ É um marcador sensível da disfunção precoce do VE, também tendo correlação com alguns índices de função diastólica, como a relação E/A, onda e' septal e onda e' lateral.⁵

Nesse sentido, como será evidenciado adiante, a MAPSE pode estar alterada em certas condições cardíacas mesmo quando a FEVE ainda é normal. A figura 3 ilustra uma paciente portadora de amiloidose, com fração de ejeção preservada (supranormal), mas, de forma desproporcional, com um valor de MAPSE no limite inferior da normalidade (10 mm) e com SGL reduzido (12,1%).

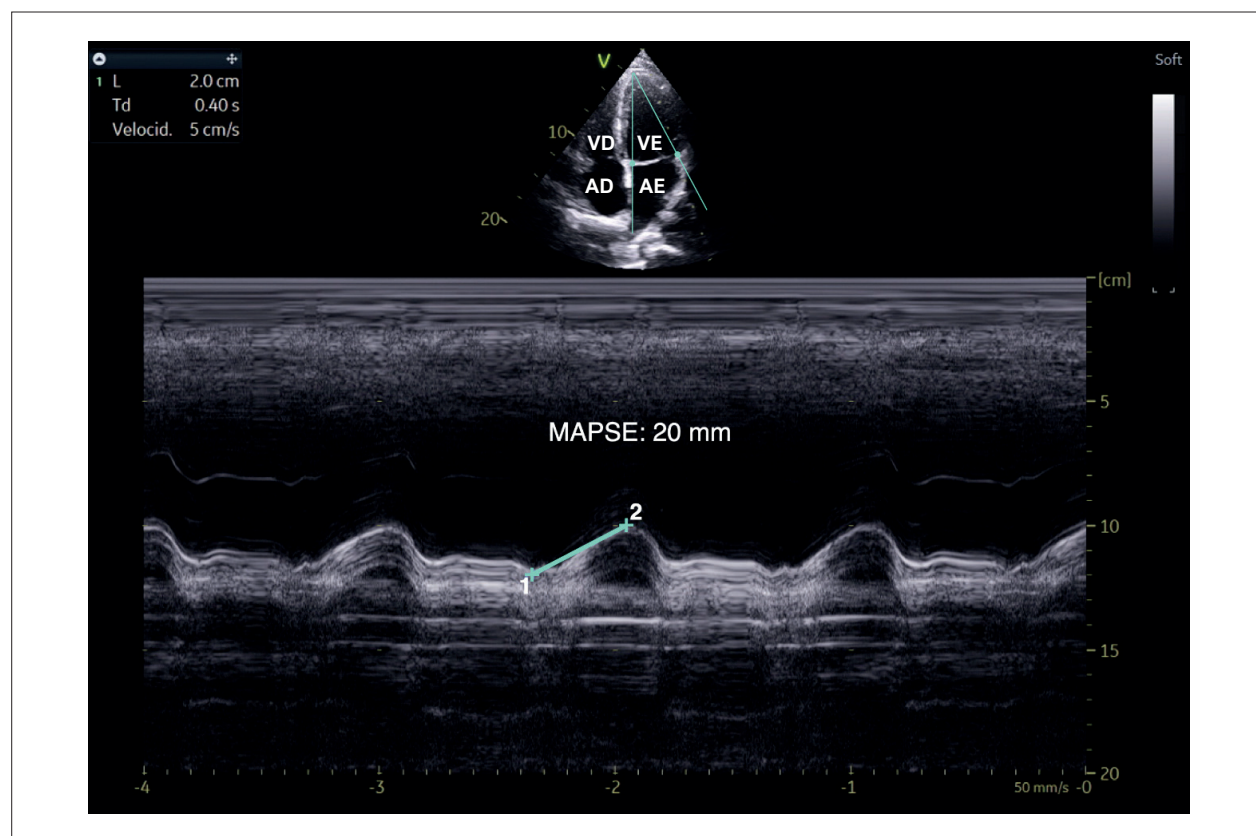


Figura 1 – MAPSE calculada a partir do modo M na ecocardiografia bidimensional em paciente atleta, sendo obtido um valor de 20 mm, considerado normal. Fonte: os autores. VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; MAPSE: excursão sistólica do plano anular mitral.

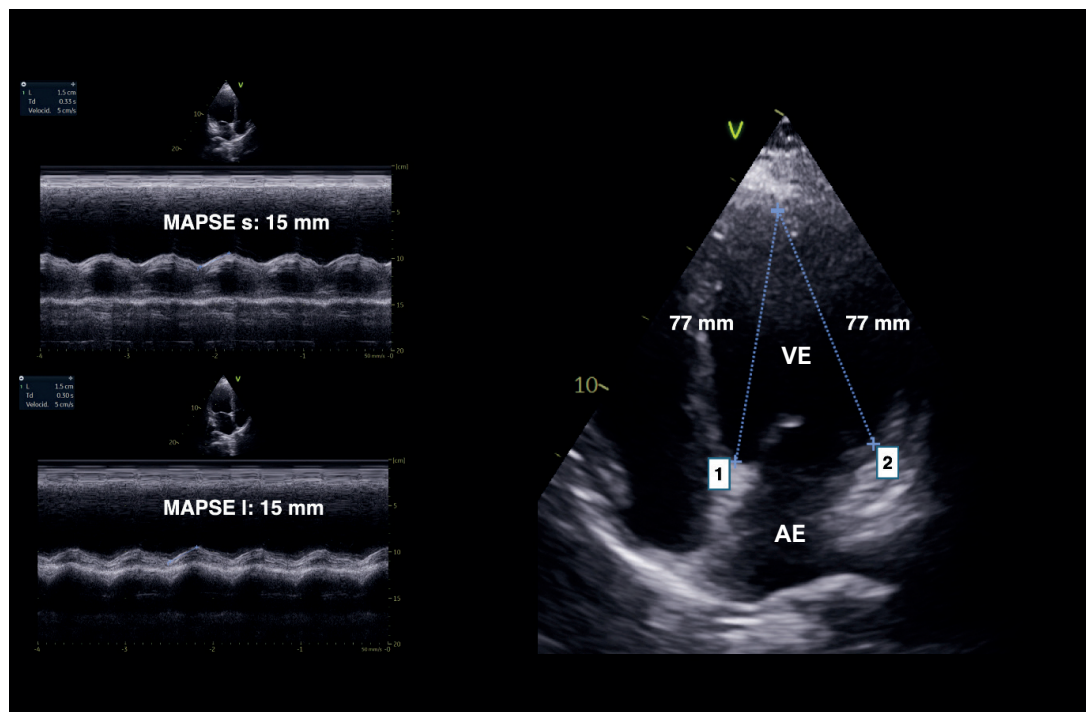


Figura 2 – Demonstração dos locais onde deve ser colocado o cursor nos anéis mitrais septal (1) e lateral (2) na janela apical 4 câmaras. À esquerda, observa-se a medida ecocardiográfica no modo M (acima, MAPSE septal; abaixo, MAPSE lateral). MAPSE: excursão sistólica do plano anular mitral. Fonte: os autores.

A MAPSE pode, ainda, ser avaliada por ressonância nuclear magnética cardíaca (RNM), sendo considerada um importante preditor independente de eventos cardíacos adversos graves (morte, infarto do miocárdio não fatal, hospitalização por IC ou angina instável, e revascularização tardia). Conforme o estudo de Rangarajan et al.,⁶ pacientes com MAPSE lateral <1,11 cm

(valor mediano) tiveram uma incidência significativamente maior de eventos adversos do que aqueles com MAPSE $\geq 1,11$ cm.

Neste artigo de revisão, serão descritas as principais aplicações clínicas disponíveis na literatura para a MAPSE, um parâmetro de fácil aplicação, mas, muitas vezes, esquecido na prática.

Aplicações clínicas

IC

A MAPSE reduzida reflete a presença de função longitudinal prejudicada, fornecendo informações complementares à fração de ejeção, que representa o resultado global da contração longitudinal e circunferencial.⁷ Foi evidenciado que pacientes com IC crônica decorrente de cardiomiopatia dilatada ou infarto do miocárdio apresentaram uma redução significativa da MAPSE, que teve boa correlação com a fração de ejeção.⁸

Pacientes com FEVE preservada foram divididos em três grupos quanto ao valor da MAPSE lateral: baixo (<12 mm), relativamente preservado (12-15 mm) e alto (≥ 15 mm). Verificou-se que a taxa de disfunção diastólica e hospitalização por todas as causas foi maior nos grupos baixo e relativamente preservado do que no grupo alto, enquanto o nível de pró-BNP e a taxa de mortalidade foram maiores no grupo baixo em comparação com os grupos relativamente preservados e altos.⁹

Tabela 1 – Valores de referência para a MAPSE pelo modo M e 2D-STE.

	Homens	Mulheres
Msep (mm)	9-19	9-19
Mlat (mm)	10-20	10-21
STEsep (mm)	7-16	7-16
STElat (mm)	6-18	6-19
STEm (mm)	7-17	8-17
nSTEm (%)	8-19	9-21

Modo M: modo movimento; 2D-STE: speckle tracking por ecocardiografia bidimensional; Msep e Mlat: MAPSE septal e lateral por ecocardiografia em modo M, respectivamente; STEsep, STElat e STEm: MAPSE septal, lateral e de ponto médio medido por 2D-STE; nSTEmid: STEmid normalizado pelo comprimento do eixo longo do VE na diástole final. Adaptado de Wang et al.³

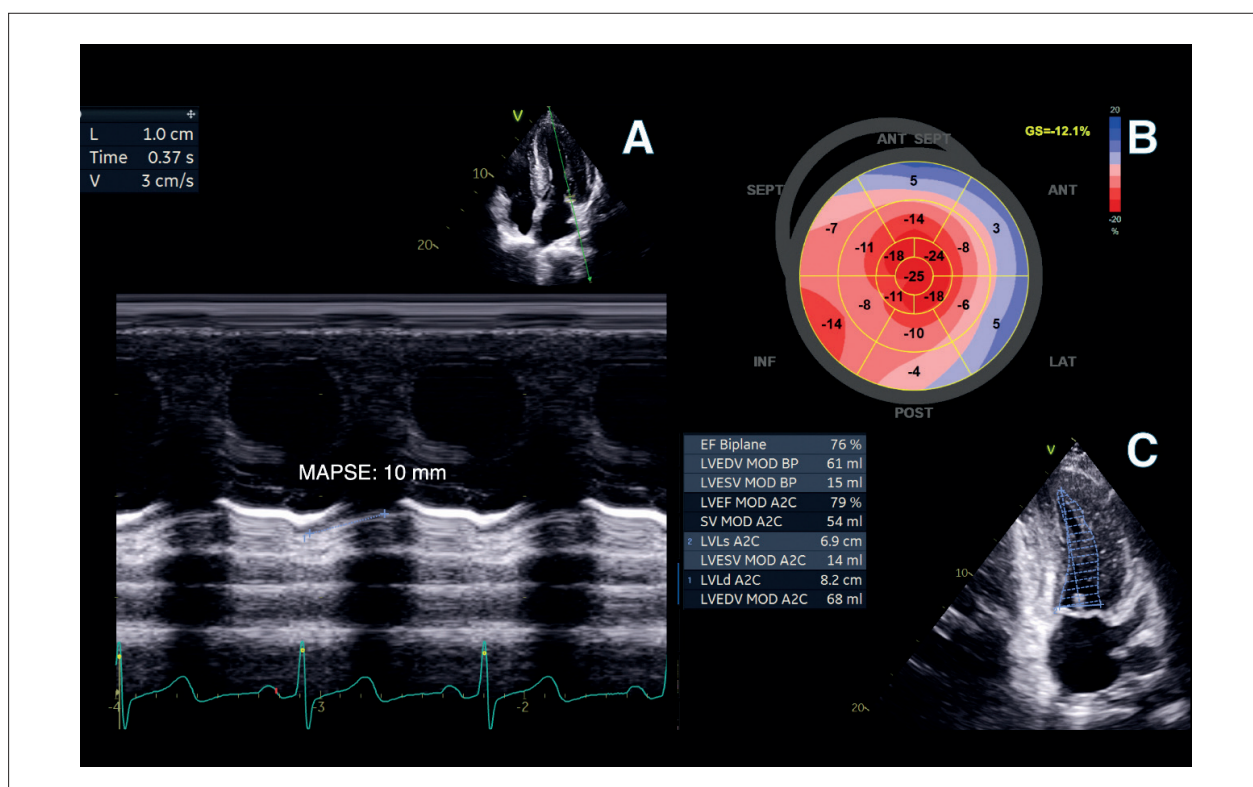


Figura 3 – Paciente portadora de amiloidose, que apresenta valores de FEVE, MAPSE e SGL, respectivamente, de 76%, 10 mm e 12,1%. FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MAPSE: excursão sistólica do plano anular mitral; SGL: strain global longitudinal; EF: fração de ejeção; LVEDV: volume diastólico final do ventrículo esquerdo; MOD: modificado; LVEF: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; BP: biplanar; SV: volume sistólico; LVL: comprimento do ventrículo esquerdo; LVESV: volume sistólico final do ventrículo esquerdo; LVLd: comprimento diastólico do ventrículo esquerdo. Fonte: os autores.

Também há evidência de que a MAPSE, medida em repouso e no exercício (em esteira, por meio do uso do protocolo de Bruce modificado), se correlaciona bem com medições mais sofisticadas da função ventricular em pacientes com IC com fração de ejeção preservada (ICFep), sendo, portanto, uma medida útil para detectar precocemente a disfunção ventricular esquerda, que, na ICFep, é mais evidente durante o teste de exercício.¹⁰

Hipertensão Arterial Sistêmica

Em estágios iniciais da hipertensão arterial sistêmica (HAS), antes do aparecimento de sintomas relacionados à IC ou da redução da FEVE (<50%), já é possível identificar anormalidades nos componentes longitudinais da contratilidade mecânica e disfunção sistólica. Nesses pacientes, foram estudados parâmetros para determinar precocemente a transição entre anormalidades estruturais e disfunção miocárdica.¹¹

Verificou-se que a FEVE foi idêntica em pacientes hipertensos e saudáveis, enquanto o SGL e a MAPSE foram menores no primeiro grupo. Pacientes com hipertrofia ventricular moderada ou grave (septo ≥ 13 mm) tiveram disfunção sistólica longitudinal, tendo o SGL reduzido mais que a MAPSE mesmo na presença de pequena alteração estrutural; de modo

contrário, a FEVE foi insensível para a detecção de disfunção miocárdica longitudinal em pacientes com hipertensão.¹¹ Tal achado evidencia que o aumento compensatório da deformação circunferencial pode mascarar a deformação longitudinal reduzida, levando a uma FEVE normal.

O valor prognóstico da MAPSE obtido por RNM cardíaca foi avaliado em uma grande população multicêntrica de pacientes com HAS. O risco de morte foi significativamente maior em pacientes com MAPSE lateral menor que 10 mm, mesmo após o ajuste para fatores de risco clínicos e de imagem, bem como nos subgrupos de pacientes FEVE preservada e naqueles sem histórico de infarto do miocárdio.¹²

Estenose Aórtica

Em pacientes com estenose valvar aórtica, a MAPSE se altera de forma mais precoce em comparação à FEVE ou outros parâmetros que avaliam a função ventricular, que podem estar normais. Ademais, possui valor menor em pacientes sintomáticos em comparação com assintomáticos e graves, também tendo utilidade na previsão do início dos sintomas.¹³ A MAPSE foi capaz de diferenciar a estenose aórtica de baixo gradiente em moderada ou grave na presença de fração de ejeção preservada, usando um valor de corte de 9 mm para distingui-los.¹⁴

Artigo de Revisão

Unidades de Terapia Intensiva e Serviços de Emergência

A ecocardiografia transtorácica beira-leito é essencial para o diagnóstico e tratamento da disfunção sistólica ventricular esquerda em pacientes com doenças críticas, especialmente aqueles com choque séptico, nos quais a cardiomiopatia séptica pode estar presente em 40% dos casos.¹⁵ Estudos revelam que a MAPSE reflete a função sistólica e diastólica em pacientes gravemente doentes, tendo relação com a mortalidade em UTI quando associada a TAPSE, FEVE e ultrassonografia pulmonar.¹⁶

A função sistólica longitudinal pode ser mais sensível na detecção de depressão cardíaca do que a FEVE. Portanto, na avaliação da função cardíaca em pacientes com choque séptico e FEVE normal, deve-se valorizar índices de função longitudinal, como a MAPSE.¹⁷ Um estudo com 90 pacientes, divididos igualmente entre portadores de choque séptico e indivíduos sem sepse, comparou tais parâmetros ecocardiográficos. Não houve diferença entre os grupos para a FEVE (64,6% vs. 67,2%, $p = 0,161$), mas sim para a MAPSE, que foi significativamente pior naqueles com choque séptico (1,2 cm vs. 1,5 cm, $p < 0,001$).¹⁷ De forma similar, outros autores verificaram que a MAPSE, mas não a FEVE, diferiu entre pacientes portadores de choque séptico com e sem lesão miocárdica, definida como troponina T de alta sensibilidade ≥ 45 ng/L à admissão na UTI.¹⁸

Uma vantagem significativa, no ambiente da emergência ou de terapia intensiva, é que a avaliação da MAPSE não requer boa qualidade de imagem ou um operador experiente. A redução do seu valor se correlaciona com a disfunção sistólica do VE e pode preceder alterações na FEVE durante o infarto agudo do miocárdio. Também tem correlação com a elevação nos níveis de peptídeos natriuréticos cerebrais e com a presença de disfunção diastólica isolada.⁹

Um estudo com 61 médicos emergencistas identificou que a medição da MAPSE foi facilmente realizada com treinamento mínimo e excelente concordância entre os usuários. Um valor < 8 mm teve um valor preditivo moderado e alta especificidade para FEVE $< 50\%$, sendo mais específico para identificar uma FEVE reduzida do que a avaliação qualitativa, habitualmente utilizada.¹⁹

Infarto Agudo do Miocárdio

No contexto do infarto agudo do miocárdio com supra de segmento ST (IAMCSST), o risco de complicações cardiovasculares subsequentes à revascularização, incluindo mortalidade, é considerável. É sugerido que a MAPSE fornece uma validade prognóstica significativamente maior do que a FEVE nessa população de pacientes.²⁰ Pesquisas evidenciam que a MAPSE apresenta um valor preditivo incremental significativo sobre a FEVE; logo, a combinação de ambas pode servir como boa alternativa para a avaliação de risco baseado no VE após IAMCSST, se o SGL não estiver disponível.^{21,22}

Arritmias

Em um estudo com 247 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio (bypass), a MAPSE foi capaz de prever o desenvolvimento de fibrilação atrial (FA) pós-

operatória, com uma área sob a curva (AUC) ROC (do inglês, Receiver Operating Characteristic) de 0,831 (IC 95% 0,761-0,901, $p < 0,001$), além de sensibilidade e especificidade, respectivamente, de 90% e 81%.²³

Em pacientes que realizaram ablação por cateter com isolamento de veias pulmonares, MAPSE reduzida e índice de volume atrial esquerdo aumentado representaram fatores de risco para recorrência de FA.²⁴ Na ICFEP, uma diminuição da MAPSE teve associação com dissincronia atrial direita, o que é um preditor de risco para FA.²⁵

Oncologia

A cardiotoxicidade associada a terapias para câncer é detectada precocemente por meio do SGL e FEVE na ecocardiografia, mas a imagem ultrassonográfica pode ser afetada especialmente em pacientes em pós-operatório de câncer de mama esquerda ou portadores de obesidade alta. A diretriz europeia de cardio-oncologia²⁶ recomenda usar parâmetros substitutos para avaliação, como a MAPSE.

Em pacientes com câncer de mama tratadas com quimioterapia pré ou pós-operatória (antraciclinas e trastuzumabe), foram identificados os seguintes valores de corte para a MAPSE septal, MAPSE lateral e MAPSE média (septal e lateral), respectivamente: 11,7 mm (AUC = 0,65, $p = 0,02$; sensibilidade 79%; especificidade 45%), 13 mm (AUC = 0,82, $p = 0,001$; sensibilidade 94%; especificidade 96%) e 11,7 mm (AUC = 0,87, $p < 0,001$; sensibilidade 83%; especificidade 80%), respectivamente.²⁷

Em outro estudo, a MAPSE e o pico da velocidade sistólica do anel mitral (S') apresentaram boa precisão, sensibilidade e valor preditivo positivo para detectar disfunção cardíaca subclínica relacionada à terapia com antraciclina (DCRTA), tendo sido utilizado o SGL como teste diagnóstico padrão-ouro para defini-la. Os autores afirmaram que esses parâmetros ecocardiográficos convencionais podem servir como ferramentas de triagem para detectar DCRTA subclínica em locais com recursos limitados.

Em pacientes que realizaram quimiorradioterapia neoadjuvante para câncer de esôfago ou junção esofagogastrica, não houve alteração no SGL do VE após o tratamento, mas a MAPSE septal diminuiu significativamente, evidenciando que a quimiorradioterapia parece induzir um efeito negativo agudo na função ventricular esquerda sistólica, o que não foi observado para a quimioterapia.²⁸

Limitações da MAPSE

A MAPSE apresenta algumas desvantagens inerentes ao método. Não é capaz, por exemplo, de detectar disfunções regionais no miocárdio, ao contrário do SGL. Além disso, não há valores normalizados referentes a variações no tamanho cardíaco entre diferentes pacientes, especialmente em crianças. Pode, ainda, ter seu valor influenciado pela presença de derrame pericárdio de moderado a grande volume, já que o ápice cardíaco, que, em condições normais, é relativamente estacionário, torna-se móvel, interferindo na verdadeira medida da MAPSE. De modo análogo, o septo paradoxal por disfunção do ventrículo direito altera a MAPSE septal,

devendo, nessas condições, ser usado a MAPSE lateral. Por fim, não é possível realizar sua medida direta no anel mitral quando este possui importante calcificação; nesse caso, a medição deve ser um pouco mais acima no miocárdio.⁷

Conclusão

A MAPSE é um parâmetro que, além de ter boa disponibilidade e facilidade de uso, é útil na avaliação clínica da função sistólica longitudinal do VE em diferentes contextos, como IC, cardiomiopatia séptica e cardio-oncologia, podendo estar alterado mesmo quando a FEVE está normal. Ainda há uma escassez de estudos na literatura sobre sua aplicabilidade e, portanto, espera-se que, por meio desta revisão, mais pesquisas sejam realizadas sobre a MAPSE, a fim de que seu uso possa ser ampliado na prática médica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Botelho LFB, Tavares M; obtenção de dados: Carvalho AA; análise e interpretação dos dados: Carvalho AA, Carvalho WA, Tavares M; redação

do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Carvalho AA, Carvalho WA, Botelho LFB, Tavares M.

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

Referências

1. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalpoor A, 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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-70. doi: 10.1093/ehjci/jev014.
2. Carlsson M, Ugander M, Mosén H, Buhre T, Arheden H. Atrioventricular Plane Displacement is the Major Contributor to Left Ventricular Pumping in Healthy Adults, Athletes, and Patients with Dilated Cardiomyopathy. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2007;292(3):H1452-9. doi: 10.1152/ajpheart.01148.2006.
3. Wang YH, Sun L, Li SW, Wang CF, Pan XF, Liu Y, et al. Normal Reference Values for Mitral Annular Plane Systolic Excursion by Motion-mode and Speckle Tracking Echocardiography: A Prospective, Multicentre, Population-based Study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(10):1384-93. doi: 10.1093/ehjci/jead187.
4. Cirin L, Crişan S, Luca CT, Buzaş R, Lighezan DF, Văcărescu C, et al. Mitral Annular Plane Systolic Excursion (MAPSE): A Review of a Simple and Forgotten Parameter for Assessing Left Ventricle Function. *J Clin Med*. 2024;13(17):5265. doi: 10.3390/jcm13175265.
5. Martins AAB, Osaku LY, Camarozano AC, Sá CRF, Carmo DC, Fortunato JA, et al. Excursão Sistólica do Anel Tricúspide e do Anel Mitral: Correlação com Função Diastólica Ventricular Esquerda. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2022;35(1):eabc245. doi: 10.47593/2675-312X/20223501eabc245.
6. Rangarajan V, Chacko SJ, Romano S, Jue J, Jariwala N, Chung J, et al. Left Ventricular Long Axis Function Assessed During Cine-cardiovascular Magnetic Resonance is an Independent Predictor of Adverse Cardiac Events. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016;18(1):35. doi: 10.1186/s12968-016-0257-y.
7. Hu K, Liu D, Herrmann S, Niemann M, Gaudron PD, Voelker W, et al. Clinical Implication of Mitral Annular Plane Systolic Excursion for Patients with Cardiovascular Disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(3):205-12. doi: 10.1093/ehjci/jes240.
8. Alam M, Höglund C, Thorstrand C, Philip A. Atrioventricular Plane Displacement in Severe Congestive Heart Failure Following Dilated Cardiomyopathy or Myocardial Infarction. *J Intern Med*. 1990;228(6):569-75. doi: 10.1111/j.1365-2796.1990.tb00281.x.
9. Ozer PK, Govdeli EA, Demirtakan ZG, Nalbant A, Baykiz D, Orta H, et al. The Relation of Echo-derived Lateral MAPSE to Left Heart Functions and Biochemical Markers in Patients with Preserved Ejection Fraction: Short-term Prognostic Implications. *J Clin Ultrasound*. 2022;50(5):593-600. doi: 10.1002/jcu.23173.
10. Wenzelburger FW, Tan YT, Choudhary FJ, Lee ES, Leyva F, Sanderson JE. Mitral Annular Plane Systolic Excursion on Exercise: A Simple Diagnostic Tool for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Eur J Heart Fail*. 2011;13(9):953-60. doi: 10.1093/eurjhf/hfr081.
11. Salas-Pacheco JL, Lomeli-Sánchez O, Baltazar-González O, Soto ME. Longitudinal Systolic Dysfunction in Hypertensive Cardiomyopathy with Normal Ejection Fraction. *Echocardiography*. 2022;39(1):46-53. doi: 10.1111/echo.15267.
12. Romano S, Judd RM, Kim RJ, Kim HW, Heitner JF, Shah DJ, et al. Prognostic Implications of Mitral Annular Plane Systolic Excursion in Patients with Hypertension and a Clinical Indication for Cardiac Magnetic Resonance Imaging: A Multicenter Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(9):1769-79. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.10.003.
13. Takeda S, Rimington H, Smeeton N, Chambers J. Long Axis Excursion in Aortic Stenosis. *Heart*. 2001;86(1):52-6. doi: 10.1136/heart.86.1.52.
14. Herrmann S, Störk S, Niemann M, Lange V, Strotmann JM, Frantz S, et al. Low-gradient Aortic Valve Stenosis Myocardial Fibrosis and its Influence on Function and Outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(4):402-12. doi: 10.1016/j.jacc.2011.02.059.
15. Lin H, Wang W, Lee M, Meng Q, Ren H. Current Status of Septic Cardiomyopathy: Basic Science and Clinical Progress. *Front Pharmacol*. 2020;11:210. doi: 10.3389/fphar.2020.00210.
16. Yin W, Li Y, Zeng X, Qin Y, Wang D, Zou T, et al. The Utilization of Critical Care Ultrasound to Assess Hemodynamics and Lung Pathology on ICU Admission and the Potential for Predicting Outcome. *PLoS One*. 2017;12(8):e0182881. doi: 10.1371/journal.pone.0182881.
17. Zhang HM, Wang XT, Zhang LN, He W, Zhang Q, Liu DW, et al. Left Ventricular Longitudinal Systolic Function in Septic Shock Patients with Normal Ejection Fraction: A Case-control Study. *Chin Med J*. 2017;130(10):1169-74. doi: 10.4103/0366-6999.205856.

Artigo de Revisão

18. Blixt PJ, Nguyen M, Cholley B, Hammar skjöld F, Toiron A, Bouhemad B, et al. Association between Left Ventricular Systolic Function Parameters and Myocardial Injury, Organ Failure and Mortality in Patients with Septic Shock. *Ann Intensive Care*. 2024;14(1):12. doi: 10.1186/s13613-023-01235-5.
19. Schick AL, Kaine JC, Al-Sadhan NA, Lin T, Baird J, Bahit K, et al. Focused Cardiac Ultrasound with Mitral Annular Plane Systolic Excursion (MAPSE) Detection of Left Ventricular Dysfunction. *Am J Emerg Med*. 2023;68:52-8. doi: 10.1016/j.ajem.2023.03.018.
20. Mayr A, Pamminer M, Reindl M, Greulich S, Reinstadler SJ, Tiller C, et al. Mitral Annular Plane Systolic Excursion by Cardiac MR is an Easy Tool for Optimized Prognosis Assessment in ST-elevation Myocardial Infarction. *Eur Radiol*. 2020;30(1):620-9. doi: 10.1007/s00330-019-06393-4.
21. Holzknecht M, Reindl M, Tiller C, Reinstadler SJ, Lechner I, Pamminer M, et al. Global Longitudinal Strain Improves Risk Assessment after ST-segment Elevation Myocardial Infarction: A Comparative Prognostic Evaluation of Left Ventricular Functional Parameters. *Clin Res Cardiol*. 2021;110(10):1599-611. doi: 10.1007/s00392-021-01855-6.
22. Wang L, Yuan W, Huang X, Zhao X, Zhao X. Cardiac Magnetic Resonance-derived Mitral Annular Plane Systolic Excursion: A Robust Indicator for Risk Stratification after Myocardial Infarction. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2024;40(4):897-906. doi: 10.1007/s10554-024-03058-2.
23. Koseoglu C, Oncel CR, Dagasan G, Coner A, Akkaya O. Mitral Annular Plane Systolic Excursion (MAPSE) as a Predictor of Atrial Fibrillation Development after Coronary Artery Bypass Surgery. *Bratisl Lek Listy*. 2024;125(8):503-7. doi: 10.4149/BLL_2024_78. PMID: 38989752.
24. Alatic J, Suran D, Vokac D, Naji FH. Mitral Annular Plane Systolic Excursion (MAPSE) as a Predictor of Atrial Fibrillation Recurrence in Patients after Pulmonary Vein Isolation. *Cardiol Res Pract*. 2022;2022:2746304. doi: 10.1155/2022/2746304.
25. Bytyci I, Haliti E, Berisha G, Tishukaj A, Shatri F, Bajraktari G. Left Ventricular Longitudinal Systolic Dysfunction is Associated with Right Atrial Dyssynchrony in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Rev Port Cardiol*. 2016;35(4):207-14. doi: 10.1016/j.repc.2015.11.011.
26. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, Asteggiano R, Aznar MC, Bergler-Klein J, et al. 2022 ESC Guidelines on Cardio-oncology Developed in Collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J*. 2022;43(41):4229-361. doi: 10.1093/eurheartj/ehac244.
27. Ichikawa N, Nishizaki Y, Miyazaki S, Nojima M, Kataoka K, Kasahara R, et al. Efficacy of Mitral Annular Velocity as an Alternative Marker of Left Ventricular Global Longitudinal Strain to Detect the Risk of Cancer Therapy-related Cardiac Disorders. *Echocardiography*. 2024;41(7):e15877. doi: 10.1111/echo.15877.
28. Lund M, von Döbeln GA, Nilsson M, Winter R, Lundell L, Tsai JA, et al. Effects on Heart Function of Neoadjuvant Chemotherapy and Chemoradiotherapy in Patients with Cancer in the Esophagus or Gastroesophageal Junction - A Prospective Cohort Pilot Study within a Randomized Clinical Trial. *Radiat Oncol*. 2015;10:16. doi: 10.1186/s13014-014-0310-7.



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

Como Eu Faço a Ecocardiografia Intracardíaca Durante a Ablação da Fibrilação Atrial

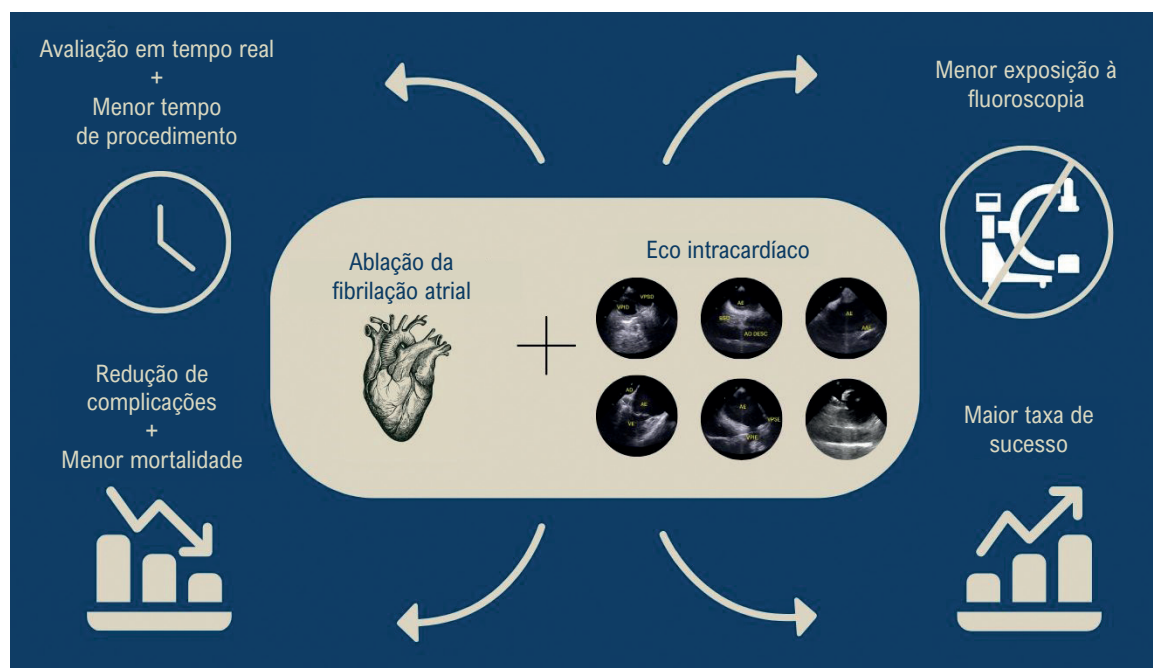
My Approach to Intracardiac Echocardiography During Atrial Fibrillation Ablation

Simone Nascimento dos Santos,¹ Benhur Davi Henz,¹ Maria Eduarda Leite da Silva,² Luiz Roberto Leite da Silva¹

ECCOS Diagnóstico Cardiovascular,¹ Brasília, DF – Brasil

York University,² Toronto, Ontário – Canadá

Figura Central: Como Eu Faço a Ecocardiografia Intracardíaca Durante a Ablação da Fibrilação Atrial



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250021

Resumo

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia mais comum na prática clínica e está associada a complicações graves, como acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca. A prevalência da FA

Palavras-chave

Ecocardiografia Intracardíaca; Ablação por Cateter; Fibrilação Atrial

Correspondência: Simone Nascimento dos Santos •

ECCOS Diagnóstico Cardiovascular. SMDB Conj 16 Lote 5 Casa A. CEP:

71680-160. Brasília, DF – Brasil

E-mail: simone.eccos@gmail.com

Artigo recebido em 09/04/2025; revisado em 11/04/2025;

aceito em 14/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250021>

tem aumentado significativamente devido ao envelhecimento populacional e às comorbidades associadas.¹ Além disso, os avanços tecnológicos — em especial a detecção da FA por meio de dispositivos vestíveis, como os relógios inteligentes — têm permitido um diagnóstico mais precoce. A ecocardiografia intracardíaca (EIC) é uma modalidade de imagem valiosa nos laboratórios de eletrofisiologia e hemodinâmica, com amplo respaldo na literatura.²⁻⁵ Desde os primeiros estudos realizados na Mayo Clinic,^{6,7} a EIC tornou-se rapidamente uma ferramenta indispensável para a avaliação da anatomia cardíaca. Essa técnica permite a visualização em tempo real do posicionamento dos cateteres, do contato com o tecido, da relação com substratos arritmogênicos e alvos de ablação, da formação de lesões e de possíveis complicações do procedimento. Diversos estudos recentes demonstraram os benefícios da EIC em ablações complexas, incluindo a redução do tempo de procedimento e da taxa de complicações — como menor risco de tamponamento

cardíaco e mortalidade —, além de maiores taxas de sucesso (Ilustração Central).⁸⁻¹² Procedimentos guiados por EIC são cada vez mais utilizados na prática clínica em diversos contextos. São considerados viáveis, seguros e associados à menor exposição à fluoroscopia — ou até mesmo à completa ausência de radiação, conforme adotado por vários grupos no Brasil e no exterior.^{8,13-15} Este artigo apresenta um guia passo a passo do tipo “Como eu faço” sobre como realizar a EIC durante a ablação da FA.

Passo 1 – Conhecendo o sistema

O cateter utilizado emprega um sistema de matriz faseada (8 e 10 Fr), com um transdutor de ultrassom de alta resolução localizado na extremidade distal (5 a 10 MHz). As imagens são adquiridas no plano longitudinal, com o campo de imagem alinhado ao eixo do cateter. O cateter pode ser manipulado em quatro direções por meio de deflexão bidirecional: anteroposterior e direita-esquerda (Vídeo Suplementar 1).

Atualmente, há dois modelos disponíveis no Brasil: i) SoundStar® eco (Biosense Webster), compatível com os sistemas de ultrassom Vivid™ i e Vivid™ q da GE; e ii) ViewFlex™ Xtra (Abbott), compatível com o sistema de ultrassom Zonare Z.One (Figura 1A e 1B).

Passo 2 – Inserção do cateter

Após a punção venosa guiada por ultrassonografia, o cateter é introduzido pela veia femoral esquerda, passando pela veia ilíaca ipsilateral e pela veia cava inferior até alcançar o átrio direito (AD). Durante essa progressão, é necessária atenção às possíveis curvaturas dos vasos e às veias de drenagem. Nessa fase, deve-se utilizar a deflexão anterior e/ou posterior do cateter para contornar as curvas. O cateter deve ser sempre avançado dentro do vaso com visualização contínua do “espaço livre de ecos” na ultrassonografia, o que reduz o risco de perfuração vascular e elimina a necessidade de fluoroscopia (Vídeo Suplementar 2).

Passo 3 – Identificação da anatomia intracardiaca e estruturas adjacentes

Com o cateter posicionado no AD, é possível identificar a válvula de Eustáquio e sua morfologia — se rígida, proeminente ou filamentososa. Uma válvula de Eustáquio filamentososa, com movimento errático no interior do AD, caso não seja previamente reconhecida, pode ser confundida com trombos filamentosos aderidos a bainhas ou cateteres.

A partir da porção média do AD, com o transdutor direcionado para a valva tricúspide (VT), obtém-se a imagem conhecida como “Home View”. Essa visualização mostra o AD, a VT e o trajeto de entrada do ventrículo direito (VD). Para operadores em fase inicial da curva de aprendizado, essa imagem funciona como ponto de referência para o qual retornar caso as estruturas anatômicas não estejam claramente identificadas. Ao rotacionar o cateter no sentido horário, aproximadamente de 10 a 20 graus a partir da Home View, as seguintes estruturas são visualizadas sequencialmente: i) aorta e via de saída do VD (VSVD); ii) aorta e via de saída do ventrículo esquerdo (VE) (VSVE); iii) átrio esquerdo (AE) e septo interatrial (SIA); iv) AE, valva mitral (VM) e VE; v) AE e apêndice atrial esquerdo (AAE); vi) AE e veias pulmonares (VPs) esquerdas em visão longitudinal; vii) parede posterior (PP) do AE, esôfago e aorta descendente; viii) VPs direitas em visão transversal.

Não existem planos de imagem obrigatórios ou predefinidos. O avanço cranial ou a retração do cateter, bem como sua flexão anteroposterior e direita-esquerda, são frequentemente necessários para obtenção de imagens ideais. A Figura 2 (A-H) ilustra esses planos de imagem e as respectivas visões obtidas com o cateter posicionado no AD.

Na ablação da fibrilação atrial (FA), é frequentemente necessário avaliar certas estruturas com o cateter posicionado no VD, o que pode ser feito sem o uso de fluoroscopia. Com a VT em foco, o cateter é suavemente defletido anteriormente e avançado para dentro do VD. Após cruzar a VT, a deflexão é liberada, permitindo a visualização da porção inferior do

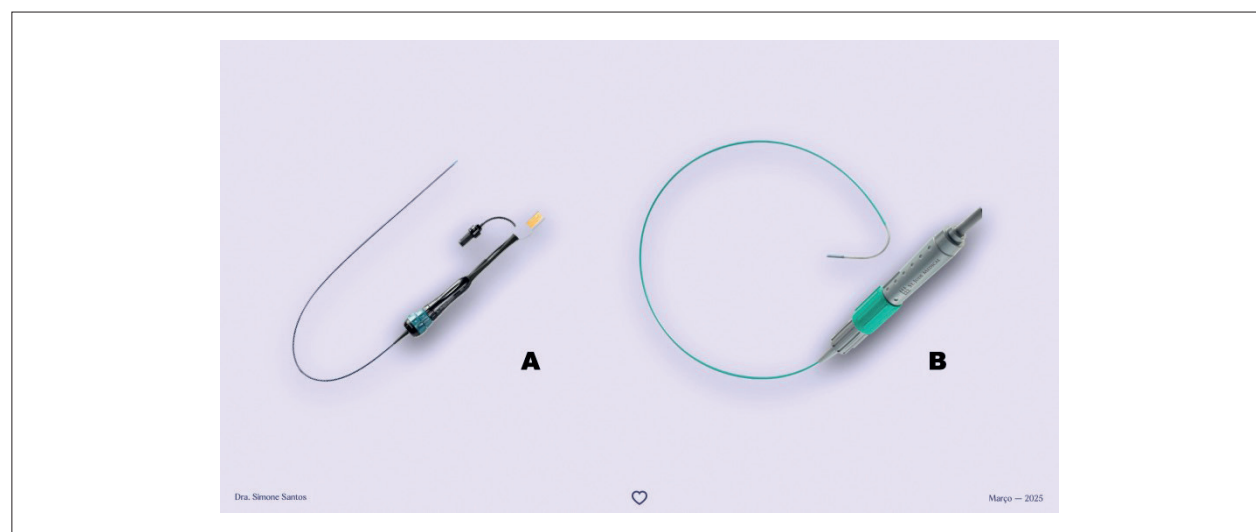


Figura 1 – Cateteres com matriz faseada disponíveis no Brasil. A: SoundStar® (Biosense Webster); B: ViewFlex Xtra® (Abbott).

Artigo de Revisão

VD e de seus marcos anatômicos, como a banda moderadora e os músculos papilares, além do espaço pericárdico. Essa visualização é especialmente importante para detectar qualquer derrame pericárdico (DP) preexistente no início do procedimento. A partir do VD, a rotação horária do cateter permite a visualização sequencial do septo interventricular (SIV) e do ápice do VE, seguida pelos músculos papilares pósterio-medial e ântero-lateral, pela VM, pela valva aórtica em corte transversal, pelo AAE e pela origem das artérias coronárias esquerda e direita. Em alguns casos, é necessário avançar o cateter através do VSVD até o tronco da artéria pulmonar (AP) para melhorar a visualização da ponta do AAE e excluir a presença de trombos (Figura 3A-F).

Passo 4 – Exclusão de trombos intracavitários antes da punção transeptal

A detecção de trombos no AE ou no AAE é essencial antes da ablação da FA, a fim de prevenir eventos tromboembólicos relacionados ao procedimento. Embora a ecocardiografia transesofágica (ETE) seja o padrão-ouro para essa finalidade, limitações anatômicas podem levar a resultados falso-negativos. Em nossa prática, a ETE é realizada previamente apenas em pacientes de alto risco — aqueles com FA persistente e doença da VM, histórico de acidente vascular cerebral ou escores CHA₂DS₂-VASc elevados associados a baixa adesão à anticoagulação. Utilizamos rotineiramente a ecocardiografia intracardiaca (EIC) para excluir trombos antes

da punção transeptal, visualizando o AAE a partir do AD, do VD (Figuras 2 e 3) e da AP. O posicionamento do cateter de EIC na VSVD, próximo à valva pulmonar, ou no tronco principal da AP proporciona as imagens mais nítidas para a detecção de trombos (Vídeo Suplementar 3).¹⁶⁻¹⁸

Passo 5 – Guia para a punção transeptal

Para realizar a punção transeptal, o cateter é posicionado na porção média do AD, permitindo a visualização direta do SIA e do AE. Como o objetivo do procedimento é a isolamento elétrica das VPs — que drenam para a PP do AE —, o local ideal de punção no SIA é ao nível das VPs esquerdas ou ligeiramente mais posterior. Isso facilita a manobrabilidade do cateter de ablação e aumenta a segurança, ao evitar trajetos de punção anteriores que possam ser direcionados ao AAE, à raiz da aorta ou à aorta ascendente (Figura 4). A partir da Home View, realiza-se uma rotação horária até que a entrada das VPs esquerdas no AE se torne visível. Em alguns casos, também é necessário realizar deflexão posterior, afastando ligeiramente o cateter do SIA para otimizar a visualização do AD, do SIA e do AE, facilitando assim uma orientação mais precisa da punção transeptal.

Com a EIC, é possível identificar rapidamente a anatomia do SIA e suas variações anatômicas relativamente comuns, que podem dificultar a punção transeptal, como hipertrofia lipomatosa, aneurismas, dupla fossa oval e presença de próteses cirúrgicas ou dispositivos oclusores.¹⁹⁻²²

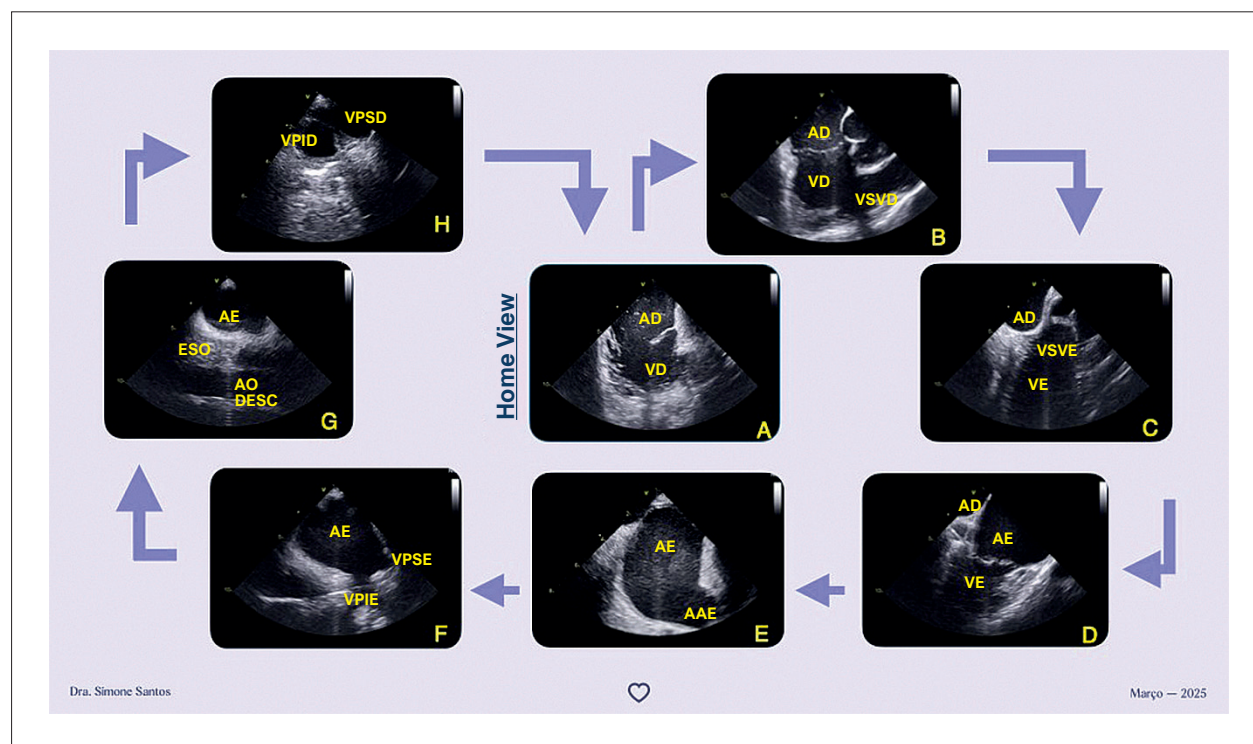


Figura 2 (A-H) – Sequência de imagens obtidas com o cateter no AD. A: Home View; as imagens de B a H mostram a progressão das visualizações obtidas com rotação horária do cateter a partir da Home View. AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; VSVD: via de saída do ventrículo direito; VSVE: via de saída do ventrículo esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; ESO: esôfago; AO: Aorta; AAE: apêndice atrial esquerdo; VPID:veia pulmonar inferior direita; VPSE:veia pulmonar inferior esquerda; VPSD:veia pulmonar superior direita.

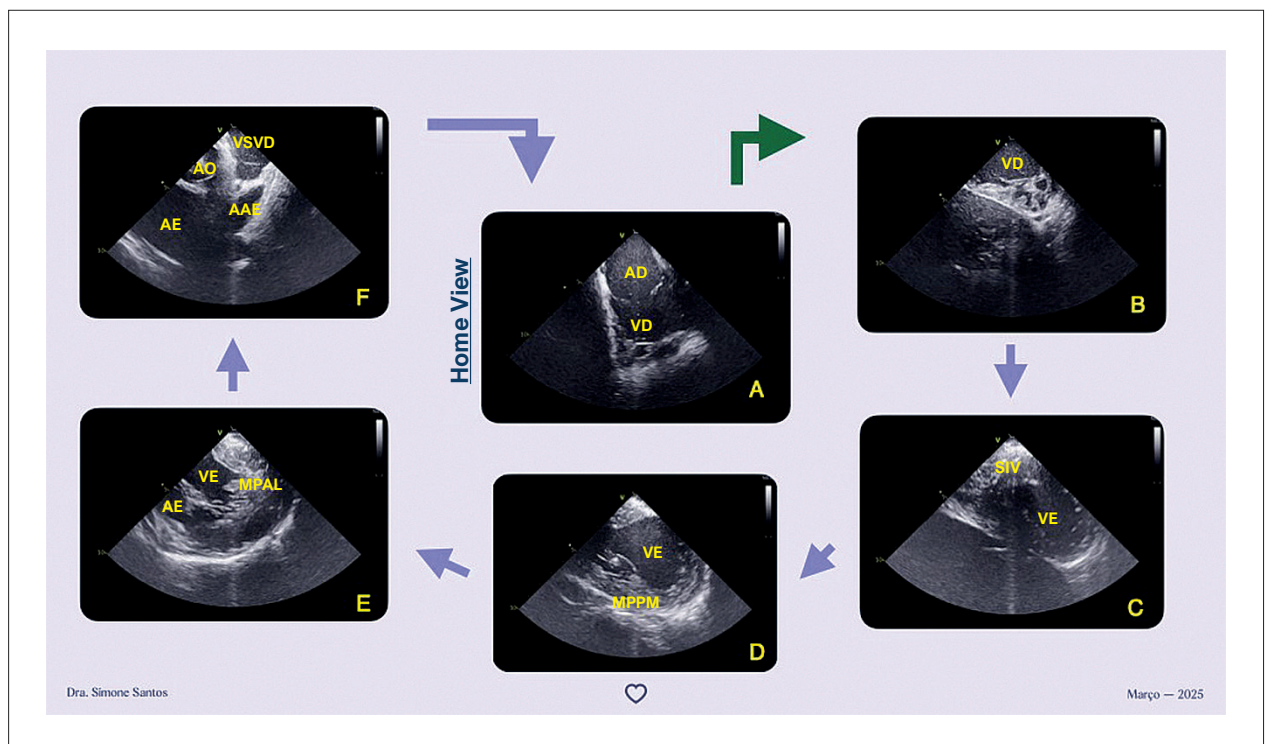


Figura 3 (A-F) – Sequência de imagens obtidas a partir do VD. A: Home View; B: A seta verde indica a deflexão anterior com o cateter posicionado no VD; C-F: Visualizações sequenciais adquiridas com rotação horária do cateter no VD (setas azuis). MPPM: músculo papilar posteromedial; MPAL: músculo papilar anterolateral; AO: aorta; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; VSVD: via de saída do ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; AAE: apêndice atrial esquerdo.

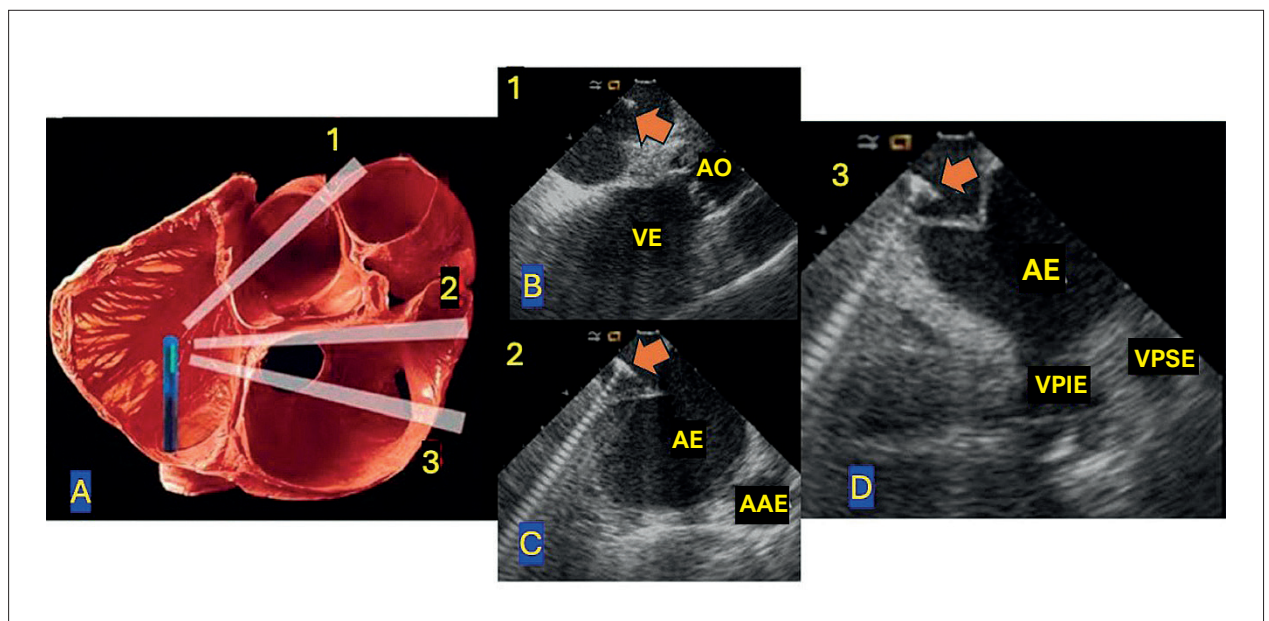


Figura 4 (A-D) – Planos de imagem para punção transeptal. A: Visão esquemática do coração e respectivos planos de imagem por EIC (1-3); B: Plano 1 – mais anterior, com risco de perfuração aórtica; C: Plano 2 – visão anterior do AAE, que pode dificultar a manipulação do cateter; D: Plano 3 – ideal para punção transeptal em procedimentos de ablação da FA, com visualização da entrada das VPs esquerdas. A seta laranja indica a agulha transeptal. Figura adaptada de Enriquez et al.³² VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; ESO: esôfago; AO: Aorta; AAE: apêndice atrial esquerdo; VPSE: veia pulmonar superior esquerda; VPPIE:veia pulmonar inferior esquerda.

Artigo de Revisão

Sempre que possível, buscamos a região mais delgada do SIA. Em casos de septos redundantes ou aneurismáticos, selecionamos o ponto de punção mais inferior possível — tomando o devido cuidado para evitar o risco de perfuração de um recesso pericárdico. Essa estratégia permite melhor ancoragem da agulha e facilita o acesso transeptal em cenários mais desafiadores.

Passo 6 – Guia para o contato do cateter circular durante o mapeamento eletroanatômico

Realizamos duas punções transeptais guiadas por EIC e inserimos duas bainhas longas: uma para o cateter de mapeamento eletroanatômico e outra para o cateter de ablação. Após a definição da anatomia do AE e das VPs — seja na presença de tronco comum, óstios separados ou em relação ao AAE — a EIC é utilizada para guiar o contato do cateter de mapeamento com o tecido atrial, evitar a proximidade com a VM e identificar a crista que separa as VPs esquerdas do AAE. Isso facilita a construção rápida do mapa eletroanatômico do AE e das VPs. Em alguns centros, utiliza-se o sistema CARTOSOUND™ (Biosense Webster) para gerar a geometria da câmara com base em múltiplos cortes de imagem por EIC.

Passo 7 – Monitoramento do contato do cateter de ablação e formação de lesões

Após a conclusão do mapeamento eletroanatômico, o passo seguinte é o monitoramento em tempo real e com precisão do contato do cateter de ablação com o tecido atrial. Isso melhora a eficácia da entrega de energia e reduz o risco de complicações. O contato inadequado com o tecido pode resultar em formação ineficaz de lesões, levando à isolamento elétrica incompleta e ao aquecimento excessivo do sangue, o que aumenta o risco de formação de trombos. A entrega de energia também pode ser ajustada com base no aumento gradual da ecogenicidade do tecido observado na EIC. Um aumento súbito ou excessivo da ecogenicidade pode anteceder a ocorrência de steam pop, fenômeno associado à perfuração tecidual e aumento do risco de tamponamento cardíaco (Vídeo Suplementar 4). Tais eventos geralmente são acompanhados pela formação de microbolhas, refletindo o aquecimento tecidual e a extravasação celular, podendo representar risco de microembolização cerebral.⁵ Embora as tecnologias atuais forneçam monitoramento da força de contato e recomendem parâmetros específicos de energia para a aplicação por radiofrequência, variações individuais devem ser consideradas. Pacientes frágeis, presença de fibrose atrial ou calcificações podem resultar em lesões excessivas ou ineficazes.²³

Passo 8 – Monitoramento da proximidade esofágica aos sítios de ablação

A ablação da PP envolve risco potencial de lesão esofágica, devido à estreita relação anatômica entre o esôfago e o AE. Essa condição pode resultar em fístula átrio-esofágica.^{24,25} Para prevenir lesão esofágica, a entrega de energia próxima ao esôfago é geralmente reduzida em força e duração, e o monitoramento da temperatura

esofágica é realizado de forma rotineira. No entanto, apesar dessas precauções, já foram relatados casos de lesão esofágica detectada por endoscopia digestiva alta após a ablação.^{26,27} Em nosso protocolo de monitoramento da temperatura esofágica, utilizamos inicialmente a EIC para visualizar a posição do esôfago e sua relação com as VPs. Em seguida, inserimos um cateter defletível por via oral para o monitoramento da temperatura, com excelentes resultados²⁸ (Figura 5).

Deteção de complicações

A EIC é utilizada ao longo de todo o procedimento de ablação da FA. Por isso, a detecção precoce de possíveis complicações não deve ser considerada uma etapa isolada do processo. Desde a punção venosa femoral inicial, a EIC pode auxiliar na identificação de trombos, oclusões, dissecções e compressões venosas extrínsecas ao longo do trajeto até o AD. A seguir, destacamos as complicações mais comuns que podem ocorrer durante o procedimento.

Derrame pericárdico

Uma das possíveis complicações da ablação por radiofrequência (ARF) para FA é o tamponamento cardíaco. A EIC permite a detecção rápida do DP, frequentemente antes do surgimento de instabilidade hemodinâmica ou do próprio tamponamento.²⁹ Isso possibilita uma intervenção precoce, a reversão da anticoagulação e, se necessário, a realização de pericardiocentese. Inicialmente, o DP é geralmente visualizado na região inferior do VD e na face posterior do AD, podendo se estender progressivamente para as regiões apical e anterior do VD, até envolver todo o coração.

Ao alcançar o AD, o cateter é avançado para o VD, e a rotação horária permite a visualização do espaço pericárdico adjacente tanto ao VD quanto ao VE (Figura 3). Essa abordagem possibilita a identificação precoce de qualquer DP preexistente antes do início da manipulação dos cateteres. Com essa imagem de referência inicial, caso haja suspeita de perfuração ou episódio de hipotensão arterial, o espaço pericárdico é prontamente reavaliado e comparado às imagens anteriores. Como parte de nosso protocolo padrão, realizamos avaliações repetidas do espaço pericárdico por meio da EIC a partir do VD em momentos específicos do procedimento: após a isolamento das VPs esquerdas, após a isolamento das VPs direitas, após qualquer aplicação adicional de radiofrequência e novamente após a retirada dos cateteres ao final do procedimento.

Trombos intracavitários

A formação de trombos em bainhas e cateteres pode ser prontamente detectada em tempo real por meio da EIC, permitindo intervenção imediata e prevenção de eventos embólicos potencialmente iminentes.^{30,31} Embora menos frequentes devido ao uso de cateteres com ponta irrigada e anticoagulantes orais diretos, ainda é possível observar trombos aderidos a bainhas ou cateteres enquanto estão posicionados no AD, o que possibilita o manejo precoce antes da punção transeptal. Caso trombos sejam identificados em cateteres posicionados no AE durante o procedimento,

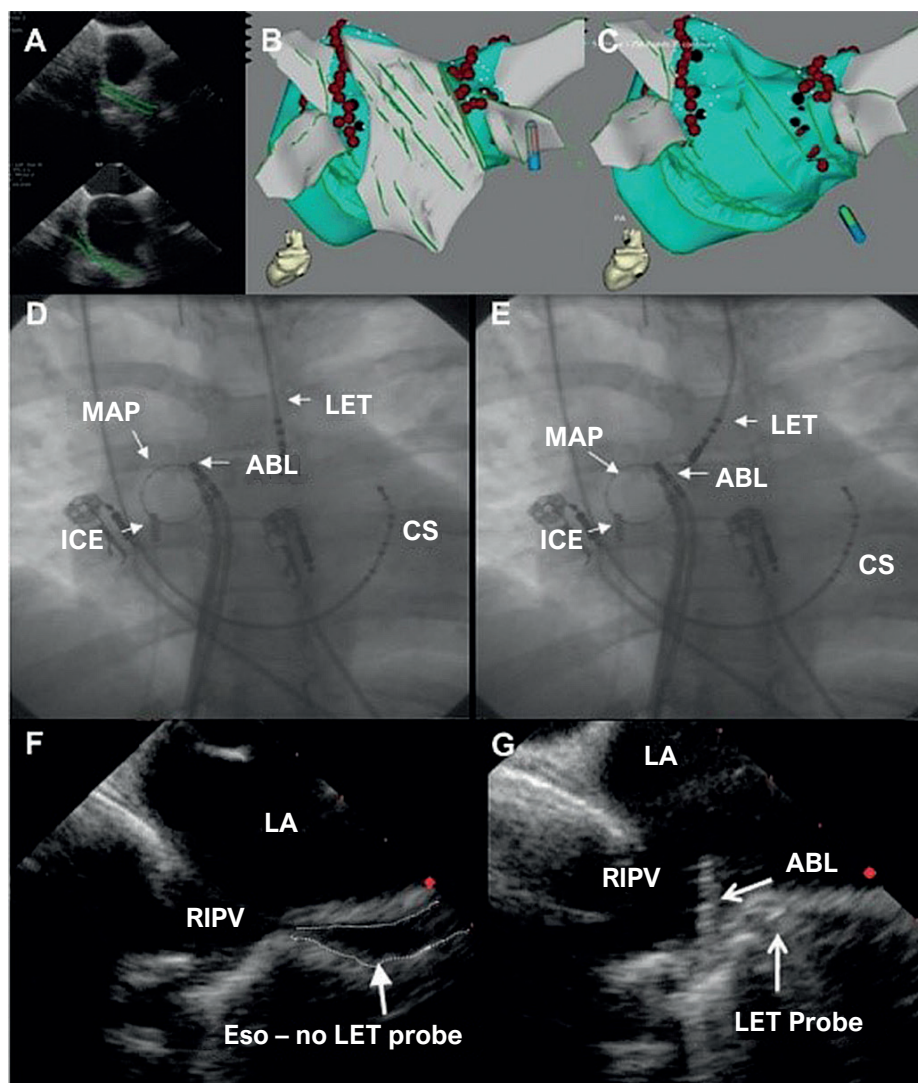


Figura 5 – Deflexão do cateter de monitoramento de temperatura esofágica guiada por EIC. A: EIC mostrando o esôfago em relação às VPs esquerda e direita (contornos verdes); B: Esôfago (em cinza) visualizado no mapa eletroanatômico, amplo e em contato com as VPs esquerda e direita; C: Mapa eletroanatômico com marcadores pretos indicando aumento da temperatura esofágica >2 °C; D: Fluoroscopia mostrando a sonda de temperatura esofágica luminal (LET) em posição neutra, aparentemente distante das VPs direitas; E: Fluoroscopia com deflexão da LET para a direita, aproximando-se do cateter de ablação; F: Imagem de EIC das VPs direitas e do esôfago sem posicionamento da LET, correspondente à imagem fluoroscópica D; G: Imagem de EIC com a sonda LET posicionada e em estreita proximidade com o cateter de ablação, correspondente à imagem fluoroscópica E. Figura reproduzida com permissão de Leite et al.²⁸ Eso: esôfago; MAP: cateter de mapeamento circular; CS: cateter do seio coronariano.

as estratégias de manejo podem incluir o aumento da heparinização sistêmica, aspiração do trombo para dentro da bainha ou, em casos extremos, o uso de filtros bilaterais nas artérias carótidas para prevenção de embolização cerebral.

Conclusão

A EIC é a única ferramenta que oferece visualização direta e em tempo real em todas as fases da ablação da FA. O domínio

e o uso sistemático da EIC aumentam tanto a eficácia quanto a segurança do procedimento.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e redação do manuscrito: Santos SN; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Santos SN, Henz BD, Silva LRL, Silva MEL.

Artigo de Revisão

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

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, et al. 2024 ESC Guidelines for the Management of Atrial Fibrillation Developed in Collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-414. doi: 10.1093/eurheartj/ehae176.
2. Earing MG, Cabalka AK, Seward JB, Bruce CJ, Reeder GS, Hagler DJ. Intracardiac Echocardiographic Guidance during Transcatheter Device Closure of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale. *Mayo Clin Proc*. 2004;79(1):24-34. doi: 10.4065/79.1.24.
3. Medford BA, Taggart NW, Cabalka AK, Cetta F, Reeder GS, Hagler DJ, et al. Intracardiac Echocardiography during Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale Device Closure in Pediatric and Adolescent Patients. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(9):984-90. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.017.
4. Jongbloed MR, Bax JJ, van der Burg AE, van der Wall EE, Schalij MJ. Radiofrequency Catheter Ablation of Ventricular Tachycardia Guided by Intracardiac Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2004;5(1):34-40. doi: 10.1016/s1525-2167(03)00051-9.
5. Marrouche NF, Martin DO, Wazni O, Gillinov AM, Klein A, Bhargava M, et al. Phased-Array Intracardiac Echocardiography Monitoring during Pulmonary Vein Isolation in Patients with Atrial Fibrillation: Impact on Outcome and Complications. *Circulation*. 2003;107(21):2710-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000070541.83326.15.
6. Bruce CJ, Packer DL, Seward JB. Transvascular Imaging: Feasibility Study Using a Vector Phased Array Ultrasound Catheter. *Echocardiography*. 1999;16(5):425-30. doi: 10.1111/j.1540-8175.1999.tb00086.x.
7. Bruce CJ, Packer DL, Seward JB. Intracardiac Doppler Hemodynamics and Flow: New Vector, Phased-Array Ultrasound-Tipped Catheter. *Am J Cardiol*. 1999;83(10):1509-12. doi: 10.1016/s0002-9149(99)00136-8.
8. Goya M, Frame D, Gache L, Ichishima Y, Tayar DO, Goldstein L, et al. The Use of Intracardiac Echocardiography Catheters in Endocardial Ablation of Cardiac Arrhythmia: Meta-Analysis of Efficiency, Effectiveness, and Safety Outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(3):664-73. doi: 10.1111/jce.14367.
9. Friedman DJ, Pokorney SD, Ghanem A, Marcello S, Kalsekar I, Yadalam S, et al. Predictors of Cardiac Perforation with Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2020;6(6):636-45. doi: 10.1016/j.jacep.2020.01.011.
10. Field ME, Gold MR, Reynolds MR, Goldstein L, Lee SHY, Kalsekar I, et al. Real-World Outcomes of Ventricular Tachycardia Catheter Ablation with versus without Intracardiac Echocardiography. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(2):417-22. doi: 10.1111/jce.14324.
11. Isath A, Padmanabhan D, Haider SW, Siroky G, Perimbeti S, Correa A, et al. Does the use of Intracardiac Echocardiography during Atrial Fibrillation Catheter Ablation Improve Outcomes and Cost? A Nationwide 14-Year Analysis from 2001 to 2014. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;61(3):461-8. doi: 10.1007/s10840-020-00844-5.
12. Pimentel RC, Rahai N, Maccioni S, Khanna R. Differences in Outcomes Among Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Catheter Ablation with versus without Intracardiac Echocardiography. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 Sep;33(9):2015-47. doi: 10.1111/jce.15599.
13. Saad EB, Slater C, Inácio LAO Jr, Santos GVD, Dias LC, Camanho LEM. Catheter Ablation for Treatment of Atrial Fibrillation and Supraventricular Arrhythmias without Fluoroscopy Use: Acute Efficacy and Safety. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(6):1015-26. doi: 10.36660/abc.20200096.
14. Bulava A, Hanis J, Eisenberger M. Catheter Ablation of Atrial Fibrillation Using Zero-Fluoroscopy Technique: A Randomized Trial. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38(7):797-806. doi: 10.1111/pace.12634.
15. Razminia M, Willoughby MC, Demo H, Keshmiri H, Wang T, D'Silva OJ, et al. Fluorless Catheter Ablation of Cardiac Arrhythmias: A 5-Year Experience. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2017;40(4):425-33. doi: 10.1111/pace.13038.
16. Ikegami Y, Tanimoto K, Inagawa K, Shiraishi Y, Fuse J, Sakamoto M, et al. Identification of Left Atrial Appendage Thrombi in Patients with Persistent and Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation Using Intracardiac Echocardiography and Cardiac Computed Tomography. *Circ J*. 2017;82(1):46-52. doi: 10.1253/circj.CJ-17-0077.
17. Minga I, Lee K, Golemi L, Varley A, Thorne C, Osorio J, et al. Comparative Analysis of Transesophageal Echocardiography (TEE) and Intracardiac Echocardiography (ICE) in Atrial Fibrillation Ablation: Insights from the Real-World Experience Registry. *J Interv Card Electrophysiol*. 2025. doi: 10.1007/s10840-025-02013-y.
18. Sriram CS, Banchs JE, Moukabary T, Moradkhan R, Gonzalez MD. Detection of Left Atrial Thrombus by Intracardiac Echocardiography in Patients Undergoing Ablation of Atrial Fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2015;43(3):227-36. doi: 10.1007/s10840-015-0008-2.
19. Lakkireddy D, Rangisetty U, Prasad S, Verma A, Biria M, Berenbom L, et al. Intracardiac Echo-Guided Radiofrequency Catheter Ablation of Atrial Fibrillation in Patients with Atrial Septal Defect or Patent Foramen Ovale Repair: A Feasibility, Safety, and Efficacy Study. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2008;19(11):1137-42. doi: 10.1111/j.1540-8167.2008.01249.x.
20. Santangeli P, Di Biase L, Burkhardt JD, Horton R, Sanchez J, Bailey S, et al. Transseptal Access and Atrial Fibrillation Ablation Guided by Intracardiac Echocardiography in Patients with Atrial Septal Closure Devices. *Heart Rhythm*. 2011;8(11):1669-75. doi: 10.1016/j.hrthm.2011.06.023.
21. Hsu JC, Badhwar N, Gerstenfeld EP, Lee RJ, Mandyam MC, Dewland TA, et al. Randomized Trial of Conventional Transseptal Needle versus Radiofrequency Energy Needle Puncture for Left Atrial Access (the TRAVERSE-LA Study). *J Am Heart Assoc*. 2013;2(5):e000428. doi: 10.1161/JAHA.113.000428.
22. JFM R. Monitoring and Early Diagnosis of Procedural Complications. In: Ren J-F, Marchlinski FE, Callans DJ, Schwartzman D, editors. *Practical*

- Intracardiac Echocardiography in Electrophysiology. Oxford: Blackwell Science; 2006. p. 180-207.
23. Santos SN, Silva LRL, Medeiros F, Zanatta AR, Botelho FMN, Henz BD. Left Atrial Intramural Hematoma during Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: The Important Role of Intracardiac Echocardiography. *Heart Rhythm Case Reports*. 2025;11(4):311-7. doi: 10.1016/j.hrcr.2024.12.017.
 24. Sánchez-Quintana D, Cabrera JA, Climent V, Farré J, Mendonça MC, Ho SY. Anatomic Relations between the Esophagus and Left Atrium and Relevance for Ablation of Atrial Fibrillation. *Circulation*. 2005;112(10):1400-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291.
 25. Di Biase L, Saenz LC, Burkhardt DJ, Vacca M, Elayi CS, Barrett CD, et al. Esophageal Capsule Endoscopy after Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: Documented Higher Risk of Luminal Esophageal Damage with General Anesthesia as Compared with Conscious Sedation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009;2(2):108-12. doi: 10.1161/CIRCEP.108.815266.
 26. Singh SM, d'Ávila A, Doshi SK, Brugge WR, Bedford RA, Mela T, et al. Esophageal Injury and Temperature Monitoring during Atrial Fibrillation Ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2008;1(3):162-8. doi: 10.1161/CIRCEP.107.789552.
 27. Rillig A, Meyerfeldt U, Birkemeyer R, Wiest S, Sauer BM, Staritz M, et al. Oesophageal Temperature Monitoring and Incidence of Oesophageal Lesions after Pulmonary Vein Isolation Using a Remote Robotic Navigation System. *Europace*. 2010;12(5):655-61. doi: 10.1093/europace/euq061.
 28. Leite LR, Santos SN, Maia H, Henz BD, Giuseppin F, Oliverira A, et al. Luminal Esophageal Temperature Monitoring with a Deflectable Esophageal Temperature Probe and Intracardiac Echocardiography May Reduce Esophageal Injury during Atrial Fibrillation Ablation Procedures: Results of a Pilot Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4(2):149-56. doi: 10.1161/CIRCEP.110.960328.
 29. Doldi F, Geßler N, Anwar O, Kahle AK, Scherschel K, Rath B, et al. In-Hospital Mortality and Major Complications Related to Radiofrequency Catheter Ablations of Over 10 000 Supraventricular Arrhythmias from 2005 to 2020: Individualized Case Analysis of Multicentric Administrative Data. *Europace*. 2023;25(1):130-6. doi: 10.1093/europace/euac146.
 30. Ren JF, Marchlinski FE, Callans DJ. Left Atrial Thrombus Associated with Ablation for Atrial Fibrillation: Identification with Intracardiac Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1861-7. doi: 10.1016/j.jacc.2004.01.031.
 31. Macedo PG, Oliveira EM, Henz BD, Santos S, Barreto JR, Zanatta A, et al. Thrombus Detection by Intracardiac Echocardiography During Atrial Fibrillation Ablation: Implications in Stroke and Peripheral Embolism Prevention. *Heart Rhythm*. 2016;13(5):166-232. doi: 10.1016/j.hrthm.2016.03.028.
 32. Enriquez A, Saenz LC, Rosso R, Silvestry FE, Callans D, Marchlinski FE, et al. Use of Intracardiac Echocardiography in Interventional Cardiology: Working with the Anatomy Rather Than Fighting It. *Circulation*. 2018;137(21):2278-94. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031343.

*Material suplementar

Para assistir ao vídeo suplementar 1, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 2, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 3, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 4, por favor, clique aqui.



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

Como Eu Faço Avaliação Ecocardiográfica nos Pacientes Pediátricos com Doença Falciforme

My Approach To Echocardiographic Evaluation in Pediatric Patients with Sickle Cell Disease

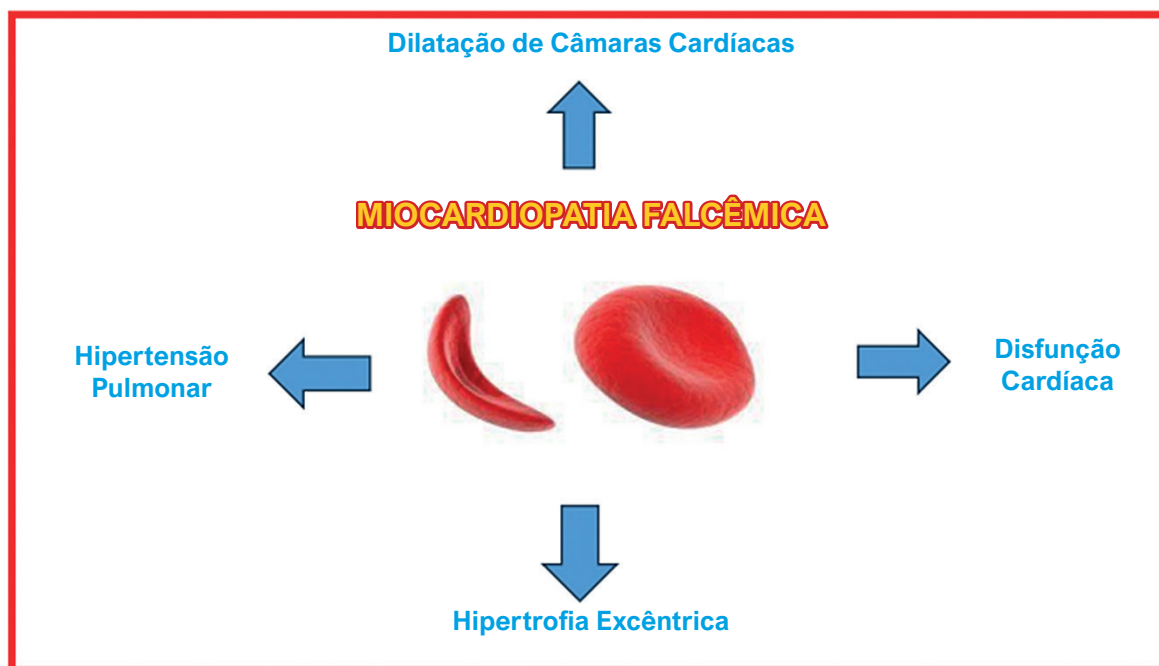
Viviane Thome Gonçalves Dias,¹ Mirela Frederico de Almeida^{2,3}

Hospital Santa Izabel,¹ Salvador, BA – Brasil

Universidade Federal da Bahia,² Salvador, BA – Brasil

Hospital Aliança,³ Salvador, BA – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço Avaliação Ecocardiográfica nos Pacientes Pediátricos com Doença Falciforme



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240128

Avaliação ecocardiográfica em paciente com Doença Falciforme.

Palavras-chave

Ecocardiografia; Anemia Falciforme; Criança

Correspondência: Viviane Thome G. Dias •

Rede D'or Aliança. Avenida Juracy Magalhães, 2096. CEP: 41920-900.

Salvador, BA – Brasil.

E-mail: diasvivi82@gmail.com

Artigo recebido em 30/11/2024; revisado em 27/03/2025;

aceito em 18/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240128>

Resumo

A Doença Falciforme (DF) é a doença genética hereditária de maior prevalência no mundo, e as complicações cardiovasculares são uma das principais causas de óbito na população falcêmica.

Diante disso, o reconhecimento precoce dos marcadores da miocardiopatia falcêmica, através dos parâmetros ecocardiográficos (Figura Central), é fundamental para a conduta adequada da condição cardiovascular destes doentes.

Essa revisão abordará de forma objetiva e didática o uso da ecocardiografia em pacientes pediátricos com DF, mostrando as principais particularidades nesta doença e a importância do acompanhamento regular.

Introdução

A DF é considerada a doença genética hereditária de maior prevalência no mundo.

No Brasil, há prevalência de 60.000 a 100.000 pacientes e apresenta maior incidência na população afrodescendente, cerca de 8%. A distribuição no território brasileiro é heterogênea, com existência significativa nos estados da Bahia, do Distrito Federal e do Piauí. A ocorrência no Brasil é de 1:1.200 nascidos vivos e no estado da Bahia é de 1:650 nascidos vivos.¹

A DF é caracterizada por uma mutação genética de herança autossômica recessiva. Ocorre a troca do aminoácido ácido glutâmico pela valina na posição seis do gene que codifica a hemoglobina (Hb). Assim, o organismo passa a produzir um tipo de Hb patológica, a denominada Hb S, responsável pela fisiopatologia da doença. A Hb S apresenta menor meia-vida (cerca de 1/6 da meia-vida da Hb normal, tipo A) por conta da maior suscetibilidade a hemólise, possuindo maior adesividade, sendo responsável pelos eventos vaso-oclusivos.

A doença pode se manifestar na forma homozigótica (Hb SS), a forma mais prevalente (ocorre em cerca de 60 a 75% dos casos), conhecida como anemia falciforme, o espectro mais grave da doença, com sintomas já a partir do primeiro ano de vida. A forma heterozigótica ocorre em cerca de 25 a 40% dos casos e tende a ser mais branda. Esta forma aparece quando há associação da Hb S com outras Hbs patológicas, como Hb SC e Hb SE. O traço falcêmico, por sua vez, ocorre quando há associação entre a Hb S e a Hb A, normal.² Geralmente, os pacientes com traço falcêmico são assintomáticos.

Em situações de estresse, como extremo de temperatura, infecção e desidratação, a Hb S desoxigenada sofre um processo de polimerização e assume o formato de foice. Esta condição torna a Hb mais suscetível a hemólise, e o paciente evolui com anemia crônica. Além disso, a Hb com maior rigidez apresenta dificuldade de passagem pela microvasculatura, provocando vasoconstrição dolorosa repetida, disfunção das células endoteliais, inflamação e lesão de isquemia, além de reperfusão em órgãos-alvo.

O envolvimento cardíaco na DF tem múltiplas causas:

- A anemia hemolítica crônica leva a vasodilatação periférica reflexa a fim de melhorar a oferta de oxigênio aos tecidos. Tal condição, por sua vez, estimula o sistema renina-angiotensina-aldosterona, retraindo sódio e água e consequente aumento da pré-carga, levando a **dilatação** crônica de câmaras cardíacas, principalmente de câmaras esquerda. Este quadro, a longo prazo, faz com que o coração apresente **hipertrofia excêntrica** compensatória.
- As crises vaso-oclusivas crônicas podem levar a disfunção microvascular miocárdica, falência renal e hipertensão arterial sistêmica. Tais condições provocam

fibrose miocárdica e consequente **disfunção** sistólica (menos comum) e **diastólica** (mais frequente).

- A **hipertensão pulmonar** no paciente falcêmico é multifatorial (grupo 5): pode ter característica pré-capilar (arterial), secundária a hemólise intravascular com consequente liberação de Hb no plasma, capaz de consumir óxido nítrico e provocar efeito vasoconstritor; e característica pós-capilar (venosa), em que a disfunção diastólica eleva a pressão de enchimento ventricular, dificultando o escoamento sanguíneo pelas veias pulmonares com consequente aumento da pressão pulmonar venosa. Além disso, o quadro de hipóxia crônica e tromboembolismo pulmonar podem também colaborar para o aumento da pressão pulmonar no paciente falcêmico.

Diante de todas essas alterações, torna-se imperativo a avaliação ecocardiográfica qualificada e regular em pacientes com DF.

Avaliação ecocardiográfica no paciente com DF

Dilatação de câmaras cardíacas

A dilatação de câmaras cardíacas, principalmente a esquerda, ocorre em cerca de 30-65% dos pacientes com doença falcêmica e é mais prevalente em pacientes que apresentam anemia hemolítica mais grave e adultos.

A dilatação atrial é a alteração cardíaca que ocorre mais precocemente por conta da sobrecarga de volume secundária a vasodilatação compensatória a anemia como forma de melhorar a oferta de oxigênio aos tecidos.

Sabatini *et al.* demonstraram em 2022 uma associação inversa entre o nível de Hb sérica (grau de anemia) e a dilatação do átrio esquerdo, e uma associação direta entre os níveis de reticulócitos (marcador de anemia hemolítica) e a dilatação do átrio esquerdo³ (Figura 1).

Hipertrofia excêntrica

A hipertrofia excêntrica, mais frequente em câmaras esquerdas, ocorre em cerca de 25-45% dos pacientes com doença falcêmica, também mais prevalente em pacientes com anemia hemolítica mais grave e com idade mais avançada.

Koyunku *et al.*, estudaram retrospectivamente 146 pacientes com anemia falciforme e idade acima de 18 anos, e encontraram 45 pacientes (30,8%) com hipertrofia excêntrica. Do total de pacientes, após seguimento de cinco anos, 31 (21,2%) pacientes faleceram. Após análise de curva de sobrevida, os pacientes com hipertrofia excêntrica apresentaram pior prognóstico (quanto pior a hipertrofia excêntrica, maior a chance de óbito).⁴

Disfunção Cardíaca

Anemia hemolítica crônica e episódios repetidos de vaso-oclusão são substratos fisiopatológicos para disfunção microvascular e fibrose miocárdica. Além disso, alterações orgânicas inerentes a própria doença, como disfunção renal, hipertensão arterial sistêmica e sobrecarga de ferro (evento

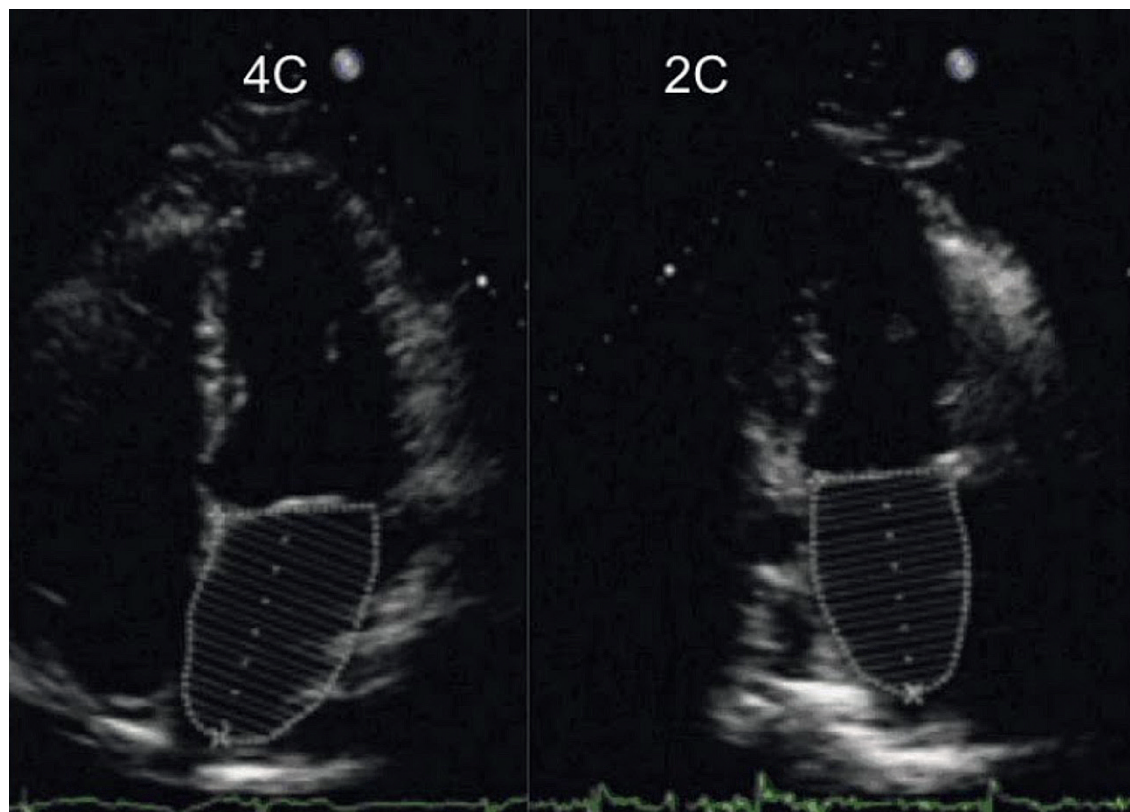


Figure 1 – Janela apical 2 e 4 câmaras para cálculo do volume atrial esquerdo.

que pode ocorrer em pacientes tratados com hemotransusão periódica) são situações que colaboram para a gênese e/ou agravamento da função cardíaca.

A **disfunção diastólica** no paciente portador de DF é uma condição comum, presente em cerca de 15-20% da população adulta com DF, e associa-se para o risco de morte prematura.⁵ Avaliar a função diastólica no paciente com DF é necessário, mas, ao mesmo tempo, é um desafio ao ecocardiografista.

Isso porque a função diastólica em crianças possui alguns fatores limitantes, pois os parâmetros de avaliação com Doppler variam significativamente conforme a idade, superfície corpórea e frequência cardíaca. Não existe uma medida única que descreva adequadamente a função diastólica, como a fração de ejeção para a função sistólica.

Pela ausência de um parâmetro padrão-ouro para o diagnóstico de disfunção diastólica, mesmo as medidas obtidas durante o cateterismo cardíaco apresentam deficiências e fornecem informações parciais sobre as características da diástole ventricular. Parâmetros utilizados para defini-la podem estar alterados por conta da própria fisiopatologia da doença de base, sem refletir necessariamente alteração da função diastólica cardíaca, como a dilatação atrial.^{6,7}

Na população geral, a dilatação atrial associa-se a disfunção diastólica cardíaca secundariamente ao aumento pressórico ventricular. No paciente com DF, por sua vez,

a dilatação atrial é um evento precoce na evolução da doença por conta da sobrecarga volêmica que ocorre na fisiopatologia do paciente falcêmico, sem necessariamente ser reflexo do aumento da pressão de enchimento ventricular. Hammoudi *et al.* avaliaram 127 pacientes com DF e observaram que a maioria apresentou dilatação atrial esquerda, mas este achado não se associou a disfunção diastólica e sim a severidade e tempo de doença.⁵

O pico de velocidade da regurgitação tricuspídea é outro índice usado no algoritmo de avaliação da função diastólica cardíaca. No entanto, no paciente falcêmico, o aumento deste índice pode não refletir necessariamente o aumento da pressão arterial pulmonar e sim ao aumento da pré-carga cardíaca ou por quadro de hipertensão pulmonar pré-capilar. Assim, deve-se ter cautela ao analisar o pico de velocidade da regurgitação tricuspídea como índice de avaliação da função diastólica no paciente falcêmico.⁵

A razão entre a velocidade transmitral diastólica precoce e a velocidade tecidual (E/e') para estimativa da pressão de enchimento do ventrículo esquerdo tem sido usada como parâmetro de função diastólica em paciente com DF. Sachdev *et al.* avaliaram 436 pacientes com anemia falciforme (homozigose para Hb S) e observaram que a relação E/e' associou-se de maneira independente a baixa capacidade de exercício (avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos).⁸

Outro índice utilizado como marcador de função diastólica nesta população é a relação E/A. Sachdev *et al.* avaliaram um grupo de 141 pacientes com DF e identificaram que uma baixa relação E/A (marcador de disfunção diastólica) associou-se a risco aumentado de mortalidade numa razão de risco de 3,5.⁹

Já a **disfunção sistólica** (avaliada na ecocardiografia convencional) é um evento raro na evolução da criança falcêmica.⁴ Poludasu *et al.* realizaram uma metanálise com 19 estudos tipo caso-controle e não encontraram diferença estatisticamente significativa entre pacientes (841) com anemia falciforme (homozigose Hb S) e controles (554) com relação à função sistólica ao ecocardiograma¹⁰ (Figura 2).

Análise do Strain na doença falcêmica, o que há de novo?

O advento da *Strain* 2D proporcionou a detecção precoce de danos cardíacos em muitas doenças crônicas e se tornou cada vez mais essencial para estratificar o prognóstico. O objetivo é mostrar a contribuição da deformação 2D para a detecção de dano miocárdico subclínico ventricular em pacientes com DF.

A dilatação cardíaca e a hipertrofia excêntrica ventricular esquerda em pacientes com DF ocorrem para acomodar o aumento da pré-carga e levam progressivamente a alteração da função cardíaca. Essas alterações implicam na morbidade e mortalidade dos pacientes com DF.

O *Strain* global longitudinal do ventrículo esquerdo é um preditor mais específico de remodelação miocárdica do que a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), sendo uma ferramenta sensível na detecção de comprometimento precoce da função sistólica, apesar de uma FEVE preservada.

Estudos mostram que pacientes com DF que apresentem Hb mais baixa (Hb < 9g/dl) e que tenham pré-carga aumentada possuem, a longo prazo, comprometimento sistólico subclínico do ventrículo esquerdo. Isso se deve provavelmente a má adaptabilidade a longo prazo do aumento crônico da pré-carga.

Resende *et al.* acompanharam 219 pacientes com DF por 30 meses e observaram que aqueles pacientes com *Strain* alterado apresentaram piores desfechos clínicos (crise algica, síndrome torácica aguda e óbito associado a DF) independentemente da idade, valor de pico da velocidade do refluxo tricúspideo e fração de ejeção pela ecocardiografia convencional. Assim, pacientes com DF que possuem *Strain* alterado têm pior prognóstico evolutivo¹¹ (Figura 3).

Hipertensão pulmonar

A hipertensão pulmonar é uma condição caracterizada pela diminuição do fluxo sanguíneo através da circulação arterial pulmonar por conta do aumento da resistência vascular pulmonar e pressões arteriais elevadas.

A prevalência de hipertensão pulmonar é maior em pacientes com doença da Hb SS do que naqueles com talassemia SC ou Sβ+ ou Sβ°.

Estudos usando ecocardiografia para medir a velocidade máxima de regurgitação tricúspide como um índice de pressão

arterial pulmonar sistólica demonstraram uma alta prevalência (30%) de hipertensão pulmonar na população com DF.⁵

A fisiopatologia da hipertensão pulmonar é variável: primeiramente, como a pressão pulmonar é o produto do fluxo e da resistência vascular pulmonar, o alto débito cardíaco na DF induz pressão pulmonar elevada com as resistências vasculares pulmonares alteradas ou não. Em segundo lugar, a sobrecarga crônica de volume pode levar à insuficiência do ventrículo esquerdo e subsequente hipertensão venosa pulmonar. Em terceiro lugar, a hemólise intravascular pode induzir vasculopatia arterial pulmonar, principalmente impulsionada pela eliminação de óxido nítrico devido à Hb plasmática livre.

Finalmente, vários outros mecanismos podem participar, incluindo hipoxemia, hipertensão pulmonar pós-embólica, lesão pulmonar relacionada à DF, alteração hepática crônica. É importante ressaltar que vários desses fatores estão frequentemente presentes simultaneamente em um mesmo paciente com DF que sofre de HP. Isso representa um importante desafio para o manejo clínico da doença. Assim, esses pacientes são atualmente classificados no grupo cinco dentro do sistema de classificação da Organização Mundial da Saúde (OMS) para hipertensão pulmonar.⁵

Mehari *et al.* estudaram 531 pacientes e observaram associação positiva entre aumento da pressão pulmonar e redução da tolerância ao exercício, e maior taxa de mortalidade em pacientes com DF.¹²

Diante do impacto da hipertensão pulmonar na morbimortalidade do paciente com DF, a Sociedade Americana Torácica publicou em 2014 um *guideline* de manejo destes pacientes sugerindo cateterismo cardíaco diagnóstico quando a velocidade de regurgitação tricúspidea for $\geq 3\text{m/s}$ ou quando entre 2,5-2,9m/s em pacientes com sintomas como redução do teste de caminhada e/ou aumento sérico de NT-pro-BNP¹³ (Figura 4).

Avaliação ecocardiográfica durante o tratamento da DF

O paciente sintomático ou portador de hipertensão pulmonar tem indicação de tratamento modificador de doença da DF.

A hidroxiuréia é uma das medicações utilizadas para o tratamento da DF. Um dos seus mecanismos de ação é o aumento da Hb fetal, reduzindo os níveis da Hb S patológica e seus efeitos fisiopatológicos.

Dhar *et al.* analisaram 100 pacientes com DF, estando 60 destes em uso de hidroxiuréia. Eles observaram que a dilatação e hipertrofia do ventrículo esquerdo melhoraram significativamente com o tratamento de hidroxiuréia. Além disso, o volume e a massa do ventrículo esquerdo correlacionaram-se negativamente com a duração do tratamento com hidroxiuréia, demonstrando que a terapia medicamentosa pode levar ao remodelamento cardíaco.¹⁴

Outra terapia preconizada para pacientes falcêmicos sintomáticos é a hemotransfusão crônica, cujo objetivo é reduzir as taxas da Hb S patológica.

Turpin *et al.* avaliaram 13 pacientes com anemia falciforme (homozigose Hb S) antes e após tratamento com

Artigo de Revisão

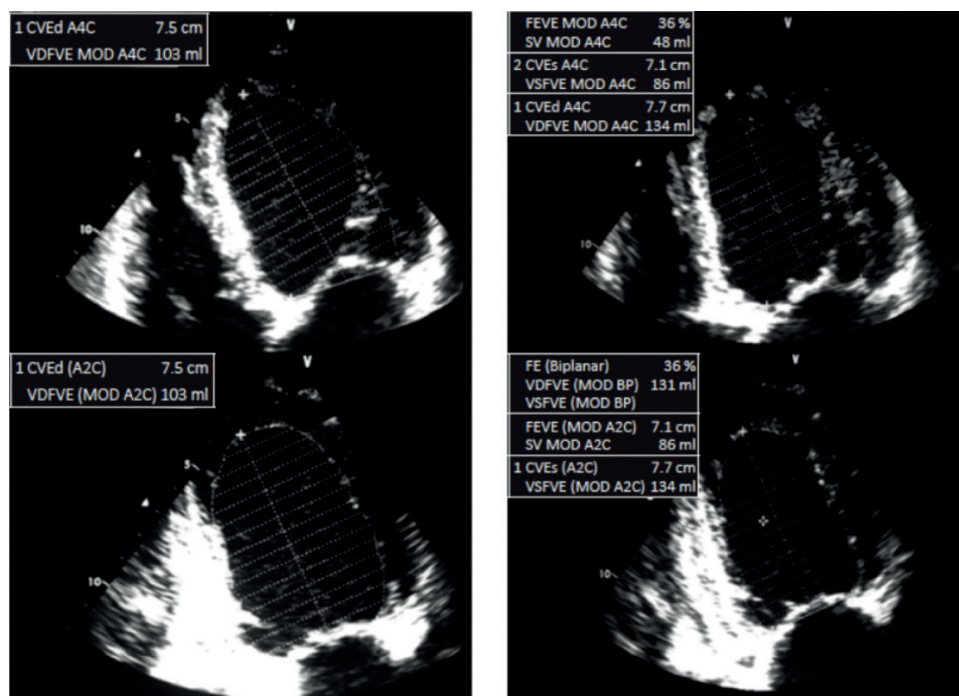


Figura 2 – Janela apical 2 e 4 câmaras para análise da função ventricular durante a sístole e a diástole. Fração de ejeção calculada através do método de Simpson. CVEd/VDFVE: Volume diastólico final do ventrículo esquerdo; MOD: Método Simpson; FEVE/FE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo; CVE/VSFVE: Volume sistólico final do ventrículo esquerdo; SV: Volume sistólico.

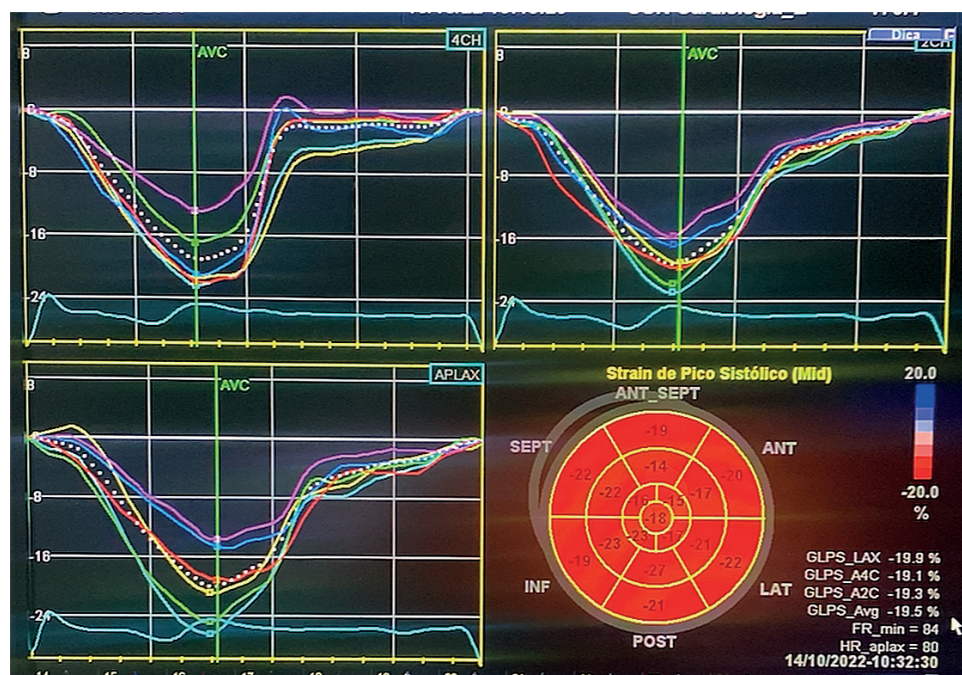


Figura 3 – Strain Global Longitudinal de pico do ventrículo esquerdo de -19.5% em criança com anemia falciforme. Sept: parede septal; Ant: parede anterior; inf: parede inferior; Lat: parede lateral; Post: parede posterior; GLPS: Deformação longitudinal global máxima; FR: Taxa de quadros por segundo.

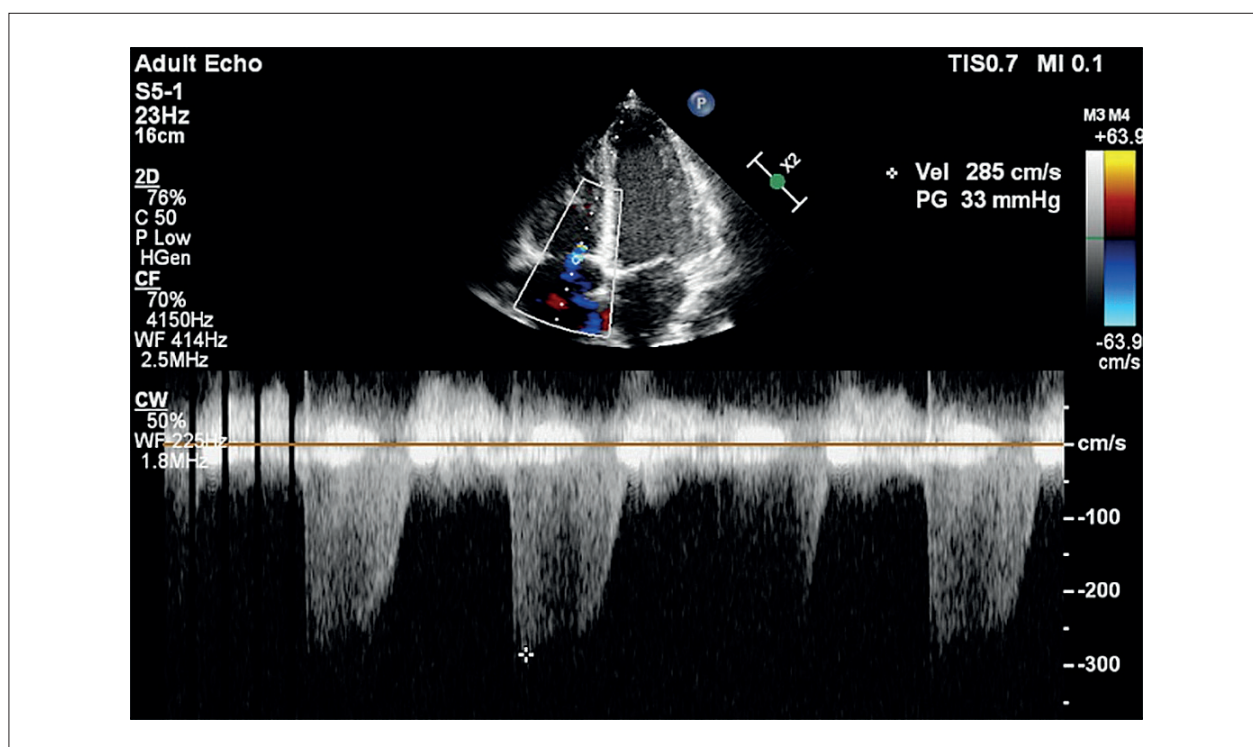


Figura 4 – Janela apical 4 câmaras para análise do refluxo tricuspídeo pelo Doppler contínuo em paciente com Anemia Falciforme. PG: Gradiente pressórico; CW: Doppler Contínuo; WF: Forma de onda; CF: Doppler com Fluxo Colorido.

hemotransusão crônica. O estudo demonstrou melhora de classe funcional e redução da velocidade do jato de refluxo tricuspídeo após o tratamento com hemotransusão.¹⁵

Assim, pacientes com DF em tratamento modificador de doença também devem ser avaliados rotineiramente com o ecocardiograma para melhor definição do seu status cardiovascular.

Avaliação ecocardiográfica durante a crise na DF

Ao longo da vida, o paciente portador de DF pode apresentar inúmeros eventos agudos, como crise algica, síndrome torácica aguda, sequestro esplênico e acidente vascular cerebral.

Onalo *et al.* acompanharam por dois anos 176 pacientes com DF, sendo 92 sem evento de crise e 84 com evento de crise e observaram maior prevalência de hipertensão pulmonar e disfunção cardíaca em pacientes com algum evento de crise durante este período.¹⁶

Assim, o paciente com DF que apresenta algum episódio de crise falcêmica deve ter a sua condição cardiovascular reavaliada a fim de que o melhor manejo cardíaco possa ser oferecido neste momento.

Conclusão

O Ecocardiograma de rotina para a população pediátrica assintomática com anemia falciforme não é uma realidade em nosso meio, porém o impacto significativo das alterações cardíacas já pode ser observado desde a infância.

Exames ecocardiográficos seriados devem ser considerados a fim de proporcionar diagnóstico precoce de complicações cardíacas e melhorar o atendimento clínico ao paciente falcêmico com o intuito de reduzir a morbidade e mortalidade cardiovascular nesta população.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Dias VTG, Andrade MFA.

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

Artigo de Revisão

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Diagnóstico e Tratamento de Doenças Falciformes. Brasília: ANVISA; 2001.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Doença Falciforme [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2025 [cited 2025 May 19]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/doenca-falciforme>.
3. Sabatini L, Chinali M, Franceschini A, Di Mauro M, Marchesani S, Fini F, et al. Echocardiographic Evaluation in Paediatric Sickle Cell Disease Patients: A Pilot Study. *J Clin Med*. 2022;12(1):7. doi: 10.3390/jcm12010007.
4. Koyuncu MB, Tombak A, Orselik O, Koseci T, Turker A, Basir H, et al. Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults with Sickle Cell Disease: Need Attention to Eccentric Hypertrophy. *Cureus*. 2021;13(6):e15592. doi: 10.7759/cureus.15592.
5. Hammoudi N, Lionnet F, Redheuil A, Montalescot G. Cardiovascular Manifestations of Sickle Cell Disease. *Eur Heart J*. 2020;41(13):1365-73. doi: 10.1093/eurheartj/ehz217.
6. Rosa LM, Morhy SS. My Approach to Managing Left Ventricular Diastolic Function of Children and in Congenital Heart Disease. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2022;35(3):ecom29. doi: 10.47593/2675-312X/20223503ecom29.
7. Hammoudi N, Charbonnier M, Levy P, Djebbar M, Stojanovic KS, Ederhy S, et al. Left Atrial Volume is Not an Index of Left Ventricular Diastolic Dysfunction in Patients with Sickle Cell Anaemia. *Arch Cardiovasc Dis*. 2015;108(3):156-62. doi: 10.1016/j.acvd.2014.09.010.
8. Sachdev V, Kato GJ, Gibbs JS, Barst RJ, Machado RF, Nouraie M, et al. Echocardiographic Markers of Elevated Pulmonary Pressure and Left Ventricular Diastolic Dysfunction are Associated with Exercise Intolerance in Adults and Adolescents with Homozygous Sickle Cell Anemia in the United States and United Kingdom. *Circulation*. 2011;124(13):1452-60. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.032920.
9. Sachdev V, Machado RF, Shizukuda Y, Rao YN, Sidenko S, Ernst I, et al. Diastolic Dysfunction is an Independent Risk Factor for Death in Patients with Sickle Cell Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(4):472-9. doi: 10.1016/j.jacc.2006.09.038.
10. Poludasu S, Ramkissoon K, Saliccioli L, Kamran H, Lazar JM. Left Ventricular Systolic Function in Sickle Cell Anemia: A Meta-Analysis. *J Card Fail*. 2013;19(5):333-41. doi: 10.1016/j.cardfail.2013.03.009.
11. Resende MBS, Ferrari TCA, Araujo CC, Vasconcelos MCM, Tupinambás JT, Dias RCTM, et al. Prognostic Value of Left Ventricular Longitudinal Strain by Speckle-Tracking Echocardiography in Patients with Sickle Cell Disease. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020;36(11):2145-53. doi: 10.1007/s10554-020-01924-3.
12. Mehari A, Gladwin MT, Tian X, Machado RF, Kato GJ. Mortality in Adults with Sickle Cell Disease and Pulmonary Hypertension. *JAMA*. 2012;307(12):1254-6. doi: 10.1001/jama.2012.358.
13. Klings ES, Machado RF, Barst RJ, Morris CR, Mubarak KK, Gordeuk VR, et al. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Diagnosis, Risk Stratification, and Management of Pulmonary Hypertension of Sickle Cell Disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(6):727-40. doi: 10.1164/rccm.201401-0065ST.
14. Dhar A, Leung TM, Appiah-Kubi A, Gruber D, Aygun B, Serigano O, et al. Longitudinal Analysis of Cardiac Abnormalities in Pediatric Patients with Sickle Cell Anemia and Effect of Hydroxyurea Therapy. *Blood Adv*. 2021;5(21):4406-12. doi: 10.1182/bloodadvances.2021005076.
15. Turpin M, Chantalat-Auger C, Parent F, Driss F, Lionnet F, Habibi A, et al. Chronic Blood Exchange Transfusions in the Management of Pre-Capillary Pulmonary Hypertension Complicating Sickle Cell Disease. *Eur Respir J*. 2018;52(4):1800272. doi: 10.1183/13993003.00272-2018.
16. Onalo R, Cooper P, Cilliers A, Nnebe-Agumadu U. Cardiovascular Changes in Children with Sickle Cell Crisis. *Cardiol Young*. 2020;30(2):162-70. doi: 10.1017/S1047951120000037.



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

Como Eu Faço Ultrassom Point-Of-Care para Avaliação de Dispneia

My Approach to Point-of-Care Ultrasound for Dyspnea Assessment

Adriana Brentegani,^{1,2} Fernando Arturo Effio Solis,³ Milena de Paulis,³ Marcelo Luiz Campos Vieira^{1,3}

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,¹ São Paulo, SP – Brasil

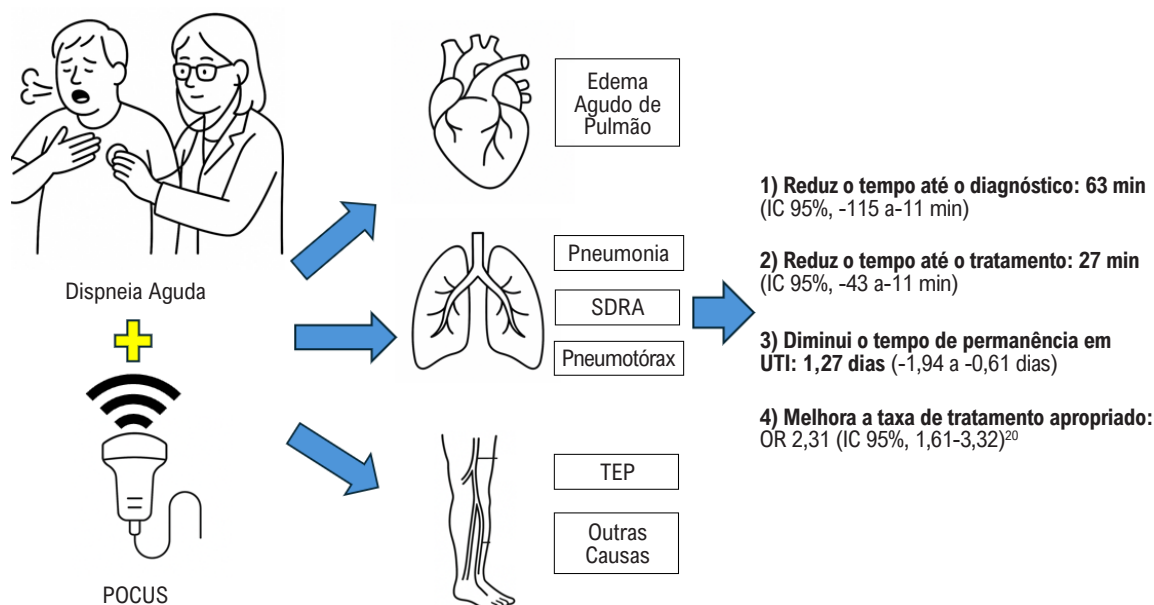
Hospital Sírio-Libanês,² São Paulo, SP – Brasil

Hospital Israelita Albert Einstein,³ São Paulo, SP – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço Ultrassom Point-Of-Care para Avaliação de Dispneia



Uso da Ultrassonografia Point-Of-Care (POCUS) na avaliação de dispneia.



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250023

Resumo

A dispneia é um sintoma comum e potencialmente grave, cuja abordagem diagnóstica tradicional, baseada em exame físico e exames complementares, pode apresentar limitações importantes. O ultrassom point-of-care (POCUS) consolidou-

se como uma ferramenta eficaz para a avaliação rápida e precisa desse sintoma, tanto em ambiente ambulatorial quanto em contextos de emergência e terapia intensiva.

Este artigo apresenta um guia prático e ilustrado sobre a aplicação integrada do POCUS na avaliação da dispneia, com ênfase na diferenciação entre causas cardíacas e pulmonares. São descritas técnicas de aquisição de imagens cardíacas, pulmonares e venosas, os principais achados ultrassonográficos e um passo a passo de sua aplicação na prática clínica. O POCUS pulmonar tem demonstrado alta sensibilidade na detecção do diagnóstico diferencial de dispneia. Sua integração com a ecocardiografia e o ultrassom de membros inferiores permite, ainda, refinar o diagnóstico, identificando padrões clínicos específicos, como edema agudo de pulmão (EAP), tromboembolismo pulmonar (TEP) e síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA).

O uso estruturado do POCUS representa um avanço relevante no exame físico moderno, permitindo decisões clínicas mais rápidas e precisas à beira-leito. Sua adoção deve

Palavras-chave

Ultrassonografia; Ecocardiografia; Dispneia

Correspondência: Adriana Brentegani •

Hospital Sírio-Libanês. Rua Adma Jafet, 115. CEP: 01308-050. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: driebrentegani@gmail.com

Artigo recebido em 24/04/2025; revisado em 05/05/2025; aceito em 05/05/2025.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250023>

ser incentivada entre cardiologistas, intensivistas e profissionais que atuam em ambientes de cuidados críticos.

Introdução

A dispneia é uma queixa comum e potencialmente grave, presente tanto em ambientes de emergência e terapia intensiva quanto no cenário ambulatorial. Tradicionalmente, o raciocínio clínico em relação a esse sintoma depende da correlação entre história, exame físico e exames complementares, como radiografia de tórax (RX), tomografia computadorizada ou biomarcadores, como o dímero-D ou o BNP. No entanto, esses métodos apresentam limitações importantes, como a baixa sensibilidade do exame físico e o atraso na disponibilidade dos exames complementares.

Frente a isso, o ultrassom point-of-care (POCUS) tornou-se uma ferramenta essencial para aumentar a sensibilidade diagnóstica na investigação das causas de dispneia (Figura Central).^{1,2} Diversos estudos demonstram que o POCUS pulmonar apresenta sensibilidade superior à ausculta e à RX para a detecção de congestão pulmonar,^{1,3} sendo inclusive capaz de detectar alterações antes do início dos sintomas clínicos (Figura 1).⁴ Além disso, os achados ultrassonográficos, como a presença de múltiplas linhas B, correlacionam-se com medidas hemodinâmicas invasivas, como o aumento das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo (VE) e da pressão capilar pulmonar, especialmente em pacientes com insuficiência cardíaca. Ainda assim, sua interpretação deve ser contextualizada, considerando diagnósticos diferenciais como pneumopatias intersticiais ou injúrias inflamatórias agudas.^{1,3,4}

Este artigo descreve o passo a passo para a avaliação de pacientes com dispneia de etiologia indefinida, utilizando o

POCUS de maneira integrada, abrangendo a avaliação dos pulmões, do coração e do sistema venoso profundo dos membros inferiores. O objetivo é demonstrar como essa abordagem pode auxiliar o raciocínio clínico de forma eficiente.

Para o cardiologista que deseja ir além do exame físico tradicional, dominar o POCUS representa incorporar o que Braunwald, Narula e colaboradores denominaram como o “quinto pilar do exame físico moderno”: a insonação, ao lado da inspeção, palpação, percussão e ausculta.⁵ Essa ferramenta transforma a prática clínica ao permitir, de forma rápida, portátil e à beira-leito, a visualização de patologias que antes dependiam de exames complementares demorados ou indisponíveis. Em contextos de emergência, como na avaliação da dispneia, torna-se um recurso de primeira linha para diferenciar causas como edema pulmonar, pneumonia e pneumotórax.¹

Assim como o estetoscópio revolucionou a ausculta há dois séculos, o transdutor de ultrassom começa, agora, a ocupar um papel semelhante no exame físico do cardiologista moderno.

Como fazer: técnica e posicionamento do transdutor

A avaliação do paciente com dispneia pelo POCUS utiliza diferentes transdutores e janelas de exploração, que devem ser adaptadas conforme o alvo anatômico.⁶

- **Coração:** transdutor setorial (*phased array*), com janelas paraesternais nos eixos longo e curto, apical e subcostal, principalmente (Figura 2).⁷
- **Pulmões:** Para a avaliação ultrassonográfica pulmonar, preferimos o uso do transdutor linear de alta frequência (7–13 MHz) para visualização detalhada da linha pleural e suas alterações, como o deslizamento pleural (*lung sliding*).⁸

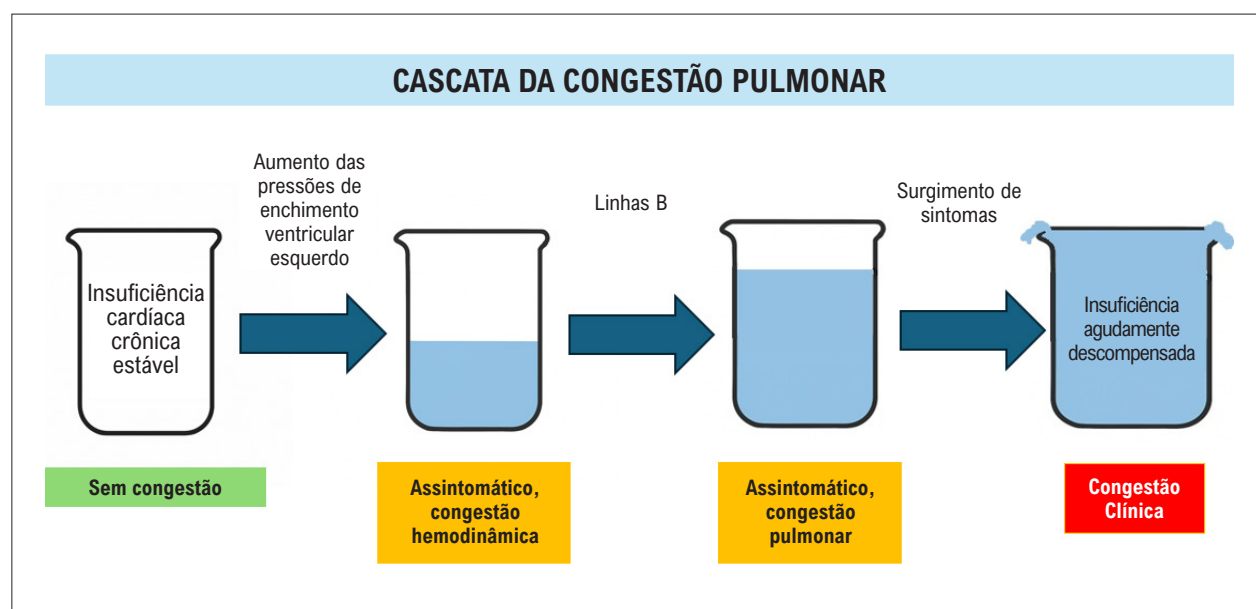


Figura 1 – A congestão hemodinâmica é a primeira alteração na sequência da congestão pulmonar. Inicialmente, surgem linhas B induzidas pelo esforço, marcando uma fase subclínica. As linhas B em repouso aparecem posteriormente, antecedendo os sinais clínicos evidentes, que podem levar horas a dias para se instalar. As medidas terapêuticas são provavelmente mais eficazes quando iniciadas nas fases assintomáticas iniciais da cascata — pré-sintomáticas e pré-radiológicas. Adaptado de Picano E, Scali MC, Ciampi Q et al.

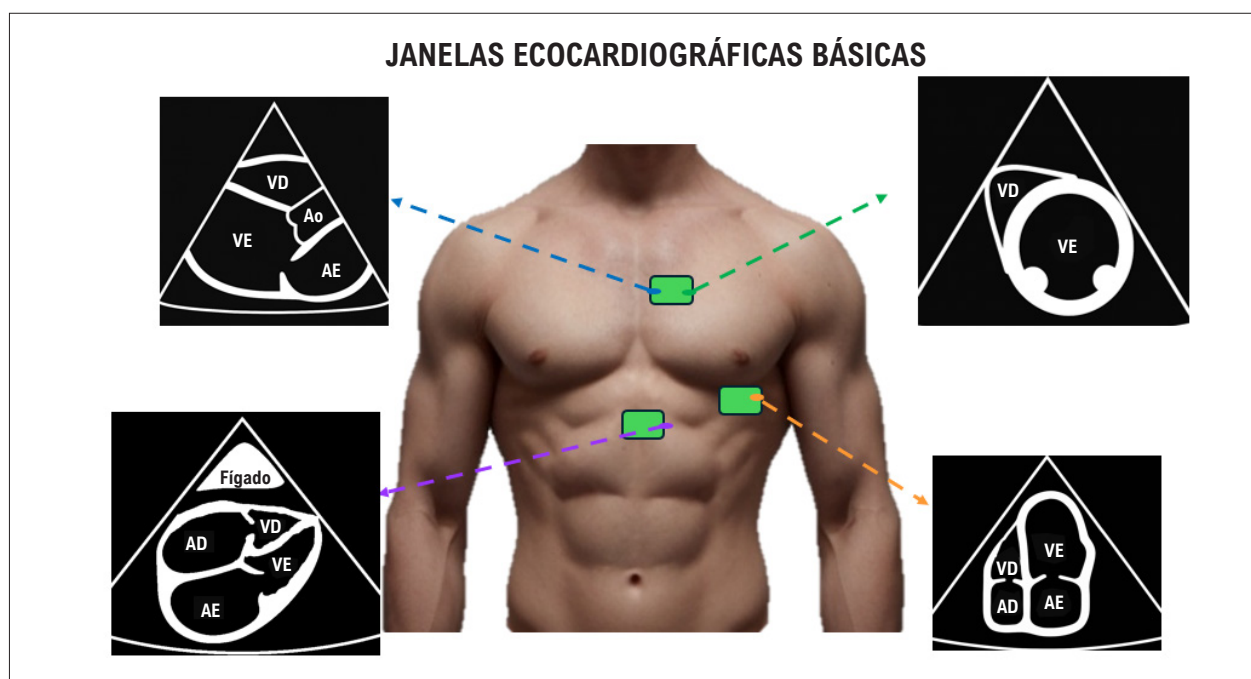


Figura 2 – Janelas ecocardiográficas básicas. Ao: aorta. AE: átrio esquerdo. AD: átrio direito. VE: ventrículo esquerdo. VD: ventrículo direito.

Já o transdutor convexo é mais adequado para a análise dos artefatos pulmonares, como as linhas A e B, devido à sua maior penetração e campo de visão mais amplo (Figura 3).

A varredura é iniciada com o transdutor em orientação longitudinal com o marcador do transdutor no sentido cefálico, permitindo identificar os arcos costais e a linha pleural.⁸ Em seguida, realizamos uma varredura transversal, deslizando o transdutor entre os espaços intercostais da região anterior para a lateral, cobrindo toda a superfície torácica ou focando apenas na zona de interesse — um raciocínio semelhante à ausculta com o estetoscópio durante o exame físico tradicional.

O quadrante anterossuperior do tórax é o mais adequado para avaliação de pneumotórax, enquanto o quadrante lateral inferior, na linha axilar posterior é o preferido na investigação de derrame pleural e consolidações. O exame pode ser realizado com o paciente em decúbito dorsal ou semissentado, conforme a condição clínica e o objetivo diagnóstico (Figura 4).

• **Veias profundas dos membros inferiores:** transdutor linear de alta frequência, para compressão da veia femoral comum⁹ até a veia poplítea (Figura 5).

Por que usar POCUS? Vantagens sobre exame físico e RX

O exame físico isolado possui baixa sensibilidade para detecção de congestão pulmonar, variando entre 17% e 33%, enquanto o POCUS pode ultrapassar 90% de sensibilidade para o mesmo fim.^{10,11} Estudos demonstram ainda que a presença de 15 ou mais linhas B tem forte correlação com biomarcadores como NT-pró BNP, razão E/e' e classe funcional de pacientes com insuficiência cardíaca descompensada, reforçando seu valor prognóstico^{4,12,13}

(Figura 6). Além disso, a redução do número de linhas B ao longo do tratamento está associada à melhora clínica e à compensação hemodinâmica, o que valida o POCUS como ferramenta não apenas diagnóstica, mas também de monitoramento terapêutico.³ A RX, por sua vez, pode apresentar alterações tardias ou ser inconclusiva em quadros iniciais. Enquanto a ultrassonografia pulmonar detecta congestão antes do surgimento de sintomas e mostra resolução precoce após o tratamento, muitas vezes em poucas horas.^{3,14-17}

É fundamental lembrar que o POCUS não deve substituir o exame físico tradicional, nem os exames formais como ecocardiograma, angiotomografia, doppler de membros inferiores ou biomarcadores, mas deve servir como complemento para a melhor tomada de decisão.

Protocolos à beira-leito: qual escolher?

Diversos protocolos de POCUS foram desenvolvidos para a avaliação de dispneia, como o protocolo BLUE (*Bedside Lung Ultrasound in Emergency*),¹ no contexto de emergência, o protocolo FALLS,¹⁹ para avaliação hemodinâmica do choque, ou o RUSH (*Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension*),²⁰ no cenário de choque indiferenciado. Cada um deles oferece uma abordagem específica e estruturada para diferentes contextos clínicos.

O protocolo BLUE é o mais amplamente validado e utilizado para avaliação ultrassonográfica da insuficiência respiratória aguda. Em um estudo com mais de 300 pacientes, o protocolo demonstrou sensibilidade de 90,5% e especificidade de 98,2% na identificação das principais causas de insuficiência respiratória, com tempo médio de execução inferior a três minutos. Desenvolvido por Daniel Lichtenstein

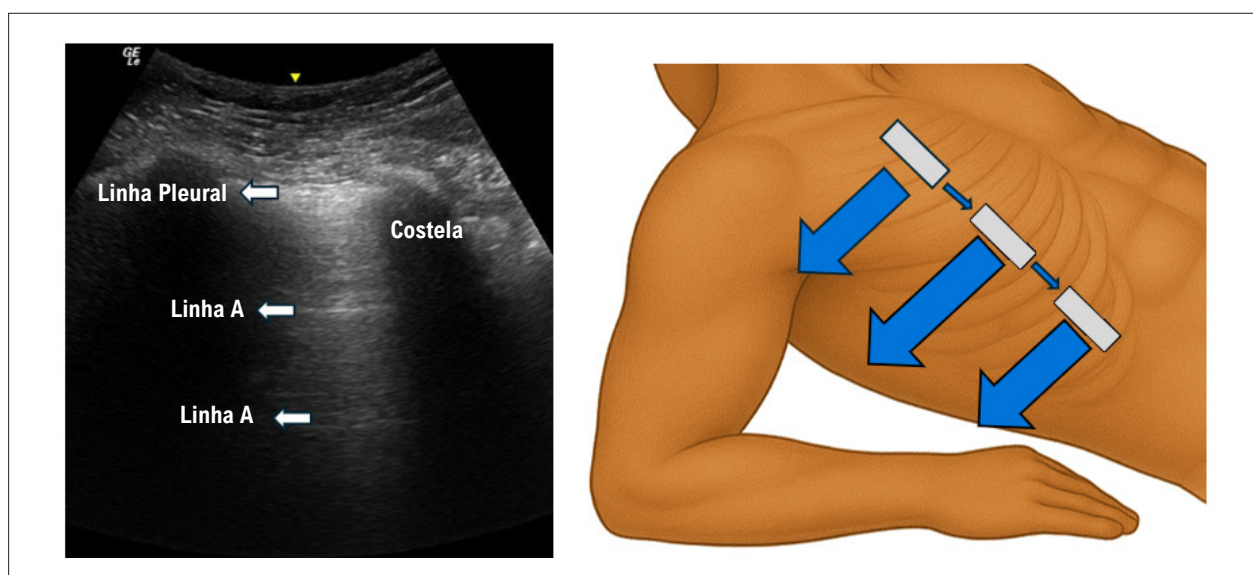


Figura 3 – Avaliação ultrassonográfica do pulmão em decúbito lateral: padrão A. À esquerda, imagem em modo B evidenciando o padrão A, com presença de linha pleural hiperecogênica e múltiplas linhas A horizontais (artefatos de reverberação), indicativas de pulmão arejado. A imagem também mostra a sombra acústica da costela (marcada com asterisco). À direita, representação esquemática da varredura ultrassonográfica no hemitórax direito, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao gradil torácico. As setas azuis indicam a direção da varredura sequencial ao longo dos espaços intercostais.

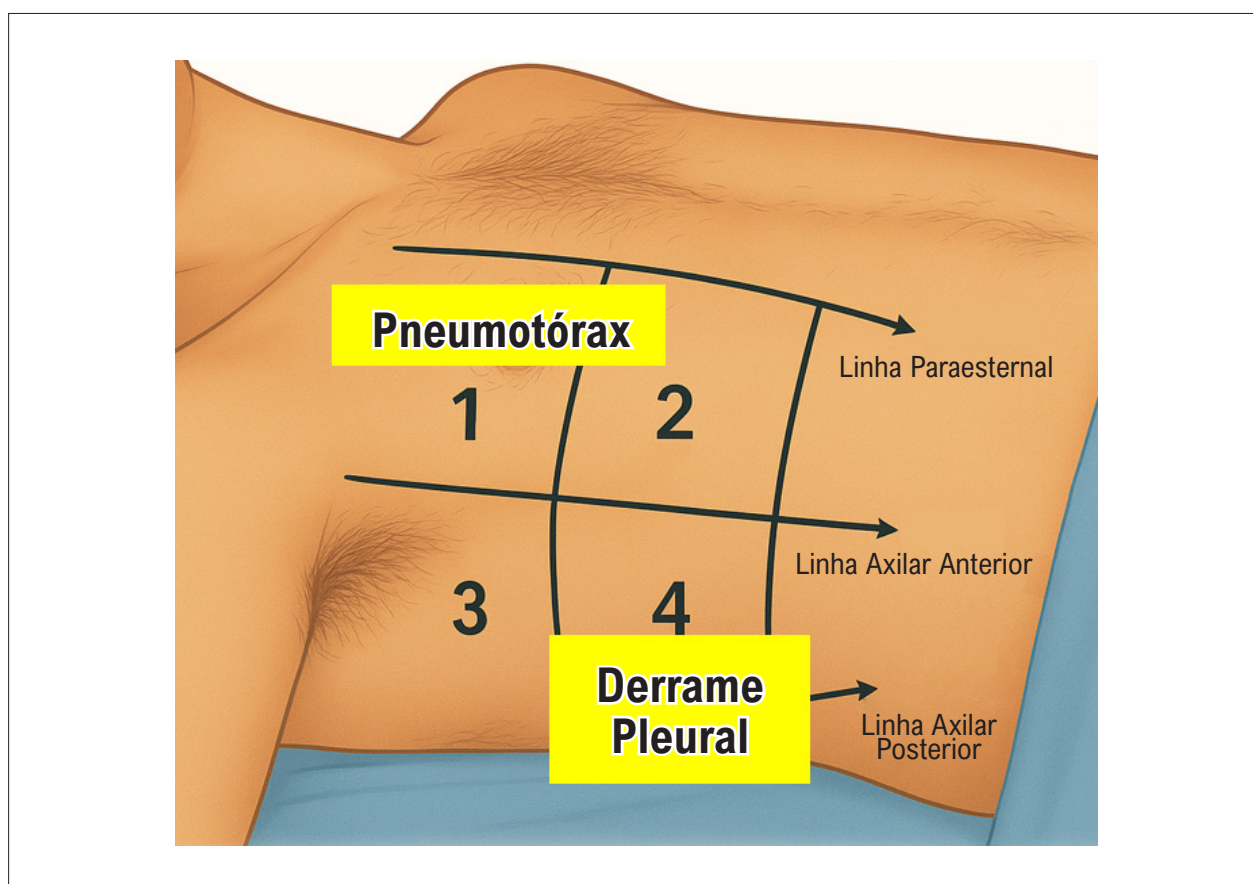


Figura 4 – Divisão do hemitórax em quadrantes para avaliação pulmonar, no paciente em decúbito dorsal. 1: região anterossuperior; 2: região anteroinferior; 3: região lateral superior; 4: região lateral inferior.

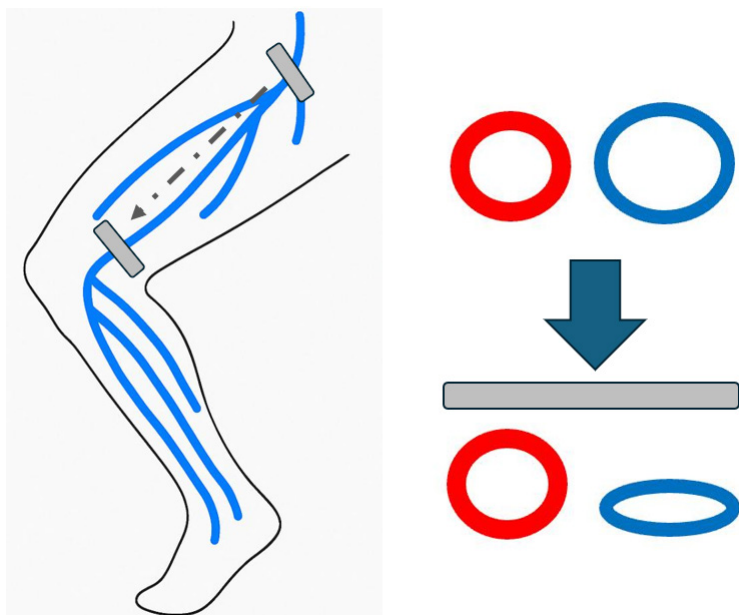


Figura 5 – Esquema de compressão venosa para avaliação de trombose venosa profunda (TVP) com ultrassonografia – exame normal, com colabamento da veia à compressão pelo transdutor. Essa escolha permite visualizar as estruturas com boa definição e respeitar a anatomia das regiões exploradas. A seta cinza indica a direção da varredura.

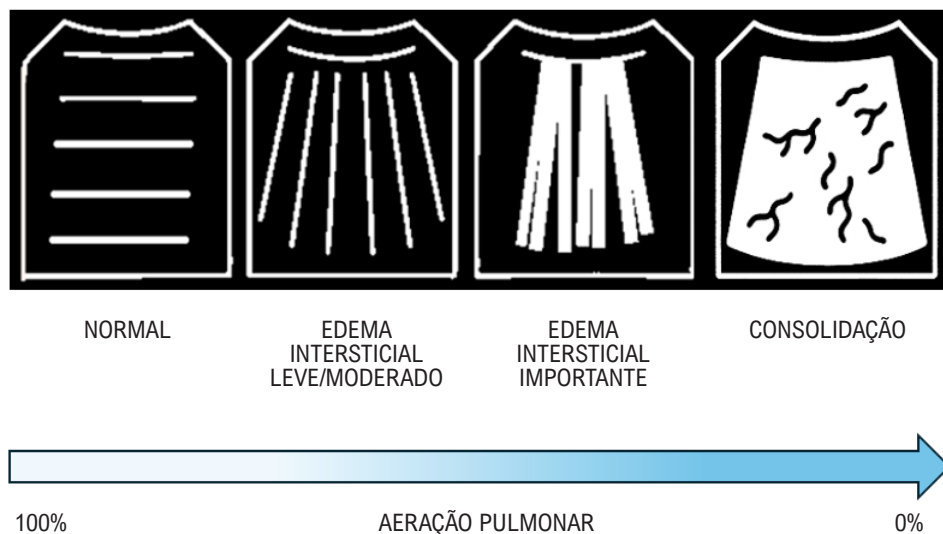


Figura 6 – Representação esquemática da progressão do edema pulmonar intersticial avaliada por ultrassonografia pulmonar, refletindo a perda gradual da aeração pulmonar. Baseado em Gargani.¹⁸

em 2008, sua principal proposta é permitir uma abordagem rápida, estruturada e precisa para diagnóstico das principais causas de dispneia em adultos.

A lógica do BLUE se baseia em raciocínio sintomático, a partir da presença ou ausência de deslizamento pleural (*lung*

sliding), seguida pela avaliação dos artefatos pulmonares (linhas A e B), de consolidações subpleurais e pulmonares (linhas C) e de derrames pleurais. A partir desses achados, constroem-se perfis ultrassonográficos que se correlacionam com quadros clínicos específicos, como DPOC, asma,

insuficiência cardíaca, pneumonia, tromboembolismo pulmonar (TEP) e pneumotórax.

Vale lembrar que o objetivo de qualquer protocolo é orientar a sistematização da análise clínica, sem limitar o raciocínio médico. Conhecer as ferramentas e saber quando aplicá-las e como interpretá-las é mais relevante do que seguir rigidamente qualquer modelo.

Passo a passo do Protocolo BLUE

O exame inicia-se com o transdutor posicionado na região anterossuperior seguido para a região anteroinferior e finalmente lateral inferior de ambos os hemitórax, com o paciente em posição deitada ou semissentada. Utiliza-se a orientação longitudinal do transdutor, visando a identificação clara da linha pleural⁵ entre os espaços intercostais (“sinal do morcego”). São avaliados:

1. Deslizamento pleural (*lung sliding*);
2. Artefatos horizontais (linhas A);
3. Artefatos verticais (linhas B);
4. Consolidações subpleurais e pulmonares;
5. Avaliação de derrame pleural.

Lung sliding é o movimento dinâmico e horizontal da linha pleural visível à ultrassonografia pulmonar, que ocorre de forma sincronizada com a respiração. Ele representa o deslizamento da pleura visceral contra a pleura parietal durante os movimentos respiratórios, e é um sinal de que essas camadas estão em contato íntimo, como ocorre

normalmente em pulmões bem aerados. No ultrassom modo B, esse movimento aparece como um cintilar horizontal da linha pleural; no modo M, corresponde ao padrão clássico chamado de “*sea-shore sign*” (sinal da praia), em que a parte superior da imagem (parede torácica) é estática e a inferior (pulmão em movimento) mostra granações (Figura 7).

A presença ou não de *lung sliding* junto com a análise dos artefatos pulmonares (linhas A e B) ou com a identificação do parênquima pulmonar propriamente dito no caso de consolidação definirão os perfis dos diagnósticos do protocolo BLUE listados a seguir.

Esses perfis devem ser complementados com a avaliação de TVP em membros inferiores, especialmente em pacientes com perfil A e suspeita de TEP. A compressão das veias femoral comum e poplítea com transdutor linear permite rápida exclusão ou confirmação de TVP.

Perfis diagnósticos no Protocolo BLUE

Avaliando as estruturas descritas acima, identificam-se os seguintes perfis ultrassonográficos clássicos conforme definidos por Lichtenstein et al.,^{1,19} considerando o paciente em decúbito dorsal ou semissentado (Figura 8):

- **Perfil A:** presença de linhas A horizontais repetitivas originadas da linha pleural, associadas a *lung sliding* preservado bilateralmente. Sugere pulmão aerado, com padrão normal ou com alterações típicas de DPOC ou asma. Quando associado à presença de TVP, reforça a suspeita de tromboembolismo venoso (TEP).

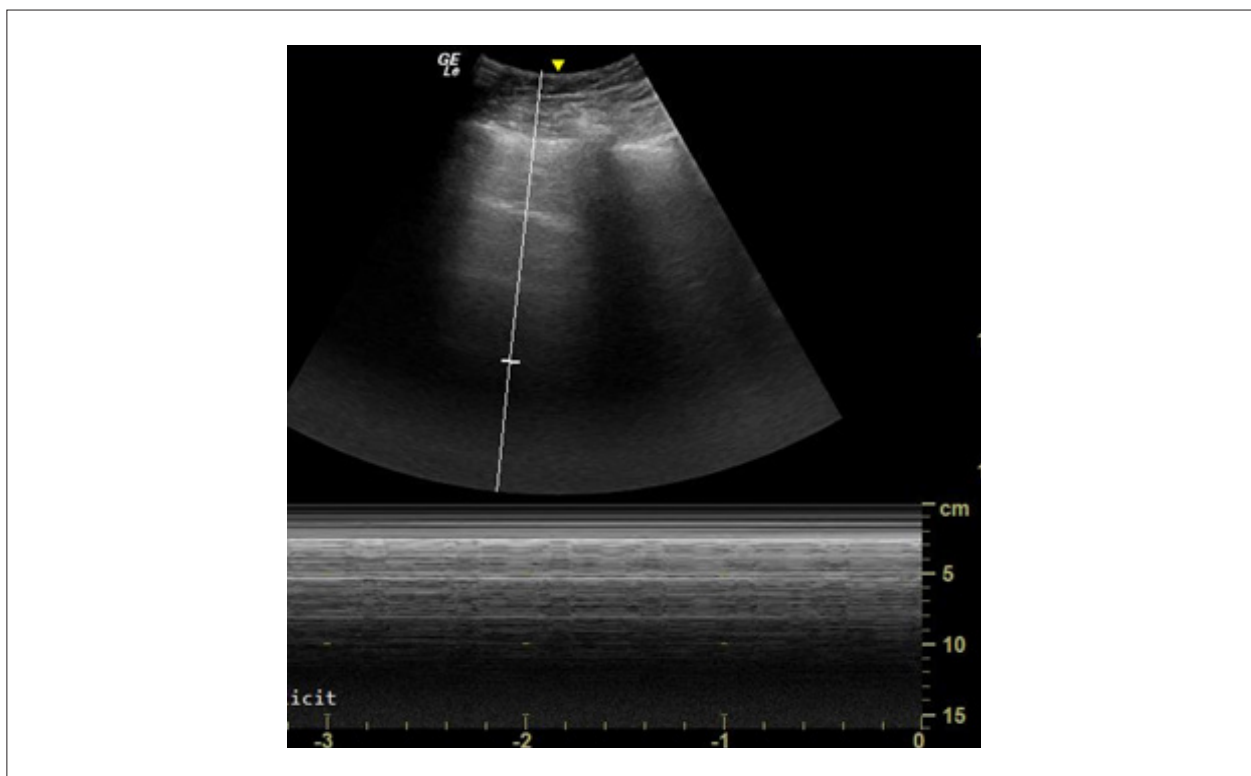


Figura 7 – Sinal da praia: representação do deslizamento pleural normal (*lung sliding*) ao modo M.

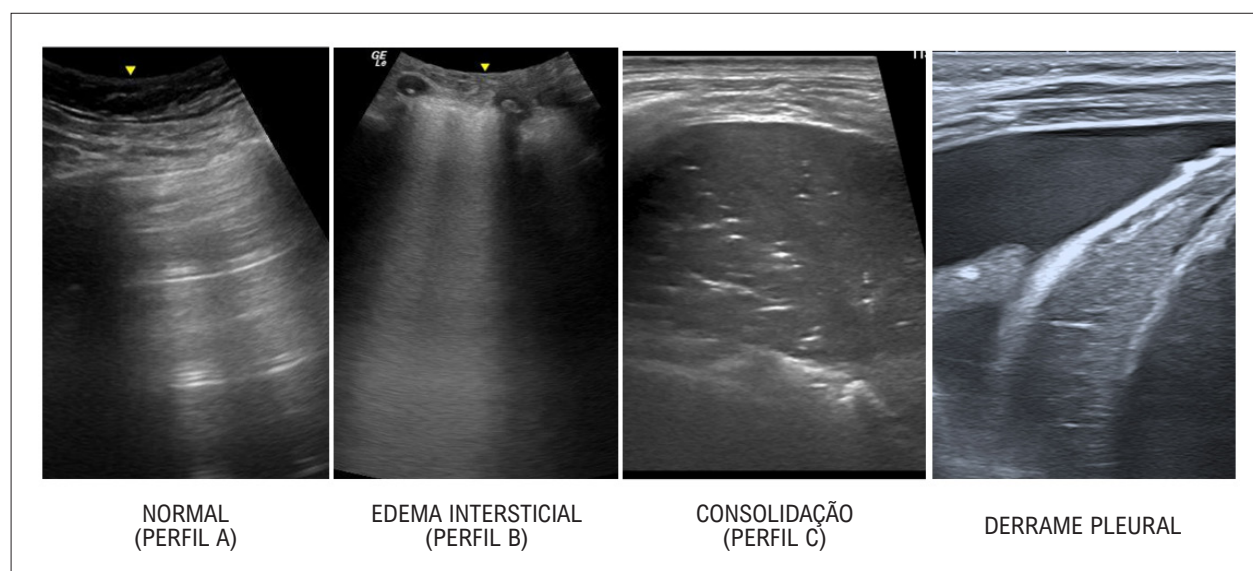


Figura 8 – Perfis ultrassonográficos do pulmão descritos no protocolo BLUE.

- **Perfil A'**: igual ao perfil A, mas com ausência de *lung sliding* e presença de sinal patognomônico de pneumotórax, com 100% de especificidade – o *lung point* (transição entre o deslizamento pleural e a sua ausência).

- **Perfil B**: presença bilateral e predominante de linhas B verticais (artefatos de cauda de cometa longos, hiperecogênicos, bem definidos, dinâmicos, que apagam as linhas A), associadas a *lung sliding* preservado. Indica congestão pulmonar.

- **Perfil B'**: igual ao perfil B, mas com abolição do *lung sliding*. Pode indicar pneumonia intersticial ou SDRA.

- **Perfil A/B**: linhas B em um hemitórax e linhas A no outro, padrão assimétrico. Sugere situações mistas ou fases iniciais de congestão.

- **Perfil C**: presença de consolidações alveolares anteriores (com ou sem broncograma aéreo), podendo representar pneumonia.

- **Perfil PLAPS**: consolidações e/ou derrames em regiões posteriores e/ou laterais do pulmão.

- **Perfil de Derrame Pleural**: presença de imagem anecoica entre pulmão e diafragma e/ou pleura, associada a doenças como ICC, pneumonia ou neoplasia.

Raciocínio clínico guiado por imagem

Após a identificação dos principais achados ultrassonográficos e a classificação dos perfis pulmonares segundo o protocolo BLUE,¹ podemos organizar o raciocínio clínico em um fluxograma sistemático (Fluxograma 1). Essa abordagem facilita o diagnóstico diferencial de dispneia à beira-leito e agiliza a tomada de decisão integrando dados pulmonares, cardíacos e venosos como vemos a seguir:

Integração multissistêmica: pulmão, coração e vasos

Embora o protocolo BLUE priorize a avaliação pulmonar, a incorporação da ecocardiografia e do ultrassom

venoso enriquece a interpretação e amplia a capacidade diagnóstica do POCUS na dispneia. A investigação cardíaca pode ser orientada por duas perguntas principais:

1. Há disfunção do VE? Sinais como redução da excursão sistólica da cúspide anterior em direção ao septo ventricular (distância do ponto E ao septo interventricular, EPSS), diminuição do movimento do plano anular mitral (MAPSE), dilatação ventricular e hipocinesia difusa sugerem disfunção sistólica do VE.¹⁷

Além disso, a relação E/e' mitral¹² tem papel central na estimativa indireta das pressões de enchimento do VE. Para obtê-la:

- Utiliza-se a janela apical de quatro câmaras com Doppler pulsado para medir a onda E do fluxo mitral;

- Em seguida, com Doppler tecidual (TDI), posiciona-se o cursor no anel mitral septal e lateral para obtenção da onda e' ;

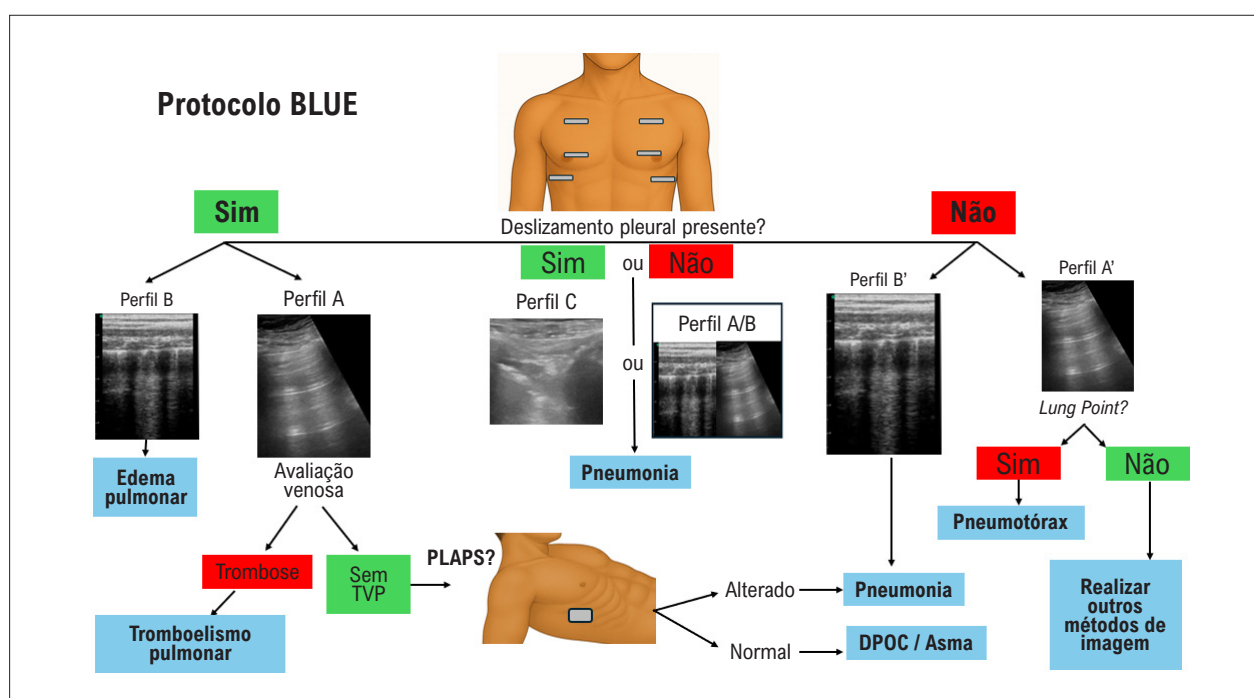
- A relação $E/e' \geq 15$ sugere fortemente aumento da pressão de enchimento em câmaras esquerdas, enquanto valores < 8 indicam normalidade. Valores intermediários exigem correlação clínica.

Esse parâmetro é especialmente útil em pacientes com linhas B difusas à ultrassonografia pulmonar, pois auxilia na diferenciação entre congestão pulmonar cardiogênica e etiologias não cardiogênicas, como SDRA. Sua combinação com achados pulmonares e parâmetros clínicos aumenta a acurácia diagnóstica, permitindo o manejo mais direcionado e precoce.

2. Há sobrecarga ou disfunção do ventrículo direito (VD)? Os principais achados incluem:¹¹

- Dilatação do VD (relação $VD/VE > 1$);

- Movimento paradoxal do septo interventricular (“D shape”);



Fluxograma 1 – Fluxograma do Protocolo BLUE para avaliação da dispneia aguda por ultrassonografia pulmonar à beira-leito (Adaptado de Lichtenstein et al.).¹ DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica; TVP: trombose venosa profunda.

- Sinal de McConnell (hipocinesia dos segmentos médio e basal da parede livre do VD com preservação da contratilidade do ápice do VD);
- Refluxo tricúspide com estimativa elevada da pressão sistólica da artéria pulmonar.

Esses achados são fortemente sugestivos de *cor pulmonale* agudo, com destaque para TEP ou hipertensão pulmonar descompensada.

Como integrar o ultrassom pulmonar ao ecocardiograma para identificar o padrão de congestão?

É possível integrar a ecocardiografia com o ultrassom pulmonar permitindo distinguir diferentes tipos de congestão: ausente, puramente hemodinâmica, combinada hemodinâmica e pulmonar, ou puramente pulmonar com possível etiologia não cardíaca.¹⁶

Os quatro perfis de congestão, resultantes da integração da ecocardiografia (presença ou ausência de aumento das pressões de enchimento a partir da relação E/e') e do ultrassom pulmonar (presença ou ausência de congestão pulmonar a partir da identificação de linhas B difusas), são explicados da seguinte forma:

1. Sem congestão: Quando a ecocardiografia não mostra sinais de aumento da pressão de enchimento do VE (E/e' normal) e o ultrassom pulmonar não revela a presença de linhas B, o paciente é classificado como sem congestão (Figura 9).

2. Congestão hemodinâmica: Se a ecocardiografia indica um aumento da pressão de enchimento do VE (E/e' aumentado), mas o LUS não detecta linhas B, o paciente apresenta congestão

hemodinâmica. Isso sugere um aumento da pressão no coração esquerdo sem que haja, contudo, acúmulo significativo de líquido nos pulmões detectável pelo ultrassom pulmonar (fase pré-clínica de congestão cardíaca) (Figura 10).

3. Congestão hemodinâmica e pulmonar: Quando a ecocardiografia demonstra sinais de aumento da pressão de enchimento do VE e o LUS evidencia múltiplas linhas B difusas e bilaterais, o paciente sofre de congestão hemodinâmica e pulmonar. Este cenário reflete o aumento da pressão no lado esquerdo do coração que resultou em extravasamento de líquido para o interstício pulmonar, manifestado pelas linhas B (congestão clínica) (Figura 11).

4. Congestão pulmonar sem congestão hemodinâmica: Se a ecocardiografia não apresenta sinais de aumento da pressão de enchimento do VE, mas o ultrassom pulmonar mostra múltiplas linhas B difusas e bilaterais, existe congestão pulmonar sem sinais de congestão hemodinâmica. Nesta situação, deve-se investigar causas não cardíacas de congestão responsável pelo aparecimento das linhas B, como lesão pulmonar aguda (ALI) ou SDRA (Figura 12 e Tabela 2).

Conclusão

A incorporação do POCUS na avaliação da dispneia representa um avanço decisivo na prática clínica contemporânea. Sua elevada acurácia diagnóstica, somada à capacidade de monitoramento dinâmico, o torna uma ferramenta indispensável em contextos como a emergência, terapia intensiva e mesmo na prática ambulatorial.

Apesar desses benefícios, o POCUS ainda é subutilizado por cardiologistas,⁶ mesmo com sua comprovada reprodutibilidade

Tabela 1 – Perfis ultrassonográficos e diagnóstico diferencial

Diagnóstico	Perfil Pulmonar (BLUE)	US de MMII (TVP)	POCUS Cardíaco
Edema Pulmonar	Perfil B	Negativo	Disfunção de VE, $E/e' \geq 15$
DPOC / Asma	Perfil A	Negativo	Normal
Pneumotórax	Perfil A'	Não aplicável	Normal
TEP	Perfil A	Positivo (veia não compressível)	Sobrecarga de VD (D-shape, McConnell, $VD > VE$)
Pneumonia	Perfil B', C ou PLAPS	Negativo	Normal ou VE hiperdinâmico
SDRA / Pneumonite Intersticial	Perfil B'	Negativo	Normal, $E/e' < 15$, ou disfunção de VD em casos graves
Derrame Pleural	Derrame Pleural ou PLAPS	Variável	Disfunção de VE ou sinais de doença sistêmica associada

*Adaptado de Lichtenstein et al.¹ TVP: trombose venosa profunda; DPOC: TEP: tromboembolismo pulmonar; SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo.

Tabela 2 – Diferenciação entre EAP Cardiogênico e SDRA

Achado ultrassonográfico	EAP Cardiogênico	SDRA
Linha pleural anterior	Regular, fina	Irregular, espessada
Movimento pleural	Deslizamento normal	Deslizamento reduzido
Distribuição de linhas B múltiplas	Difusa anterior	Aleatória
Pulmão direito e esquerdo	Simétrico	Pode ter áreas poupadas
Derrame pleural	Frequente e bilateral	Pode estar presente
Consolidação dependente	Geralmente presente	Geralmente presente
Consolidação anterior (não dependente)	Nunca visível	Às vezes presente
POCUS cardíaco (função do VE)	Anormal	Frequentemente normal

*Adaptado de Picano et al.⁴ POCUS: ultrassom point-of-care. EAP: Edema Agudo de Pulmão; SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório do Agudo.

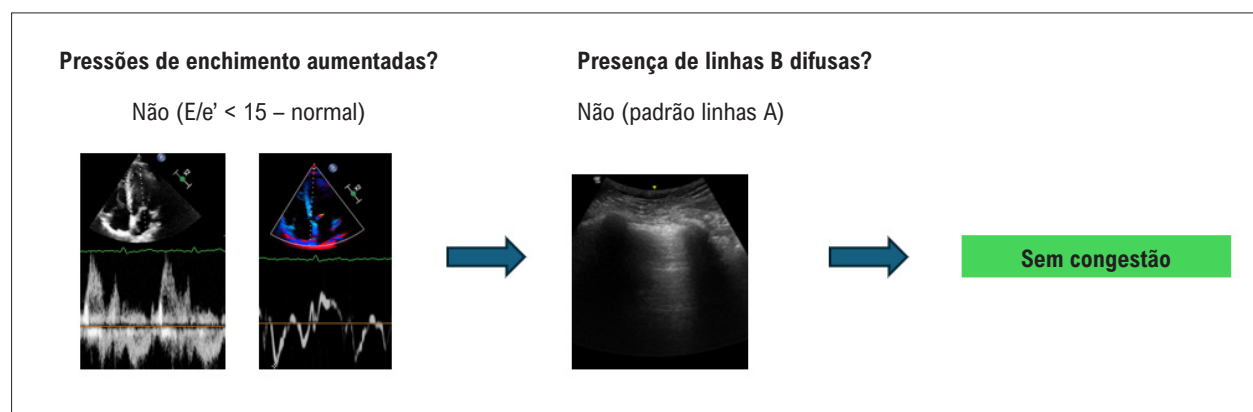


Figura 9 – Integração da ecocardiografia com o ultrassom pulmonar: E/e' normal e perfil A no USG pulmonar indica ausência de congestão.

e impacto positivo na acurácia diagnóstica. Evidências sugerem que as principais barreiras para sua adoção residem na formação médica e no acesso à capacitação adequada.

O domínio técnico do exame e a familiaridade com perfis ultrassonográficos, como os do protocolo BLUE, viabilizam uma abordagem sindrômica objetiva e eficaz.

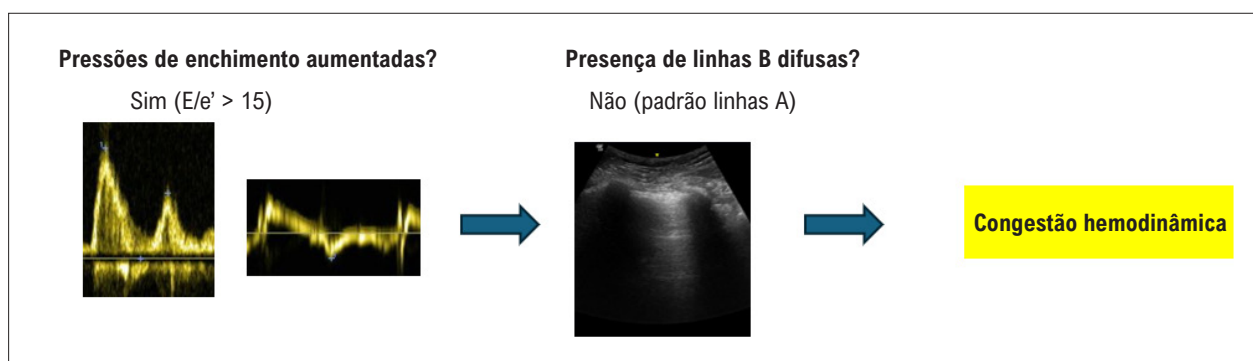


Figura 10 – Integração da ecocardiografia com o ultrassom pulmonar: E/e' alterado e perfil A no USG pulmonar indica congestão hemodinâmica.

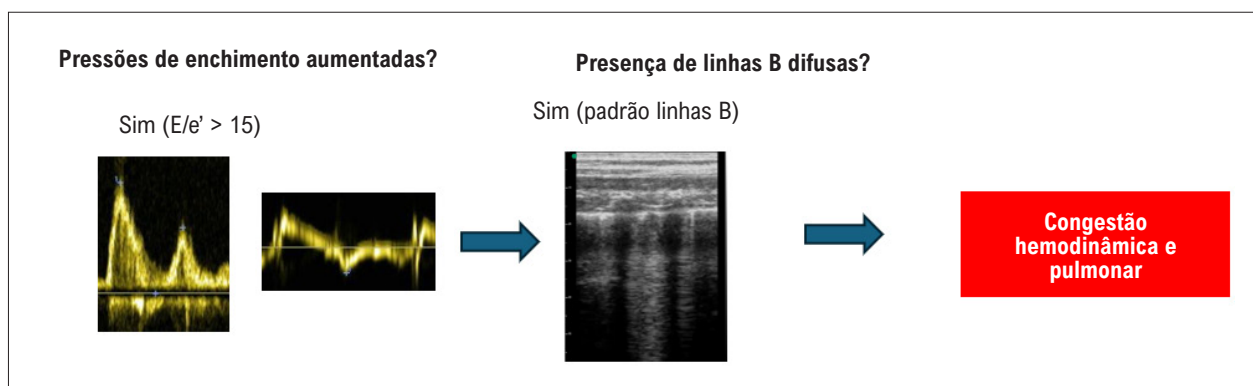


Figura 11 – Integração da ecocardiografia com o ultrassom pulmonar: E/e' alterado e perfil B no USG pulmonar indica congestão hemodinâmica e pulmonar.

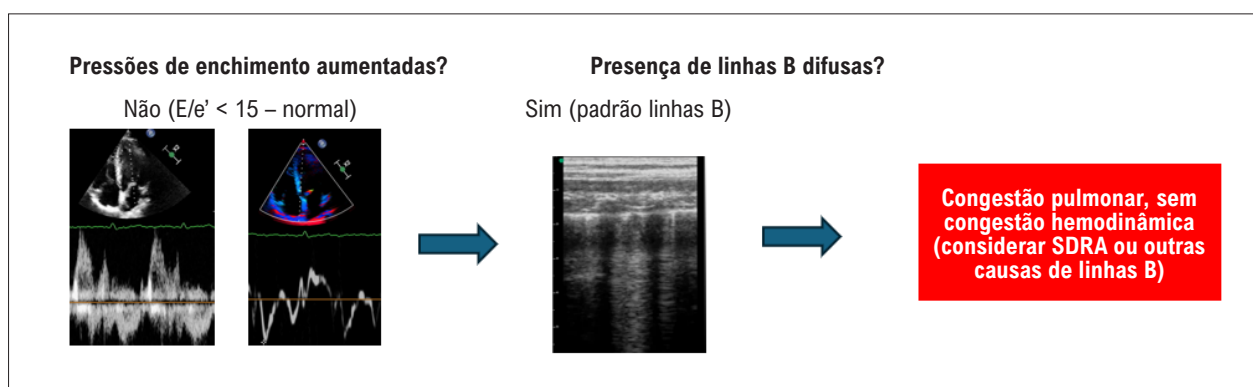


Figura 12 – Integração da ecocardiografia com o ultrassom pulmonar: E/e' normal e perfil B no USG pulmonar indica acometimento pulmonar sem congestão hemodinâmica. SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo.

Agradecimentos

Aos Dr. Marcelo Dutra e à Dra. Natalia Tavares, por cederem as imagens ultrassonográficas da Figura 8.

revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante Brentegani A, FAE Solis, Paulis M, Vieira MLC.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e

Potencial Conflito de Interesse

Há declaração de potencial conflito de interesse dos autores Adriana Brentegani, Fernando Arturo Effio Solis e Milena de Paulis que atuam como instrutores e coordenadores de cursos

de ultrassonografia point-of-care (POCUS) para médicos, sem vínculo com empresas ou patrocínio institucional.

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. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure: The BLUE Protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25. doi: 10.1378/chest.07-2800.
2. Francisco MJ Neto, Lira EB Filho, Queiroz MRC. Point-of-Care in Clinical Practice: Consolidated Reality. *Arq Bras Cardiol*. 2024;121(1):e20230688. doi: 10.36660/abc.20230688.
3. Coiro S, Rastogi T, Girerd N. How and When to Use Lung Ultrasound in Patients with Heart Failure? *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(6):198. doi: 10.31083/j.rcm.2306198.
4. 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.
5. Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol*. 2018;3(4):346-50. doi: 10.1001/jamacardio.2018.0001.
6. Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D, Mathis G, Maury E, Mongodi S, et al. Thoracic Ultrasonography: A Narrative Review. *Intensive Care Med*. 2019;45(9):1200-11. doi: 10.1007/s00134-019-05725-8.
7. Accorsi TAD, Amorim EF. Princípios Básicos de Ultrassonografia para o Clínico. *Rev Soc Cardiol Estado São Paulo*. 2024;34(2):101-7. doi:10.29381/0103-8559/20243402101-7.
8. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International Evidence-Based Recommendations for Point-of-Care Lung Ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-91. doi: 10.1007/s00134-012-2513-4.
9. Martinez EC, Diarte E, Martinez DO, Reyes LR, Cano DAA, Navarro CC, et al. Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Frequent Cardiovascular Diseases: A Review. *Cureus*. 2023;15(12):e51032. doi: 10.7759/cureus.51032.
10. 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.
11. Price S, Platz E, Cullen L, Tavazzi G, Christ M, Cowie MR, et al. Expert Consensus Document: Echocardiography and Lung Ultrasonography for the Assessment and Management of Acute Heart Failure. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(7):427-40. doi: 10.1038/nrcardio.2017.56.
12. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(2):165-93. doi: 10.1093/ejehoccard/jep007.
13. 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.
14. Platz E, Merz AA, Jhund PS, Vazir A, Campbell R, McMurray JJ. Dynamic Changes and Prognostic Value of Pulmonary Congestion by Lung Ultrasound in Acute and Chronic Heart Failure: A Systematic Review. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(9):1154-63. doi: 10.1002/ehf.839.
15. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung Ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014;12:25. doi: 10.1186/1476-7120-12-25.
16. 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.
17. Noritomi DT, Vieira ML, Mohovic T, Bastos JF, Cordioli RL, Akamine N, et al. Echocardiography for Hemodynamic Evaluation in the Intensive Care Unit. *Shock*. 2010;34 (Suppl 1):59-62. doi: 10.1097/SHK.0b013e3181e7e8ed.
18. Gargani L. Lung Ultrasound: A New Tool for the Cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9:6. doi: 10.1186/1476-7120-9-6.
19. Lichtenstein D. FALLS-Protocol: Lung Ultrasound in Hemodynamic Assessment of Shock. *Heart Lung Vessel*. 2013;5(3):142-7.
20. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH Exam: Rapid Ultrasound in SHock in the Evaluation of the Critically Ill. *Emerg Med Clin North Am*. 2010;28(1):29-56. doi: 10.1016/j.emc.2009.09.010.
21. Szabó GV, Szigetváry C, Szabó L, Dembrowsky F, Rottler M, Ocskay K, et al. Point-of-Care Ultrasound Improves Clinical Outcomes in Patients with Acute Onset Dyspnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Intern Emerg Med*. 2023;18(2):639-53. doi: 10.1007/s11739-022-03126-2.

Uso de Inteligência Artificial

Durante a preparação deste trabalho, os autores usaram ChatGPT para sugestões de reestruturação e melhoria de fluidez textual e geração e transformação de imagens médicas ilustrativas. Após o uso desta ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.



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

Como Eu Faço a Estimativa das Pressões Pulmonares: Aspectos Práticos

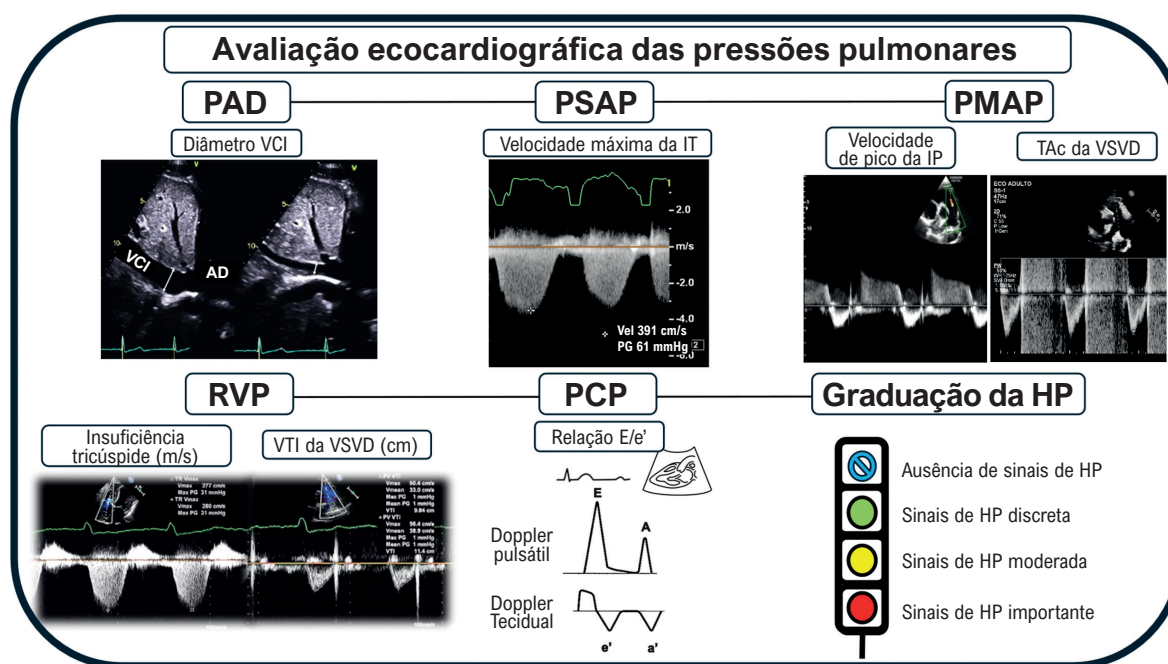
My Approach to Estimate Pulmonary Pressures: Practical Aspects

Halsted Alarcão Gomes Pereira da Silva,¹ Helder Moura Gomes²

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

Hospital Metropolitano Dom José Maria Pires,² João Pessoa, PB – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço a Estimativa das Pressões Pulmonares: Aspectos Práticos



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250028

Resumo

A hipertensão pulmonar (HP) é uma doença de alcance global e cada dia mais presente nos laboratórios de ecocardiografia, dado o progressivo aumento de sua prevalência com o envelhecimento populacional.

Palavras-chave

Hipertensão Pulmonar; Ecocardiografia; Ultrassonografia Doppler; Pressão Propulsora Pulmonar.

Correspondência: Halsted Alarcão Gomes Pereira da Silva •

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. Rua Dr. Dante Pazzanese, 500.

CEP: 04012-909. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: halstedufg@hotmail.com

Artigo recebido em 28/04/2025; revisado em 06/05/2025;

aceito em 08/05/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250028>

Antes com diagnóstico restrito aos métodos invasivos, a avaliação ecocardiográfica das pressões pulmonares assumiu papel fundamental no rastreamento e acompanhamento dos pacientes com HP. Este tema foi revisitado pela Sociedade Americana de Ecocardiografia em um novo *guideline* publicado em março de 2025, reforçando a importância da ecocardiografia na estratificação clínica, considerando as recentes atualizações na definição de HP. Entre os principais parâmetros de avaliação, são descritas a pressão sistólica da artéria pulmonar (PSAP), a pressão média da artéria pulmonar (PMAP), a resistência vascular pulmonar (RVP) e a pressão capilar pulmonar (PCP), assim como uma série de cuidados para a correta estimativa e interpretação desses valores. A graduação dos níveis de HP também foi retomada em uma nova classificação. Por ser um método acessível e reprodutível, a avaliação das pressões pulmonares por meio da ecocardiografia se apresenta como ferramenta essencial na avaliação e seguimento da HP.

Introdução

A Hipertensão Pulmonar (HP) tem prevalência estimada de cerca de 1% da população mundial, com um incremento gradativo com o envelhecimento devido à relação direta com doenças cardíacas e pulmonares. Apresenta implicação prognóstica devido a suas graves consequências hemodinâmicas e é parâmetro fundamental para decisão clínica e de aconselhamento terapêutico.¹

A avaliação das pressões pulmonares tem sido uma busca constante para o melhor entendimento hemodinâmico das doenças que acometem tanto pacientes com cardiopatias adquiridas como cardiopatias congênitas. Inicialmente, esse tipo de avaliação era realizada exclusivamente por métodos hemodinâmicos invasivos, com o predomínio de uso de cateter de artéria pulmonar como o Swan-Ganz e cateterismo cardíaco direito.²

A incorporação do método de Doppler colorido e a capacidade de correlacionar as velocidades de fluxo intracavitários com gradientes hemodinâmicos com uma razoável concordância com os parâmetros invasivos, permitiu a rápida evolução da ecocardiografia nesse cenário. Por ser um método não invasivo, reprodutível e replicável, realizado à beira do leito e de relativo baixo custo, a ecocardiografia apresenta uma grande vantagem como método de avaliação inicial.³

Definição de HP

A definição de HP atualmente aceita foi proposta durante o 6º simpósio mundial de HP em 2018, onde 124 experts se reuniram e a revisaram.⁴

Definição prévia de HP

- Pressão média da artéria pulmonar (PMAP): ≥ 25 mmHg
- Resistência Vascular Pulmonar (RVP): ≥ 3 Unidade Wood (UW) – Hipertensão pré-capilar
- Pressão Capilar Pulmonar (PCP): ≤ 15 mmHg – Hipertensão pré-capilar

Definição proposta (atual):

- PMAP: > 20 mmHg
- RVP: > 2 UW – Hipertensão pré-capilar
- PCP: ≤ 15 mmHg – Hipertensão pré-capilar

Essa alteração foi baseada em dados de indivíduos normais, em que foi identificado que a PMAP em repouso é de aproximadamente $14,0 \pm 3,3$ mmHg. Utilizou-se a variação de dois desvios padrões como ainda dentro dos limites de normalidade, deste modo o PMAP > 20 mmHg seria o limiar para pressão arterial pulmonar anormal (acima do percentil 97,5).⁴

Considerando esses valores, os parâmetros ecocardiográficos descritos a seguir foram estudados sempre em correlação com a avaliação invasiva, não com o objetivo de substituir esse exame, mas sim como uma proposta de rastreamento inicial, já que a realização de cateterismo cardíaco direito a nível populacional é inviável e não custo-efetiva.

Conceito de vasos comunicantes

A avaliação ecocardiográfica das pressões pulmonares se baseia no conceito de vasos comunicantes. Este conceito estabelece que um fluido de mesma massa específica e na mesma altura teria a mesma pressão em qualquer ponto do sistema. Ao se considerar este princípio físico, a ecocardiografia é capaz de identificar a Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar (PSAP) pelo cálculo da Pressão Sistólica do Ventrículo Direito (PSVD).

Para o cálculo da PSVD, devemos avaliar inicialmente o gradiente sistólico entre o Ventrículo Direito (VD) e o Átrio Direito (AD) a partir da velocidade máxima da Insuficiência Tricúspide (IT), utilizando a equação de Bernoulli modificada, que irá derivar gradiente utilizando a velocidade. Adicionando a este valor a estimativa da Pressão média do Átrio Direito (PAD), será obtida a PSVD que, em um sistema sem obstrução ao fluxo, será similar à PSAP.

Pressão média do átrio direito

Dando início a esta aferição, primeiramente veremos como avaliar a pressão média do átrio direito. O ecocardiograma transtorácico ao longo de sua evolução identificou várias métricas para estimar com razoável acurácia a PAD. Apesar das diversas limitações em sua análise, o parâmetro mais utilizado para essa inferência é a medida do diâmetro da Veia Cava Inferior (VCI) durante uma pausa expiratória e sua variabilidade respiratória conforme apresentado na Figura 1.

A depender da medida inicial da VCI e de sua variação com a fasicidade respiratória, a PAD pode ser estimada nos seguintes valores:

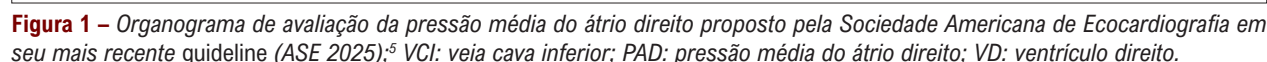
- PAD < 3 mmHg
- PAD: 3 mmHg (0 - 5 mmHg)
- PAD: 8 mmHg (5 - 10 mmHg)
- PAD: 15 mmHg (10 - 20 mmHg)
- PAD: 20 mmHg

A VCI pode ser medida na maioria dos pacientes a partir da janela subcostal, sendo facilmente reprodutível durante a internação ou segmento ambulatorial. Como veremos a seguir, esse índice nem sempre é representativo da PAD em alguns cenários, que devem ser interpretados com cautela.

Cuidados na aquisição e interpretação da VCI

- Adquirir a imagem da VCI longitudinalmente com um corte no eixo central durante todo o ciclo respiratório (a medida no eixo transversal pode ajudar a evitar erro de aferição).
- Cuidado na avaliação de pacientes com hipervolemia crônica (insuficiência cardíaca e doença renal crônica avançada)
- Cautela na avaliação de pacientes atletas (VCI distendidas por uma excelente pré-carga)

Em caso de dúvida diagnóstica ou casos indeterminados, a utilização de índices secundários para estimar a PAD podem ser considerados, como uma relação E/e' tricúspide > 6 ,


$$*FES = \frac{VTI \text{ da onda S}}{VTI \text{ da onda S} + VTI \text{ da onda D}} \times 100$$

(Valor < 55% é sensível e específico para aumento das pressões no AD)

Fórmula da Fração de Enchimento Sistólico (FES);
VTI: integral velocidade-tempo; S: Sistólica; D: Diastólica;
AD: Átrio Direito

A Figura 2 demonstra um caso de aumento evidente das pressões pulmonares e como é realizado o cálculo do valor final da PSAP.

Um aumento progressivo das pressões pulmonares, principalmente em seu componente pré-capilar, acarretará um TAC cada vez mais curto associado a um pico sistólico mais precoce que o habitual (Figura 4).

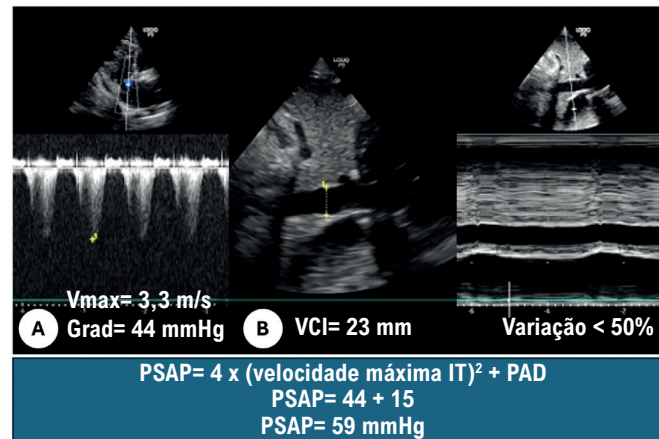


Figura 2 – Estimativa da PSAP que nesse paciente foi aferida em 59 mmHg. A) Insuficiência Tricúspide (IT) ao Doppler contínuo. B) Estimativa da PAD avaliando o diâmetro da VCI e colapsabilidade com ciclo respiratório no modo M.

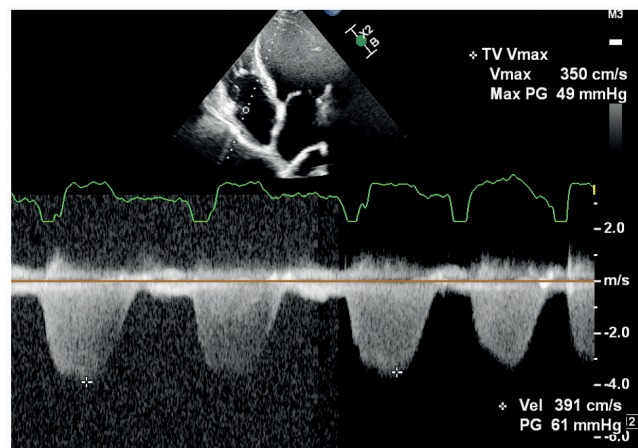


Figura 3 – Insuficiência tricúspide ao Doppler contínuo com ganho excessivo (esquerda, com velocidade máxima de 3,9 m/s) e com ganho adequado (direita, com velocidade máxima de 3,5 m/s).

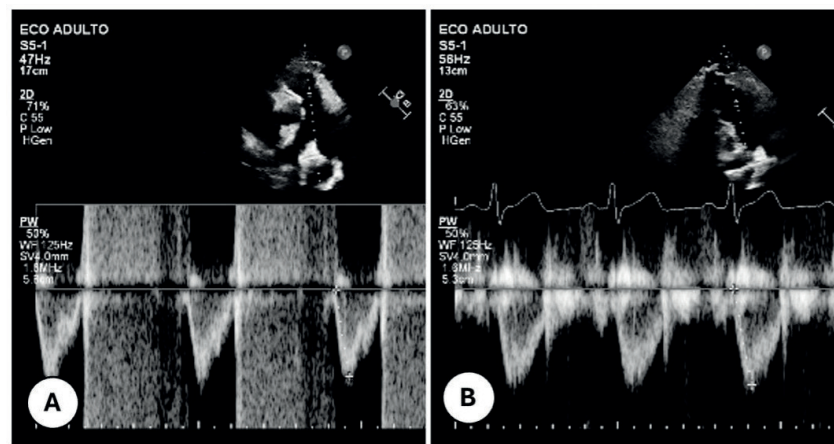


Figura 4 – Avaliação do TAc considerando o volume amostra ao nível da valva pulmonar; A) TAc encurtado (81ms) associado ao entalhe mesossistólico no traçado, dado que corrobora o achado de HP; B) TAc normal (113ms).

Artigo de Revisão

A partir desse conceito hemodinâmico tão importante, foram realizados trabalhos de correlação entre essas duas variáveis, que permitiram a identificação e validação das fórmulas apresentadas na Tabela 1.

Cuidados na aquisição e interpretação do TAc

- **Janela:** paraesternal eixo curto ao nível dos vasos da base, com direcionamento para a valva pulmonar
- **Posição do volume amostra:** adquirido por Doppler pulsátil na VSVD com o volume amostra em posição logo abaixo da valva pulmonar, ao final da expiração.
- **Medida:** do início do fluxo pulmonar até o pico de velocidade.
- A maior validação do TAc pulmonar foi realizada nos casos de HP pré-capilar
- O TAc da VSVD pode ser menos confiável em pacientes com frequência cardíaca baixa ou alta (<60 e >100 batimentos/min).

PMAP

Considerada a medida de referência para definição de HP e estratificação de gravidade, a determinação da PMAP é de grande importância para o cardiologista clínico. Vários trabalhos ao longo das últimas décadas validaram essa estimativa não invasiva, culminando na recomendação da diretriz americana para avaliação ecocardiográfica do coração direito em adultos de 2010. Esse documento descreveu de forma detalhada as fórmulas tanto para o cálculo da PMAP como para a Pressão Diastólica da Artéria Pulmonar (PDAP), as quais foram replicadas na diretriz de 2025.

Considerando o conhecimento atual, valores de PMAP maiores que 20 mmHg são patológicos e devem ser descritos no laudo ecocardiográfico.

O passo a passo para o cálculo da PMAP após a aquisição da PSAP e PDAP está exemplificado na Figura 5 e na Tabela 2 estão descritas as principais fórmulas utilizadas na prática clínica.

Cuidados na aquisição e interpretação

- O cálculo da PMAP envolve outras variáveis e, por isso, sua estimativa deve ser realizada com a melhor técnica possível.

Tabela 1 – Principais fórmulas com validação clínica na estimativa da Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar (PSAP)

Parâmetro	Fórmula	Condição
PSAP	$4 \times \text{Velocidade máxima do IT} + \text{PAD}^{6,7}$	
PSAP	$134 - (0,9 \times \text{TAc})^5$	
PSAP		TAc VSVD > 105 ms (sem HP*) ⁶ * Considerada normal, com base em estudos epidemiológicos em populações saudáveis.
PSAP		TAc VSVD < 80 ms (HP provável) ⁵

IT: Insuficiência tricúspide; PSAP: Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar; TAc: Tempo de aceleração do fluxo pulmonar; HP: Hipertensão Pulmonar; VSVD: Via de Saída do Ventrículo Direito⁵

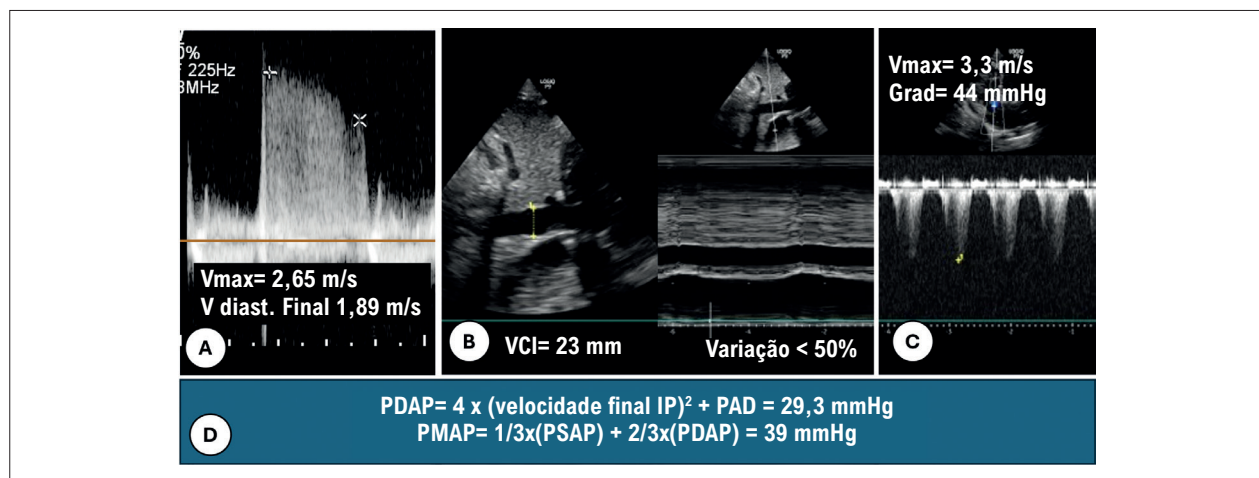


Figura 5 – Estimativa da PMAP e da PDAP usando as velocidades inicial e final da Insuficiência Pulmonar (IP); A) IP ao Doppler contínuo; a PMAP é obtida da soma da PAD com o gradiente de pico da IP calculado pela fórmula de Bernoulli. A PDAP é obtida pelo gradiente calculado considerando a velocidade telediastólica da IP somado à PAD; B) Estimativa da PAD pela avaliação da VCI e sua colapsabilidade respiratória; C) Insuficiência tricúspide; D) Aplicação das fórmulas para cálculo da PMAP e PDAP.

- A PMAP utiliza a Insuficiência Pulmonar (IP) como parâmetro de análise para o seu cálculo. A velocidade inicial do jato de IP somado à PAD permite a obtenção do valor da PMAP.
- A PDAP utiliza a velocidade final do jato da IP somado à PAD e permite a obtenção do valor da PDAP.

RVP

Conceito que descreve a medida de resistência que o sistema vascular pulmonar oferece ao fluxo sanguíneo oriundo do VD. Esse dado fornece um importante parâmetro discriminatório, permitindo a estratificação entre o componente pré-capilar e pós-capilar da HP.

A identificação dessa medida de forma não invasiva deriva do clássico trabalho de Abbas et al.¹² O estudo foi publicado no Journal of the American College of Cardiology (JACC) em 2003, e sua fórmula posteriormente ratificada em uma nova publicação de 2013 no Journal of the American Society of Echocardiography (JASE).¹³

Para o cálculo da RVP, são necessários dois parâmetros básicos de avaliação (Figura 6).

As fórmulas validadas usadas para o cálculo da RVP são apresentadas na Tabela 3.

PCP

A avaliação em conjunto das pressões pulmonar, RVP e PCP irá permitir a classificação da HP em um dos cinco espectros descritos abaixo segundo a mais recente classificação de HP (ESC 2022):

1. Hipertensão Arterial Pulmonar (HAP)
2. HP associada com doença ventricular esquerda
3. HP associada com doença pulmonar
4. HP associada com doença pulmonar obstrutiva
5. HP com mecanismo (etiologia) não claro ou multifatorial

Dessa forma, a avaliação da PCP irá determinar se as pressões capilares e, consequentemente, a do átrio esquerdo estarão aumentadas ou não, realizando uma estratificação

Tabela 2 – Principais fórmulas com validação clínica na estimativa da PMAP

Parâmetro	Fórmula	Condição
PMAP	$\frac{1}{3} (PSAP) + \frac{2}{3} PDAP$	
PMAP	$79 - 0,45x(TAc)^8$	$TAc \geq 120ms$ (Fc entre 60 – 100bpm)
PMAP	$90 - 0,62x(TAc)^9$	$TAc < 120ms$ (FC entre 60 – 100bpm)
PMAP	$0,61x(PSAP) + 2^{10}$	
PMAP	VTI da IT + PAD ¹¹	

FC: Frequência Cardíaca; IT: Insuficiência Tricúspide; PAD: Pressão do Átrio Esquerdo; PMAP: Pressão Média da Artéria Pulmonar; PDAP: Pressão Diastólica da Artéria Pulmonar; TAc: Tempo de Aceleração da via de saída do ventrículo direito; VTI: Integral Velocidade-Tempo⁵

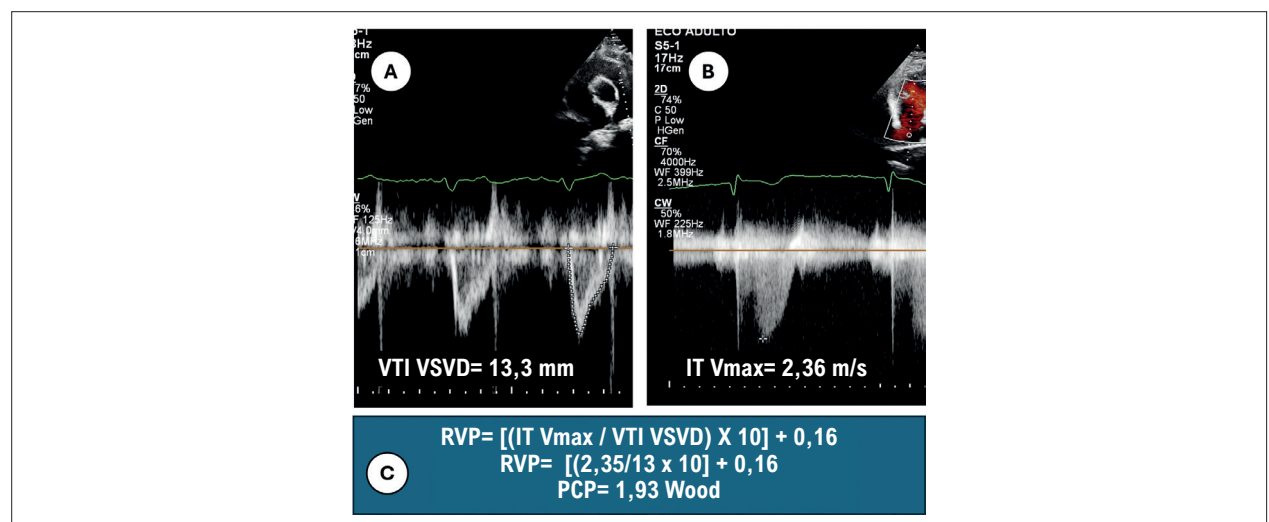


Figura 6 – Cálculo da RVP usando o Integral Velocidade-Tempo (VTI): Via de Saída do Ventrículo Direito (VSVD) (A), e a velocidade máxima da Insuficiência Tricúspide (IT) (B), e a aplicação da fórmula (C).

Artigo de Revisão

inicial entre os grupos com e sem acometimento das cavidades esquerdas (hipertensão pós-capilar e pré-capilar).

As principais fórmulas para esse cálculo são descritas abaixo (Tabela 4), sendo a fórmula de Nagueh a mais utilizada. Em seu trabalho original, os achados de Nagueh et al.¹³ se relacionaram, com boa acurácia, às pressões de enchimento do ventrículo esquerdo, e, portanto, à PCP.

Na Figura 7, é demonstrada a aplicação da fórmula de Nagueh.

Cuidados na aquisição e interpretação

- A avaliação das variáveis E/e' é feita de rotina na avaliação da função diastólica e, portanto, não adiciona maior tempo ao exame.

Tabela 3 – Principais fórmulas com validação clínica na estimativa da RVP

Parâmetro	Fórmula	Condição
RVP	$\frac{\text{Velocidade Máxima do IT (m/s)}}{\text{VTI da VSVD (cm)}} \times 10 + 0,16^{(12)}$	RVP > 2,0 Woods é considerado anormal
RVP	$\frac{\text{PSVD} - \text{PCP}}{\text{DC}}$	Os valores de PSVD, PCP e DC podem ser adquiridos a partir de dados ecocardiográficos

RVP: Resistência Vascular Pulmonar; IT: Insuficiência Tricúspide; VTI: Integral Velocidade - Tempo; VSVD: Via de Saída do Ventrículo Direito; PSVD: Pressão Sistólica do VD; PCP: Pressão Capilar Pulmonar; DC: Débito Cardíaco⁵

Tabela 4 – Principais fórmulas com validação clínica na estimativa da PCP

Parâmetro	Fórmula	Condição
PCP	$1,24 \times E/e' \text{ médio} + 1,9^{13}$	– Valores de normalidade: < 12 – 15 mmHg - E/e' > 15 se correlacionou com PCP > 15 mmHg - Trabalho original: - Sensibilidade: 89% - Especificidade: 91% - Acurácia: 0,92
PCP	$\text{PCP} = 5,7 \times E/VP + 4,6^{14}$	Estudo com 45 pacientes (FEVE: 40% ± 15%)

PCP: Pressão Capilar Pulmonar; E: Velocidade de influxo da valva mitral; VP: velocidade de propagação; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo⁵

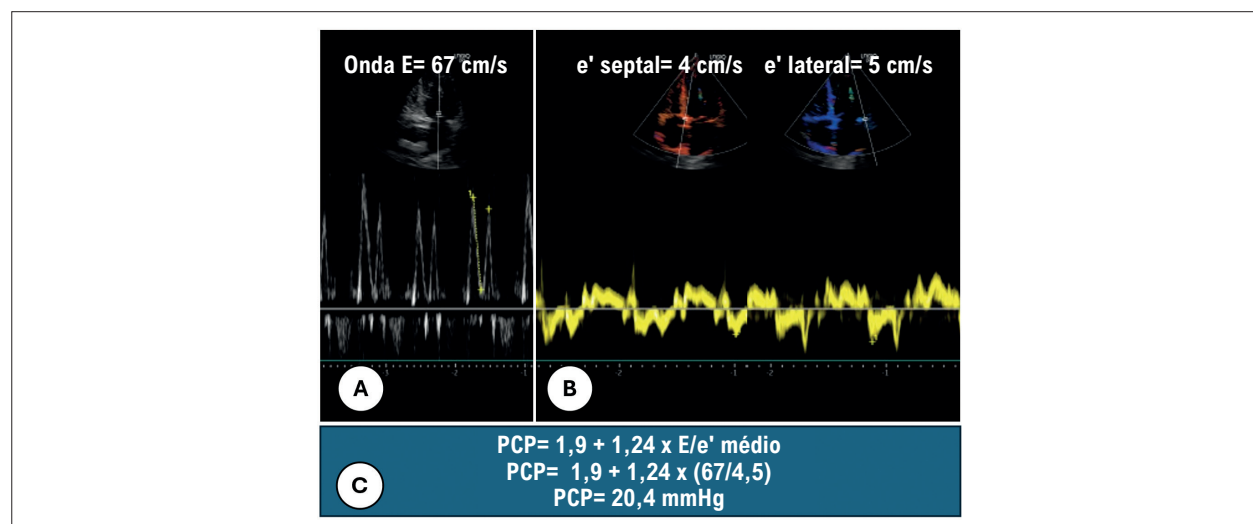


Figura 7 – Cálculo da PCP pela fórmula de Nagueh; A) Ondas E e A do influxo mitral ao Doppler pulsado; B) Onda e' do anel mitral ao Doppler tecidual; C) Fórmula de Nagueh com a estimativa de um significativo incremento da PCP.

Tabela 5 – Classificação dos níveis das pressões pulmonares segundo a diretriz de 2025 da Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE)

Variável	Valor de normalidade	Graduação da anormalidade		
		Discreto	Moderado	Importante
Velocidade da IT	< 2,8m/s	2,8 -3,1m/s	3,2 - 3,5m/s	≥3,6m/s
PSAP	≤34mmHg	35 – 49 mmHg	50 -69 mmHg	≥70mmHg
PAD	0 a 4 (Média 3 mmHg)	5 a 9 (Média 8 mmHg)	10 a 14 mmHg	≥15mmHg
TAc pulmonar	>105ms	80 – 105ms	61 -79ms	≤ 60ms

RVP: Resistência Vascular Pulmonar; IT: Insuficiência Tricúspide; PSAP: Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar; PAD: Pressão do Átrio Direito; TAc: Tempo de Aceleração³

- Por utilizarem o método Doppler, essas variáveis sofrem influência do ângulo de insonação.
- Em pacientes com valvopatias mitrais significativas, a onda A pode estar aumentada pela valvopatia, limitando a análise da PCP.
- A avaliação da PCP é prejudicada na presença de arritmias.

Resumo das principais advertências e armadilhas

1. Meça a borda primária mais densa do sinal Doppler de onda contínua (“queixo”) e não os espectros tênues (“barba”), otimizando o ganho e o brilho de múltiplos planos de imagem.
2. Agentes ultrassonográficos de realce, contraste sanguíneo-salino e solução salina agitada podem ser usados para aumentar o sinal Doppler, melhorando a acurácia diagnóstica.
3. Posicione o feixe de ultrassom paralelo à direção do fluxo sanguíneo, idealmente em um ângulo <20° para minimizar qualquer erro na medição da velocidade.
4. Se houver IT significativa, o formato do sinal Doppler de onda contínua pode ajudar a orientar a precisão das estimativas da PSVD. Um contorno Doppler de onda contínua triangular subestimar a PSVD, enquanto a precisão é melhorada com um contorno Doppler parabólico.
5. Não considere a velocidade após uma pausa ou contração prematura (extrassístole).
6. Considere a velocidade média ao longo de cinco a sete batimentos em pacientes com arritmia.
7. Realizar a medida da VCI com uma visualização de suas paredes durante todo o período respiratório, evitando uma possível falsa colapsabilidade por erro de amostragem.
8. O envelhecimento fisiológico e o aumento do área de superfície de massa corporal podem aumentar a PSAP sem necessariamente significar patologia.

Interpretação clínica

Embora existam vários métodos ecocardiográficos para calcular a PMAP, o relato padrão da PSVD é geralmente

preferido por vários motivos. Primeiro, o PSVD é medido diretamente a partir da velocidade de pico do jato de regurgitação tricúspide, tornando-o uma estimativa mais direta e confiável. Em contraste, métodos como o TAc da VSVD e a estimativa da PMAP e PDAP dependem de cálculos e suposições indiretas, que podem induzir a erros de medição.

A correta quantificação e estratificação das pressões pulmonares irá permitir a estratificação das pressões pulmonares em discreto, moderado e importante. Essa classificação foi retomada no *guideline* de avaliação de ecocardiograma do coração direito em adultos e considerações especiais na HP da Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) e gradua a anormalidade dos valores apresentados na Tabela 5.

Devido à significativa limitação na correta identificação da PAD, a HP pode ser avaliada considerando apenas a velocidade máxima da IT de modo a evitar erros de inferência, parâmetro que já havia sido corroborado pela diretriz europeia de cardiologia (ESC) em seu *guideline* de HP de 2022.

A avaliação definitiva da PMAP para diagnóstico, classificação e início da terapia farmacológica para HP requer medição hemodinâmica direta por cateterismo cardíaco direito invasivo.

Conclusão

A avaliação das pressões pulmonares tem sido um pilar na identificação de pacientes adultos e pacientes com doenças congênitas que apresentam um pior prognóstico clínico. A identificação dos níveis pressóricos pulmonares ainda é fundamentada na quantificação invasiva por meio da avaliação hemodinâmica, sendo esse o método padrão ouro. A ecocardiografia com Doppler aparece como uma excelente alternativa na estratificação inicial desses pacientes, adicionando outros parâmetros como a função ventricular e avaliação valvar.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Silva HAGP, Gomes HM.

Artigo de Revisão

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

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, Badagliacca R, Berger RMF, Brida M, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension. *Eur Respir J*. 2023;61(1):2200879. doi: 10.1183/13993003.00879-2022.
2. Holen J, Simonsen S. Determination of Pressure Gradient in Mitral Stenosis with Doppler Echocardiography. *Br Heart J*. 1979;41(5):529-35. doi: 10.1136/hrt.41.5.529.
3. Hatle L, Angelsen BA, Tromsdal A. Non-Invasive Assessment of Aortic Stenosis by Doppler Ultrasound. *Br Heart J*. 1980;43(3):284-92. doi: 10.1136/hrt.43.3.284.
4. Galiè N, McLaughlin VV, Rubin LJ, Simonneau G. An Overview of the 6th World Symposium on Pulmonary Hypertension. *Eur Respir J*. 2019;53(1):1802148. doi: 10.1183/13993003.02148-2018.
5. Mukherjee M, Rudski LG, Addetia K, Afalo J, D'Alto M, Freed BH, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults and Special Considerations in Pulmonary Hypertension: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2025;38(3):141-86. doi: 10.1016/j.echo.2025.01.006.
6. D'Alto M, Di Maio M, Romeo E, Argiento P, Blasi E, Di Vilio A, et al. Echocardiographic Probability of Pulmonary Hypertension: A Validation Study. *Eur Respir J*. 2022;60(2):2102548. doi: 10.1183/13993003.02548-2021.
7. Badesch DB, Champion HC, Sanchez MAG, Hoeper MM, Loyd JE, Manes A, et al. Diagnosis and Assessment of Pulmonary Arterial Hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(1 Suppl):S55-S66. doi: 10.1016/j.jacc.2009.04.011.
8. Mahan G, Dabestani A, Gardin J, Allfie A, Burn C, Henry W. Estimation of Pulmonary Artery Pressure by Pulsed Doppler Echocardiography. *Circulation*. 1983;68(3):367.
9. Dabestani A, Mahan G, Gardin JM, Takenaka K, Burn C, Allfie A, et al. Evaluation of Pulmonary Artery Pressure and Resistance by Pulsed Doppler Echocardiography. *Am J Cardiol*. 1987;59(6):662-8. doi: 10.1016/0002-9149(87)91189-1.
10. Chemla D, Castelain V, Humbert M, Hébert JL, Simonneau G, Lecarpentier Y, et al. New Formula for Predicting Mean Pulmonary Artery Pressure Using Systolic Pulmonary Artery Pressure. *Chest*. 2004;126(4):1313-7. doi: 10.1378/chest.126.4.1313.
11. Aduen JF, Castello R, Lozano MM, Hepler GN, Keller CA, Alvarez F, et al. An Alternative Echocardiographic Method to Estimate Mean Pulmonary Artery Pressure: Diagnostic and Clinical Implications. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(7):814-9. doi: 10.1016/j.echo.2009.04.007.
12. Abbas AE, Franey LM, Marwick T, Maeder MT, Kaye DM, Vlahos AP, et al. Noninvasive Assessment of Pulmonary Vascular Resistance by Doppler Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(10):1170-7. doi: 10.1016/j.echo.2013.06.003.
13. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler Tissue Imaging: A Noninvasive Technique for Evaluation of Left Ventricular Relaxation and Estimation of Filling Pressures. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30(6):1527-33. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00344-6.
14. Garcia MJ, Ares MA, Asher C, Rodriguez L, Vandervoort P, Thomas JD. An Index of Early Left Ventricular Filling that Combined with Pulsed Doppler Peak E Velocity May Estimate Capillary Wedge Pressure. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(2):448-54. doi: 10.1016/s0735-1097(96)00496-2.



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

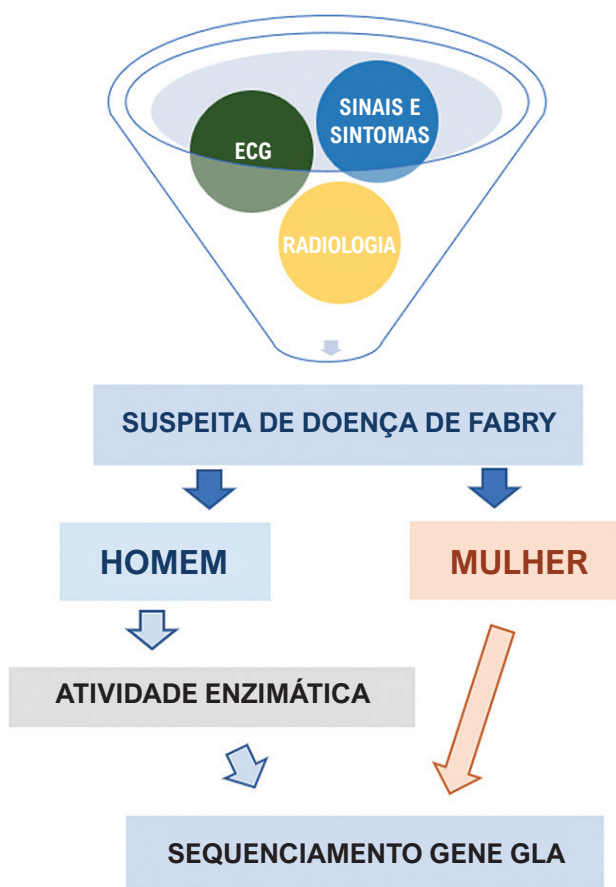
Como Eu Faço o Diagnóstico da Doença de Fabry

My Approach to Diagnose Fabry Disease

Sandra Marques e Silva¹ 

Hospital de Base do Distrito Federal,¹ Brasília, DF – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço o Diagnóstico da Doença de Fabry



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240091

Sequência diagnóstica da DAF: exames complementares. ECG: eletrocardiograma; GLA: gene associado à DAF (cromossomo X).

Palavras-chave

Doença de Fabry; Glicosíngolipídeos; Cardiomiopatia Hipertrófica

Correspondência: Sandra Marques e Silva •

Área especial. Quadra 101 / 301. CEP: 70719-040. Brasília, DF – Brasil

E-mail: smarquesmd@gmail.com

Artigo recebido em 27/04/2025; revisado em 05/05/2025;

aceito em 05/05/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240091>

Resumo

A doença de Fabry (DAF) é um erro inato do metabolismo dos glicosíngolipídeos, causado pela deficiência da enzima alfa-galactosidase A (alfa-Gal A). Como consequência, ocorre acúmulo lisossomal citoplasmático de globotriaosilceramidas (GB3 e LysoGB3), resultando em manifestações clínicas multissistêmicas. O envolvimento cardiovascular, que pode mimetizar uma cardiomiopatia hipertrófica, representa o principal determinante de morbimortalidade, devido ao desenvolvimento de arritmias, isquemia miocárdica e

insuficiência cardíaca. Embora a prevalência da doença seja baixa na população geral, a disponibilidade de terapia de reposição enzimática específica, capaz de modificar sua evolução, destaca a DAF como diagnóstico diferencial relevante entre as cardiomiopatias por depósito. A investigação diagnóstica deve incluir uma avaliação clínica minuciosa, com ênfase na anamnese e no exame físico, além da realização de exames laboratoriais e de imagem, como eletrocardiograma e ecocardiograma. A ressonância magnética cardíaca, utilizando realce tardio com gadolínio e mapas paramétricos T1 e T2, oferece informações adicionais diagnósticas e prognósticas, devendo ser preferencialmente realizada no momento do diagnóstico inicial. A confirmação definitiva é obtida por meio do sequenciamento genético do gene GLA, localizado no braço longo do cromossomo X, permitindo, assim, a definição da abordagem terapêutica mais adequada para cada paciente.

Introdução

A doença de Fabry (DAF; OMIM 301500) é uma doença genética rara de depósito lisossômico. Alterações patogênicas no gene GLA, localizado no braço longo do cromossomo X, resultam na deficiência da enzima alfa-galactosidase A (alfa-Gal A), responsável pelo metabolismo de glicosíngolipídeos, como o globotriaosilceramida (GB3) e sua forma desacetilada, Lyso-GB3, no interior dos lisossomos. O acúmulo dessas substâncias tem início ainda no período intrauterino e desencadeia uma intensa resposta inflamatória tecidual, associada ao estresse oxidativo local, promovendo dano celular, apoptose e, progressivamente, falência orgânica.¹

O envolvimento cardiovascular, que pode mimetizar uma cardiomiopatia hipertrófica (fenocópia), é o principal fator de morbimortalidade em pacientes brasileiros, decorrente, sobretudo, do desenvolvimento de arritmias, isquemia miocárdica e insuficiência cardíaca.² Apesar de sua baixa prevalência na população geral, a disponibilidade de terapia de reposição enzimática específica, capaz de modificar o curso da doença, confere à DAF um papel de destaque no diagnóstico diferencial das cardiomiopatias por depósito.

A abordagem diagnóstica da cardiomiopatia associada à DAF deve contemplar avaliação clínica detalhada, incluindo anamnese e exame físico, além de exames laboratoriais e complementares de ampla acessibilidade, como o eletrocardiograma e o ecocardiograma. A ressonância magnética cardíaca, por sua vez, agrega informações diagnósticas e prognósticas adicionais e deve ser incluída, preferencialmente, na fase inicial da investigação. A confirmação diagnóstica definitiva é realizada por meio do sequenciamento genético do gene GLA, o que também possibilita a definição da estratégia terapêutica mais adequada para cada paciente.³

Como eu faço

O diagnóstico de uma cardiomiopatia rara representa um desafio para o cardiologista, especialmente quando se trata de uma fenocópia. A prevalência da DAF na população geral é estimada em aproximadamente 1:117.000 casos.⁴ No entanto, esse número pode chegar a 1:3.100 quando considerada a triagem neonatal, realidade que vem sendo gradualmente

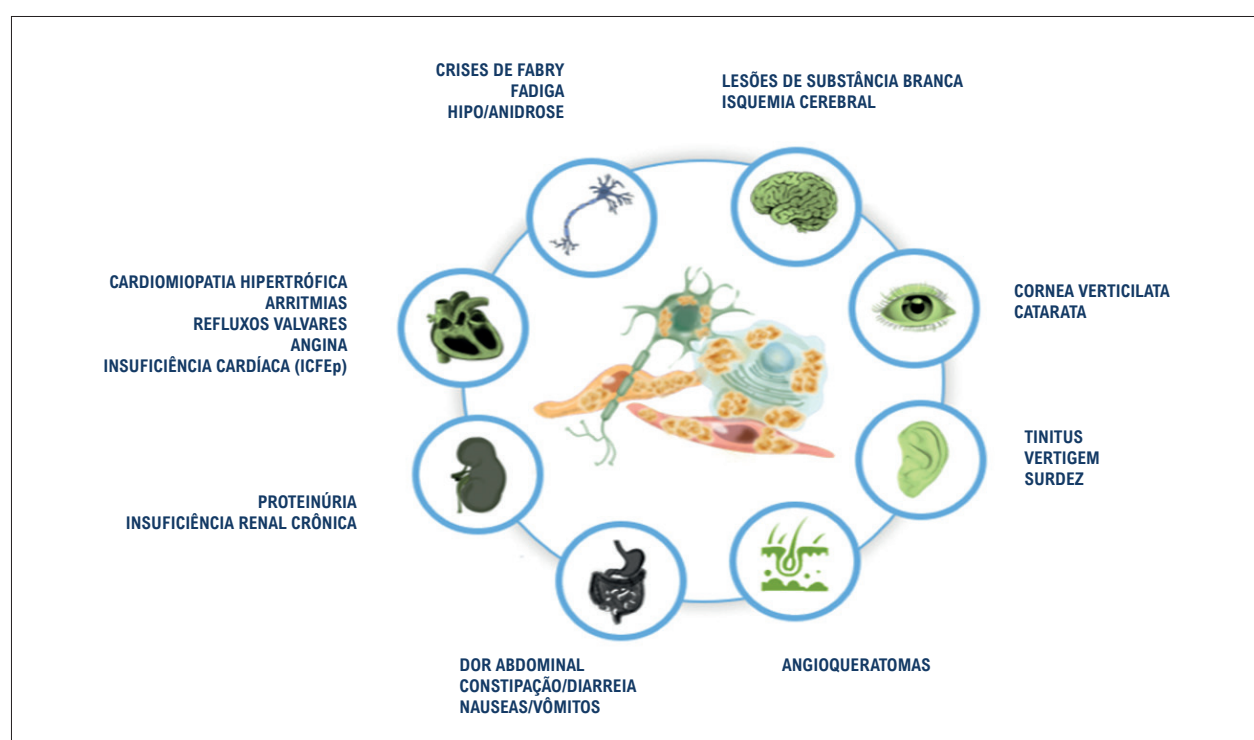


Figura 1 – Manifestações multissistêmicas da DAF.

incorporada ao sistema de saúde brasileiro, como já ocorre em algumas regiões, a exemplo do Distrito Federal.⁵

A baixa frequência da doença na população evidencia dois aspectos relevantes. O primeiro destaca a importância de incluir a DAF no espectro de diagnósticos diferenciais em cardiologia, uma vez que dispõe de tratamento específico por meio da terapia de reposição enzimática, recentemente incorporada ao Sistema Único de Saúde (SUS), com potencial impacto positivo na modificação da história natural da doença e na expectativa de vida livre de sintomas clínicos. O segundo aspecto reforça a necessidade de que doenças mais prevalentes, como hipertensão arterial, valvopatias e, no contexto brasileiro, a doença reumática, sejam devidamente identificadas e tratadas antes de se considerar a DAF como a causa dos sintomas apresentados.

A jornada diagnóstica da DAF deve iniciar-se com uma anamnese clínica detalhada. A Figura 1 apresenta os principais elementos que podem elevar o grau de suspeição clínica para a DAF. A idade e o sexo do paciente devem ser considerados, uma vez que a expressão clínica da doença varia de acordo com o tipo de variante patogênica identificada no gene GLA.

Na forma clássica da DAF, manifestações cardiovasculares, como palpitações e intolerância aos esforços habituais, podem estar presentes já na infância. Esses sintomas, em geral, associam-se a outras manifestações precoces, incluindo dor neuropática característica (crises de Fabry) em situações de temperaturas extremas, hipohidrose ou anidrose com prejuízo na regulação térmica corporal, distúrbios gastrointestinais com alternância entre constipação e diarreia, zumbidos ou redução da acuidade auditiva por tinnitus, além de córnea

verticilata e angioqueratomas localizados na região pélvica e/ou em mucosas.⁶

Por outro lado, na forma não clássica da DAF, também denominada DAF de início tardio, essas manifestações sistêmicas precoces estão frequentemente ausentes, predominando sintomas relacionados a acometimento cardíaco ou renal, eventualmente associados a eventos isquêmicos no sistema nervoso central, como acidentes vasculares cerebrais em faixas etárias mais jovens.⁷

Cabe destacar, ainda, a importância de valorizar informações referentes a sintomas e distúrbios prévios do paciente, bem como de familiares de primeiro grau. Sintomas como dor torácica aos esforços, palpitações, intolerância ao exercício, hipotensão postural e/ou síncope são frequentemente observados e podem estar associados a disfunção renal, eventos neurológicos isquêmicos ou polineuropatia. A investigação da história familiar deve incluir questionamentos específicos sobre casos documentados da DAF, cardiopatias, acidentes vasculares encefálicos, morte súbita e/ou insuficiência renal com necessidade de terapia dialítica.⁸ A partir dessas informações, é possível a elaboração de um heredograma, o qual deve contemplar, preferencialmente, pelo menos três gerações, permitindo a identificação do padrão de herança familiar, que, no caso da DAF, é ligado ao cromossomo X.⁹

Concluída a coleta dos dados clínicos, o eletrocardiograma representa o primeiro método complementar disponível na investigação da cardiomiopatia associada à DAF. Os achados eletrocardiográficos mais frequentes estão descritos na Tabela 1. Embora o encurtamento do intervalo PR associado a sinais de sobrecarga ventricular esquerda não sejam específicos da DAF,

Tabela 1 – Achados da cardiomiopatia associada à DAF em exames complementares

Método	Achados
Clínico	Queixas clínicas do caso índice e familiares
	Exame físico detalhado
Eletrocardiograma	Intervalo PR curto
	Arritmias de origem indefinida (taquiarritmias/bradiarritmias)
	Padrão de sobrecarga ventricular esquerda
	Alterações de repolarização sugestivas de isquemia miocárdica
	Intervalo QT corrigido <440 ms
Ecocardiograma	Aumento da espessura da parede do ventrículo esquerdo >12 mm
	Hipertrofia de músculos papilares
	Disfunção diastólica (precoce) e sistólica do ventrículo esquerdo (tardia)
	Alteração de contratilidade segmentar (região basal da parede inferolateral)
	Redução do strain longitudinal e radial (região basal da parede inferolateral)
Ressonância magnética	Realce tardio mesocárdico em porção basal da parede inferolateral
	Valores baixos no mapa T1
	Valores elevados no mapa T2

sua presença pode sugerir o acúmulo de depósitos nos tecidos cardíacos, contribuindo para o diagnóstico diferencial com outras cardiomiopatias que cursam com fenótipo hipertrófico, como a cardiomiopatia de origem sarcomérica ou a amiloidose.

Os primeiros distúrbios de condução cardíaca podem ser detectados ainda na infância; entretanto, é na adolescência que passam a se manifestar clinicamente, sob a forma de palpitações ou intolerância ao esforço. Outros achados incluem alterações do intervalo QT corrigido, sinais sugestivos de isquemia miocárdica secundária à disfunção microvascular (MINOCA), além de arritmias ventriculares ou supraventriculares, estas com potencial para desfechos desfavoráveis, como eventos embólicos ou morte súbita em idade precoce.^{10,11}

Exames complementares mais complexos são necessários para a caracterização fenotípica da doença, auxiliando na definição da estratégia terapêutica e no planejamento do seguimento a longo prazo. Nesse contexto, o ecocardiograma destaca-se por ser um método amplamente acessível, de baixo custo e fácil execução. Os achados ecocardiográficos mais frequentes estão apresentados na Tabela 1.

O sinal mais precoce de comprometimento cardíaco é a disfunção diastólica, não atribuível a sobrecarga pressórica ou volumétrica, tampouco a condições como hipertensão arterial sistêmica, valvopatias ou diabetes melito. Outro achado característico é o aumento da espessura da parede ventricular esquerda, com pontos de corte inferiores aos preconizados para hipertrofias de origem sarcomérica, sendo ≥ 11 mm para mulheres e ≥ 12 mm para homens. Isso se justifica pelo fato de, nas doenças de depósito, valores iguais ou superiores a 15 mm frequentemente estarem associados à presença de fibrose miocárdica, a qual constitui substrato arritmogênico e marcador de mau prognóstico.

A apresentação concêntrica da hipertrofia é a mais comum; entretanto, formas excêntricas ou apicais isoladas também já foram descritas. Os depósitos acometem, ainda, as cordas tendíneas e músculos papilares, promovendo espessamento significativo, além do endocárdio, configurando o denominado “sinal binário”. A fração de ejeção biventricular tende a permanecer preservada ao longo da evolução natural da doença, exceto na presença de fibrose miocárdica, quando há risco aumentado de sua deterioração.

Novas técnicas, como a análise do *strain global longitudinal* (SGL), oferecem informações adicionais úteis no diagnóstico diferencial com outras etiologias de hipertrofia e com o coração do atleta. A redução do SGL, sobretudo às custas da diminuição do *strain* na porção basal da parede inferolateral, apresenta forte correlação com a presença de fibrose detectada pela ressonância magnética cardíaca. Além disso, refluxos valvares discretos, especialmente das válvulas mitral e aórtica, assim como ectasia da porção proximal da aorta torácica, completam o espectro de achados ecocardiográficos na DAF com envolvimento cardíaco.^{12,13}

A ressonância magnética cardíaca é considerada o método de escolha para o diagnóstico da cardiomiopatia associada à DAF, devido à ampla gama de informações diagnósticas e prognósticas que fornece. O realce tardio por gadolínio, tipicamente localizado na região mesocárdica da porção basal da parede inferolateral, possui valor prognóstico relevante,

por sua associação com maior risco de insuficiência cardíaca e arritmias, além de ser marcador de doença cardíaca crônica.¹⁴

Os mapas paramétricos de T1 nativo apresentam valores reduzidos característicos da DAF, podendo estar alterados mesmo antes do desenvolvimento da hipertrofia ventricular. A única outra condição que compartilha esse padrão de T1 reduzido é a hemocromatose com envolvimento cardíaco, que pode ser diferenciada por meio da dosagem de marcadores séricos do metabolismo do ferro, além da ultrassonografia hepática. Já a técnica de mapeamento de T2 apresenta, na DAF, elevação característica dos valores, contribuindo, juntamente com os mapas de T1, para o diagnóstico precoce da cardiomiopatia, além de auxiliar no diagnóstico diferencial com outras etiologias de cardiomiopatia.^{15,16}

Biomarcadores cardíacos, como a troponina ultrasensível e o NT-proBNP, encontram-se elevados na presença de cardiopatia associada à DAF. O LysoGB3 é considerado o biomarcador mais específico da doença, apresentando níveis plasmáticos marcadamente elevados, especialmente nas formas clássicas. Com a instituição da terapia de reposição enzimática, observa-se redução desses níveis, o que torna o LysoGB3 um marcador útil para monitoramento da efetividade terapêutica. As dosagens de GB3 em plasma e urina não são rotineiramente realizadas na prática clínica, particularmente em mulheres, pois podem apresentar níveis alterados mesmo em indivíduos sem a doença, o que limita sua aplicabilidade diagnóstica.^{17,18}

O diagnóstico definitivo da DAF é estabelecido por meio da identificação de variante patogênica no gene GLA, através de estudo genético. Conforme ilustrado na Figura Central, em indivíduos do sexo masculino, a investigação genética pode ser precedida pela dosagem da atividade enzimática, que apresenta níveis caracteristicamente baixos nessa população. Já em mulheres, devido à presença de dois cromossomos X, a atividade enzimática pode estar normal ou discretamente reduzida, o que limita seu valor diagnóstico. Além disso, para confirmação diagnóstica, é necessário que pelo menos um dos seguintes critérios esteja presente: sinais ou sintomas sugestivos de DAF (p.ex., dor neuropática, córnea verticilata ou angioqueratomas); elevação dos níveis plasmáticos de LysoGB3; ou histórico familiar de DAF confirmada com a mesma variante patogênica.^{19,20}

Essa jornada diagnóstica é fundamental para o adequado manejo terapêutico dos pacientes com cardiomiopatia associada à DAF, especialmente diante da recente aprovação, pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde, das terapias específicas capazes de modificar o prognóstico e a evolução da doença. As terapias de reposição enzimática encontram-se atualmente disponíveis nas farmácias de alto custo do SUS em todo o território nacional. Dessa forma, é papel do cardiologista empenhar-se ativamente para garantir o acesso precoce dos pacientes ao tratamento mais adequado e disponível.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Silva SM.

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

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Pastores GM, Lien YH. Biochemical and Molecular Genetic Basis of Fabry Disease. *J Am Soc Nephrol*. 2002;13(Suppl 2):S130-3.
2. Martins AM, Kyosen SO, Garrote J, Marques FM, Guilhem JG, Macedo E, et al. Demographic Characterization of Brazilian Patients Enrolled in the Fabry Registry. *Genet Mol Res*. 2013;12(1):136-42. doi: 10.4238/2013.January.24.5.
3. Ortiz A, Germain DP, Desnick RJ, Politei J, Mauer M, Burlina A, et al. Fabry Disease Revisited: Management and Treatment Recommendations for Adult Patients. *Mol Genet Metab*. 2018;123(4):416-27. doi: 10.1016/j.ymgme.2018.02.014.
4. Desnick RJ. Fabry Disease: α -Galactosidase A Deficiency. Academic Press. 2025;1:695-708. doi: 10.1016/B978-0-443-19041-4.00079-0.
5. Spada M, Pagliardini S, Yasuda M, Tukul T, Thiagarajan G, Sakuraba H, et al. High Incidence of Later-Onset Fabry Disease Revealed by Newborn Screening. *Am J Hum Genet*. 2006;79(1):31-40. doi: 10.1086/504601.
6. Hopkin RJ, Jefferies JL, Laney DA, Lawson VH, Mauer M, Taylor MR, et al. The Management and Treatment of Children with Fabry Disease: A United States-Based Perspective. *Mol Genet Metab*. 2016;117(2):104-13. doi: 10.1016/j.ymgme.2015.10.007.
7. Desnick RJ, Brady R, Barranger J, Collins AJ, Germain DP, Goldman M, et al. Fabry Disease, an Under-Recognized Multisystemic Disorder: Expert Recommendations for Diagnosis, Management, and Enzyme Replacement Therapy. *Ann Intern Med*. 2003;138(4):338-46. doi: 10.7326/0003-4819-138-4-200302180-00014.
8. Yogasundaram H, Kim D, Oudit O, Thompson RB, Weidemann F, Oudit GY. Clinical Features, Diagnosis, and Management of Patients with Anderson-Fabry Cardiomyopathy. *Can J Cardiol*. 2017;33(7):883-97. doi: 10.1016/j.cjca.2017.04.015.
9. Bennett RL, Hart KA, O'Rourke E, Barranger JA, Johnson J, MacDermot KD, et al. Fabry Disease in Genetic Counseling Practice: Recommendations of the National Society of Genetic Counselors. *J Genet Couns*. 2002;11(2):121-46. doi: 10.1023/a:1014545521753.
10. Zada M, Lo Q, Trivedi SJ, Harapoz M, Boyd AC, Devine K, et al. Electrocardiographic Characteristics and Their Correlation with Echocardiographic Alterations in Fabry Disease. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022;9(1):11. doi: 10.3390/jcdd9010011.
11. Namdar M, Steffel J, Vidovic M, Brunckhorst CB, Holzmeister J, Lüscher TF, et al. Electrocardiographic Changes in Early Recognition of Fabry Disease. *Heart*. 2011;97(6):485-90. doi: 10.1136/hrt.2010.211789.
12. Yeung DF, Sirrs S, Tsang MYC, Gin K, Luong C, Jue J, et al. Echocardiographic Assessment of Patients with Fabry Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(6):639-49.e2. doi: 10.1016/j.echo.2018.01.016.
13. Pieroni M, Moon JC, Arbustini E, Barriales-Villa R, Camporeale A, Vujkovic AC, et al. Cardiac Involvement in Fabry Disease: JACC Review Topic of the Week. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(7):922-36. doi: 10.1016/j.jacc.2020.12.024.
14. Nordin S, Kozor R, Bulluck H, Castelletti S, Rosmini S, Abdel-Gadir A, et al. Cardiac Fabry Disease with Late Gadolinium Enhancement is a Chronic Inflammatory Cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68(15):1707-8. doi: 10.1016/j.jacc.2016.07.741.
15. Augusto JB, Johner N, Shah D, Nordin S, Knott KD, Rosmini S, et al. The Myocardial Phenotype of Fabry Disease Pre-Hypertrophy and Pre-Detectable Storage. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22(7):790-9. doi: 10.1093/ehjci/jeaa101.
16. Perry R, Shah R, Saiedi M, Patil S, Ganesan A, Linhart A, et al. The Role of Cardiac Imaging in the Diagnosis and Management of Anderson-Fabry Disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(7 Pt 1):1230-42. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.039.
17. Yogasundaram H, Nikhanj A, Putko BN, Boutin M, Jain-Chai S, Khan A, et al. Elevated Inflammatory Plasma Biomarkers in Patients with Fabry Disease: A Critical Link to Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(21):e009098. doi: 10.1161/JAHA.118.009098.
18. Camicer-Cáceres C, Arranz-Amo JA, Cea-Arestin C, Camprodon-Gomez M, Moreno-Martinez D, Lucas-Del-Pozo S, et al. Biomarkers in Fabry Disease. Implications for Clinical Diagnosis and Follow-up. *J Clin Med*. 2021;10(8):1664. doi: 10.3390/jcm10081664.
19. Sirrs S, Bichet DG, Iwanochko RM, Khan A, Moore D, Oudit G, et al. 2017 Canadian Fabry Disease Guidelines Canadian Fabry Disease Treatment Guidelines 2017 [Internet]. Toronto: The Canadian Fabry Association; 2017 [cited 2025 Mar 3]. Available from: <https://www.fabrycanada.com/content/uploads/Final-Can-FD-Treatment-Guidelines-2017Oct18.pdf>.
20. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, Arbustini E, Barriales-Villa R, Basso C, et al. 2023 ESC Guidelines for the Management of Cardiomyopathies. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3503-626. doi: 10.1093/eurheartj/ehad194.



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

Volumosa Massa Heterogênea em Câmaras Direitas: Relato de Caso em Cardio-Oncologia

Large Heterogeneous Mass in the Right Chambers: A Case Report in Cardio-Oncology

João Pedro Perfeito Frigo,¹ Themissa Helena Voss²

Universidade Federal de Uberlândia,¹ Uberlândia, MG – Brasil

Hospital de Clínicas de Uberlândia,² Uberlândia, MG – Brasil

Resumo

O carcinoma de células renais (CCR) é um dos cânceres mais letais, frequentemente associado à formação de trombos tumorais (TT), uma extensão intravascular do tumor. Aproximadamente 4% a 10% dos pacientes com CCR apresentam TT, que pode atingir a veia renal (10% a 18%), a veia cava inferior (4% a 23%) e, raramente, o átrio direito (1%). Esses trombos geralmente acompanham tumores avançados, com metástases à distância, e refletem uma biologia agressiva. O tratamento é desafiador, especialmente em casos metastáticos, sendo a ressecção cirúrgica indicada na ausência de metástases. A anticoagulação permanece controversa devido à composição neoplásica dos TT. Relatamos o caso de um homem de 51 anos com CCR de células claras e metástases pulmonares e hepáticas, tratado com pazopanibe. O paciente apresentou insuficiência cardíaca direita e foi diagnosticado com TT extenso até o átrio direito, identificado por ecocardiograma transtorácico. Em estágio avançado e com deterioração clínica, optou-se por cuidados paliativos, evoluindo a óbito em poucas semanas. O diagnóstico de TT é crucial para definir o prognóstico e as estratégias terapêuticas. O ecocardiograma, combinado a técnicas avançadas de imagem, tem papel fundamental na diferenciação entre TT e tromboembolismo. Este caso resalta a importância da abordagem multidisciplinar e de avanços tecnológicos para o manejo de condições complexas como o TT, visando diagnóstico precoce e redução de complicações.

Introdução

O carcinoma de células renais (CCR) é um dos cânceres mais letais, associado à formação de trombos tumorais (TT), caracterizados por uma extensão tumoral intravascular.

Palavras-chave

Cardio-Oncologia; Carcinoma de Células Renais; Trombose; Relatos de Casos

Correspondência: João Pedro Perfeito Frigo •

Universidade Federal de Uberlândia. Rua Ceara. CEP: 38400-694.

Uberlândia, MG – Brasil

E-mail: joaopedroperfeito1@gmail.com

Artigo recebido em 15/01/2025; revisado em 16/01/2025;

aceito em 26/01/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250002>

O CCR representa cerca de 3% de todos os cânceres, e estima-se que de 4% a 10% dos pacientes com CCR apresentem algum grau de TT. A prevalência relatada de TT venoso no CCR é de 10% a 18% com invasão da veia renal, 4% a 23% com envolvimento da veia cava inferior, e 1% com extensão até o átrio direito.^{1,2}

O TT está fortemente associado à embolia pulmonar, sendo desafiador distingui-la, através de achados radiográficos, do tromboembolismo. Entretanto, a biópsia pode auxiliar no diagnóstico definitivo, embora seja raramente realizada.¹ Outros desfechos comuns do TT incluem complicações trombóticas ou hemorrágicas e morte.

No que diz respeito ao tratamento, na ausência de metástases à distância, é indicada a ressecção cirúrgica para controle local. Na doença metastática, a terapia visa o controle sintomático, com foco principal no tratamento paliativo.³

Quanto à anticoagulação, esta ainda é discutível, pois o TT se comporta de maneira diferente de um trombo convencional, exibindo células tumorais organizadas em vez de apenas um coágulo de fibrina.^{1,2} Por se tratar de uma condição rara e, na maioria das vezes, diagnosticada tardiamente, o tratamento ainda representa um desafio, especialmente quando a doença se encontra em fase metastática.

Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 51 anos, tabagista e etilista, diagnosticado com tumor renal de células claras, estadiamento clínico IV, com metástases pulmonares e hepáticas. Iniciou tratamento com inibidor do fator de crescimento endotelial vascular (pazopanibe). Evoluiu com edema periférico significativo e ascite, sendo internado para avaliação complementar.

Foi submetido a ecocardiograma transtorácico, que revelou a presença de uma massa volumosa, heterogênea, com bordas bem delimitadas, medindo 8,3 × 4,0 cm no interior das câmaras direitas, ocasionando obstrução do fluxo anterógrado na valva tricúspide (gradiente médio de 5 mmHg). Em imagem subcostal, observou-se a continuidade da massa nas câmaras direitas com a veia cava inferior, sugerindo a presença de um extenso TT. Esses achados explicam a etiologia dos sinais e sintomas clínicos de insuficiência cardíaca direita, inicialmente atribuídos a um possível tromboembolismo pulmonar.

Durante a internação, devido à dificuldade de melhora sintomática e aos sinais de deterioração clínica, além do estágio avançado da doença, optou-se por cuidados paliativos exclusivos. O paciente evoluiu a óbito em poucas semanas.

Relato de Caso

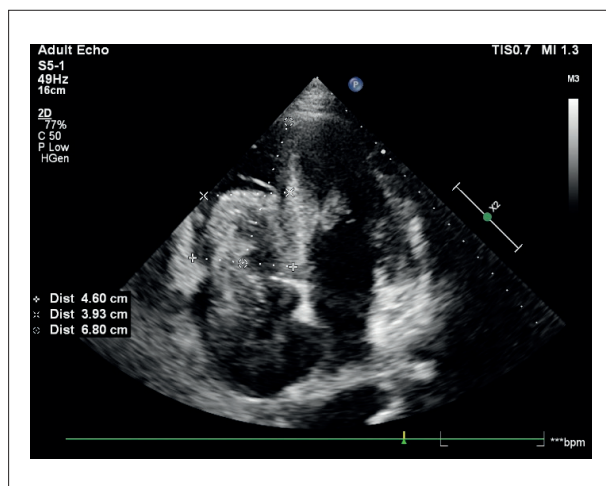


Figura 1 – Aumento das dimensões das câmaras direitas na janela apical 4 câmaras.

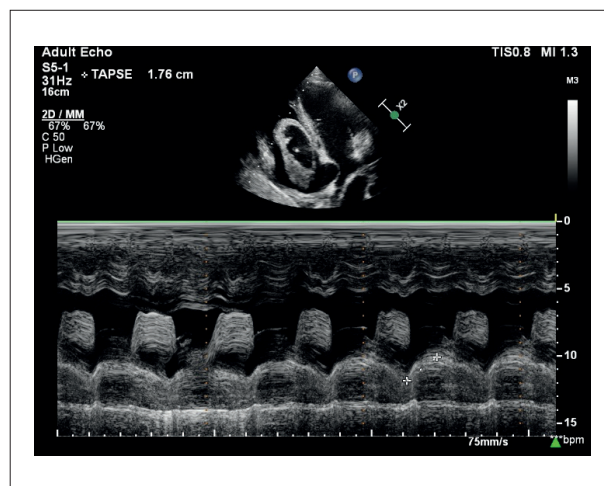


Figura 2 – Função sistólica do ventrículo direito preservada pelo TAPSE.

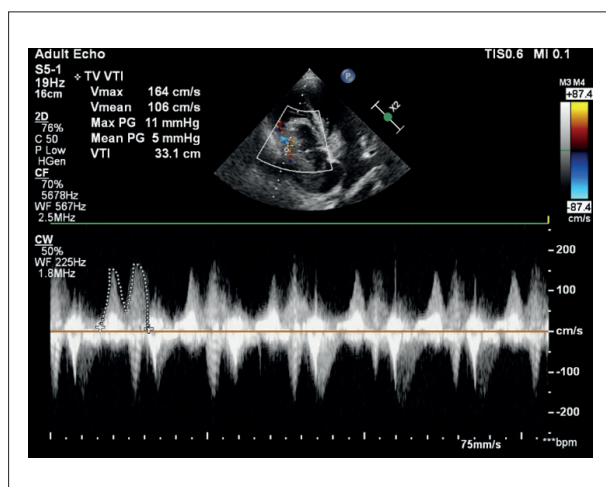


Figura 3 – Fluxo turbulento e gradiente médio de 5mmHg em valva tricúspide (obstrução relativa pela protrusão da massa).

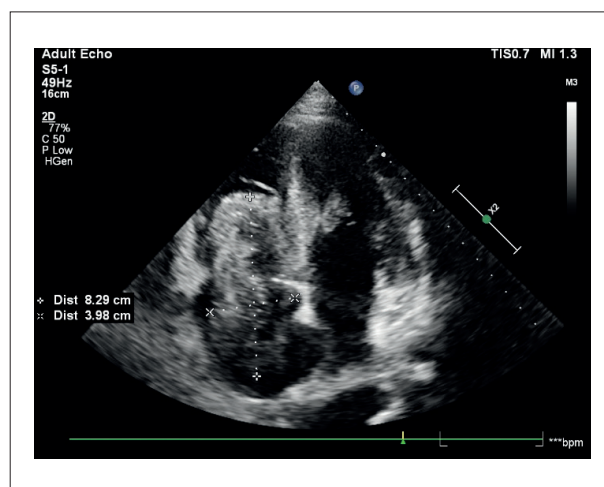


Figura 4 – Dimensões da massa no interior das câmaras direitas.

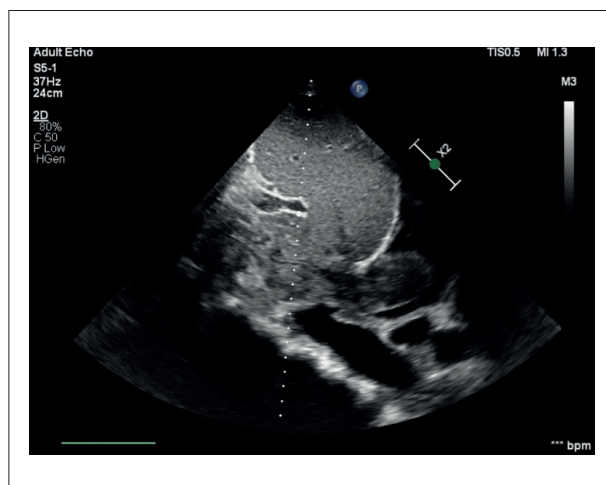


Figura 5 – Massa em veia cava inferior.

Discussão

A extensão tumoral intravascular é denominada TT, ocorrendo em diversos tipos de tumores, sendo o CCR o mais comum em adultos. Destes, de 10% a 18% atingem apenas a veia renal, 4% a 23% alcançam a veia cava inferior, e apenas 1% se estendem até o átrio direito. Geralmente, estão associados a tumores maiores e estádios avançados, frequentemente acompanhados de metástases à distância, o que reflete uma biologia mais agressiva e pode explicar o pior prognóstico.⁴

Pacientes sem metástases associadas podem ser submetidos à ressecção tumoral, incluindo o TT, por meio de diversas técnicas. A anticoagulação é discutível, uma vez que o comportamento do TT difere de trombos simples devido à presença de células neoplásicas organizadas. Em 1,5% a 3,4% dos pacientes com TT, pode ocorrer embolização para as artérias pulmonares, principalmente durante o

Relato de Caso

intraoperatório, complicação associada a uma alta taxa de mortalidade (até 75%). É digno de nota que os TT, apesar de sua extensão, não são considerados metástases. Além disso, há possibilidade de recorrência do TT após a ressecção inicial. O diagnóstico de TT implica em uma chance 65% maior de mortalidade.⁵

O ecocardiograma transtorácico é a modalidade inicial de imagem, enquanto a ressonância magnética cardíaca desempenha um papel importante no diagnóstico diferencial entre trombo e tumor cardíaco. O uso associado de agentes de realce ultrassonográfico no ecocardiograma transtorácico aumenta a acurácia diagnóstica. Esse achado é determinante na jornada do paciente, sinalizando um prognóstico desfavorável e demandando uma abordagem cirúrgica diferenciada.

A complexidade do manejo do TT reforça a importância de uma abordagem multidisciplinar. Equipes compostas por especialistas em oncologia, cardiologia, cirurgia vascular e radiologia são essenciais para garantir o diagnóstico precoce, planejamento terapêutico personalizado e redução de complicações. Além disso, avanços nas técnicas de imagem têm o potencial de aprimorar a detecção e a diferenciação entre TT e não tumorais, contribuindo para um tratamento mais preciso e melhores perspectivas de sobrevida para os pacientes.⁶

Em conclusão, este caso destaca a relevância da ecocardiografia como ferramenta essencial para o diagnóstico de patologias em que os sinais e sintomas sugerem componente cardíaco, além de nortear conduta e terapêutica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Frigo JPP, Voss TH.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

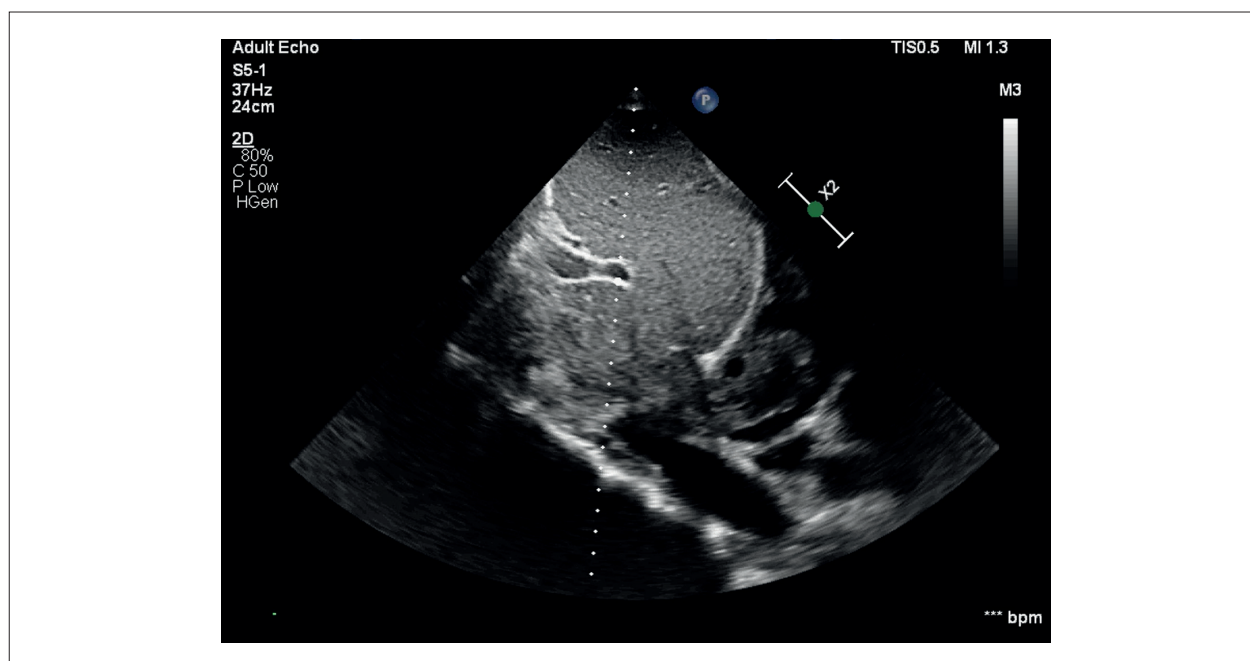
O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

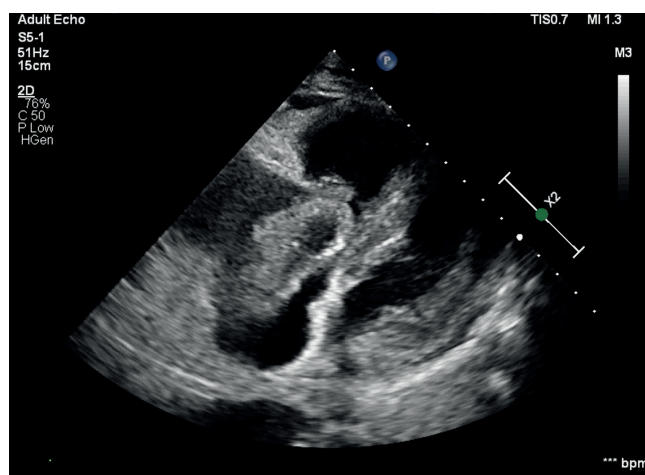
Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

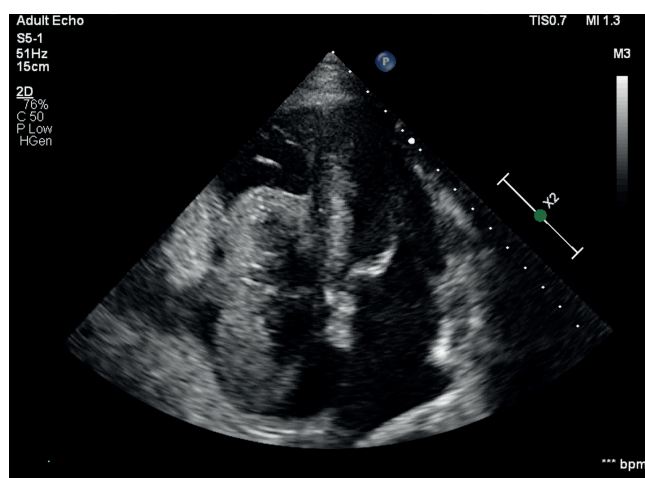
Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia sob o número de protocolo 7.534.313. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.



Vídeo 1 – Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2025/3801/2025-0002_RC_Video1.mp4



Video 2 – Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2025/3801/2025-0002_RC_Video2.mp4



Video 3 – Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2025/3801/2025-0002_RC_Video3.mp4

Referências

1. Kaptein FHJ, van der Hulle T, Braken SJE, van Gennep EJ, Buijs JT, Burgmans MC, et al. Prevalence, Treatment, and Prognosis of Tumor Thrombi in Renal Cell Carcinoma. *JACC CardioOncol.* 2022;4(4):522-31. doi: 10.1016/j.jaccao.2022.07.011.
2. Almatari AL, Sathe A, Wideman L, Dewan CA, Vaughan JP, Bennie IC, et al. Renal Cell Carcinoma with Tumor Thrombus: A Review of Relevant Anatomy and Surgical Techniques for the General Urologist. *Urol Oncol.* 2023;41(4):153-65. doi: 10.1016/j.urolonc.2022.11.021.
3. Pouliot F, Shuch B, Larochelle JC, Pantuck A, Belldegrun AS. Contemporary Management of Renal Tumors with Venous Tumor Thrombus. *J Urol.* 2010;184(3):833-41. doi: 10.1016/j.juro.2010.04.071.
4. Palaskas N, Thompson K, Gladish G, Agha AM, Hassan S, Iliescu C, et al. Evaluation and Management of Cardiac Tumors. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2018;20(4):29. doi: 10.1007/s11936-018-0625-z. PMID: 29556752..
5. Psutka SP, Leibovich BC. Management of Inferior Vena Cava Tumor Thrombus in Locally Advanced Renal Cell Carcinoma. *Ther Adv Urol.* 2015;7(4):216-29. doi: 10.1177/1756287215576443.
6. Chen Z, Yang F, Ge L, Qiu M, Liu Z, Liu C, et al. Outcomes of Renal Cell Carcinoma with Associated Venous Tumor Thrombus: Experience from a Large Cohort and Short Time Span in a Single Center. *BMC Cancer.* 2021;21(1):766. doi: 10.1186/s12885-021-08508-x.



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

Insuficiência Mitral Importante e Disfunção Ventricular na Síndrome Hipereosinofílica: Relato de Caso

Important Mitral Regurgitation and Ventricular Dysfunction in Hypereosinophilic Syndrome: A Case Report

Marcel Pina Ciuffo,¹ Lucas Mori,² Tais Araújo,¹ Ingrid Kowatsch,¹ Ana Clara Tude Rodrigues¹

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,¹ São Paulo, SP – Brasil

Universidade de São Paulo, Instituto do Coração,² São Paulo, SP – Brasil

Introdução

A síndrome hipereosinofílica (HES) representa um grupo de doenças hematológicas raras caracterizado pelo aumento do número de eosinófilos no sangue periférico. Uma vez ativados esses eosinófilos podem levar ao dano de tecidos e órgãos do hospedeiro. Geralmente os pacientes com HES apresentam sinais e sintomas dermatológicos, respiratórios e gastrointestinais. O acometimento do sistema cardiovascular é incomum e pode gerar graves consequências como insuficiência cardíaca, arritmias e fenômenos tromboembólicos.

Este artigo descreve um caso de doença endomiocárdica eosinofílica, também conhecida como síndrome de Loeffler, uma manifestação da HES caracterizada pelo dano cardíaco mediado por eosinófilos. Apesar do tratamento adequado e controle da doença hematológica, o paciente evoluiu com disfunção sistólica biventricular e insuficiência mitral (IM) importante.

Relato de caso

Paciente masculino, 29 anos, sem comorbidades, com história de febre, sudorese noturna e perda de 17 kg nos últimos 4 meses, procurou atendimento médico com cansaço aos pequenos esforços, dor em hipocôndrio esquerdo e aumento do volume abdominal. Ao exame físico observou-se palidez cutânea, taquicardia, hepatoesplenomegalia e edema de membros inferiores.

Exames laboratoriais evidenciaram hemoglobina 7,0 g/dL, hematócrito 21,2%, leucócitos 161.000/mm³, neutrófilos 120.000/mm³, eosinófilos 35.000/mm³ e plaquetas 87.000/mm³. Diante da hipótese de HES, foi realizada biópsia de medula óssea que mostrou predomínio granulocítico absoluto e eosinofilia em todos os estágios

maturativos, sugerindo doença mieloproliferativa crônica.

Realizado ecocardiograma que evidenciou ventrículo esquerdo (VE) com espessamento endocárdico difuso mais acentuado em região apical, estendendo-se para base da cúspide posterior da valva mitral, função sistólica preservada, fração de ejeção 68% e strain longitudinal global (SLG) reduzido -11,6 (Figura 1). Havia imagem ecogênica intracavitária atapetando o ápice e a parede anterolateral, sendo realizada infusão de agente de realce ultrassonográfico (Sonovue) que sugeriu trombo intracavitário (Figura 2). O ventrículo direito não apresentava anormalidades e a análise da função diastólica estava prejudicada pela taquicardia. A valva mitral tinha restrição da movimentação da cúspide posterior e IM moderada excêntrica.

Foram iniciadas furosema endovenosa e anticoagulação plena com enoxaparina, devido ao quadro clínico apresentado e ao trombo intracardíaco. O paciente apresentou melhora dos sintomas de congestão, seguiu tratamento com a hematologia e obteve alta hospitalar depois de 30 dias.

O paciente estava assintomático do ponto de vista cardiovascular quando retornou para ecocardiograma de seguimento após 1 ano do início da doença. O exame evidenciou VE com disfunção sistólica discreta, fração de ejeção 50%, hipocinesia inferior e septo retificado. O ventrículo direito apresentava disfunção sistólica discreta a moderada (excursão sistólica do anel tricúspide 13 mm e variação da área fracionada 30%). A avaliação da função diastólica foi prejudicada pelo refluxo mitral significativo e a valva mitral apresentava redução da sua mobilidade e IM importante preenchendo todo o átrio esquerdo (Figura 3).

Discussão

A HES representa um grupo de doenças raras definido por contagem de eosinófilos no sangue periférico maior que $1,5 \times 10^9/L$. Pode ser classificada em: primária (neoplasia mieloide ou linfocítica), secundária (causas infecciosas, autoimunes, medicamentosas, alérgicas e metabólicas) e idiopática.

A HES acomete geralmente indivíduos entre 20 e 50 anos de idade, sendo mais comum em homens, principalmente a HES de origem mieloproliferativa. Pode comprometer diferentes tecidos e órgãos, gerando sinais e sintomas como lesões de pele, diarreia, dor abdominal, febre e perda de peso. Quando afeta o sistema cardiovascular, representa uma forma grave da doença com elevada morbimortalidade.²

Palavras-chave

Insuficiência da Valva Mitral; Insuficiência Cardíaca; Síndrome Hipereosinofílica

Correspondência: Marcel Pina Ciuffo •

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Avenida Doutor Enéas Carvalho de Aguiar, S/N. CEP: 05403-010. São Paulo, SP – Brasil

E-mail: marcelpina.cardio@gmail.com

Artigo recebido em 29/04/2025; revisado em 05/05/2025; aceito em 05/05/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250029>

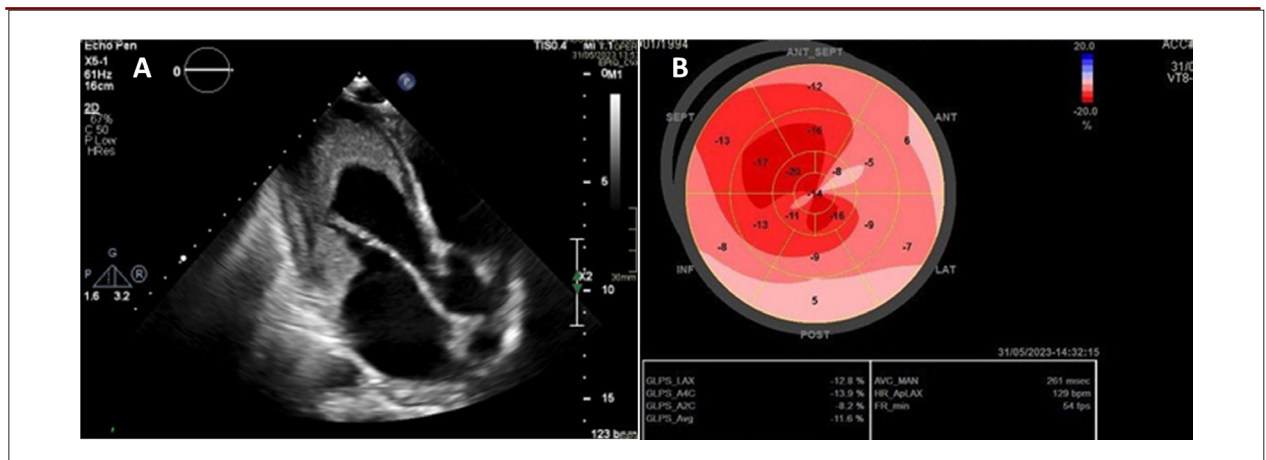


Figura 1 – (A) Espessamento endocárdico difuso, mais acentuado na região apical e no músculo papilar. (B) Redução do SLG no gráfico em forma de alvo.

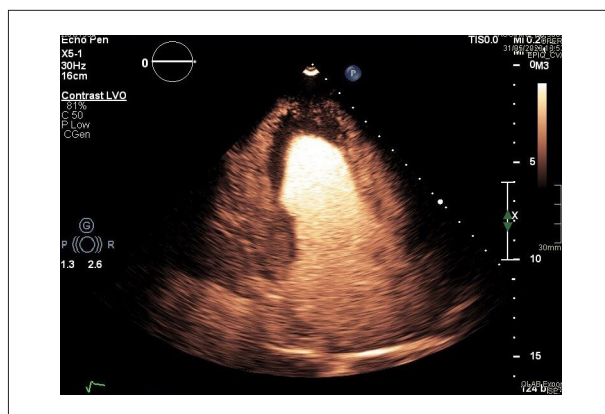


Figura 2 – Agente de realce ultrassonográfico evidenciando imagem ecogênica compatível com trombo na região apical do VE.

A síndrome de Loeffler é a manifestação da HES caracterizada pelo dano cardíaco mediado por eosinófilos. Em seus estágios iniciais é assintomática, mas gera inflamação e necrose do endocárdio com formação de trombos intracardíacos e fibrose. Pode causar insuficiência cardíaca (disfunção sistólica e diastólica), fenômenos tromboembólicos, arritmias e doenças valvares, principalmente regurgitação das valvas atrioventriculares, resultante do acometimento valvar por fibrose.

É importante ressaltar que a regurgitação mitral pode reduzir após o tratamento da doença de base com corticosteroides. Contudo, neste caso houve piora da IM mesmo após o tratamento. Além disso, o paciente evoluiu com disfunção sistólica biventricular e já apresentava redução do SLG desde o diagnóstico da doença, reforçando a capacidade do SLG em detectar precocemente a disfunção sistólica ventricular.

O ecocardiograma é fundamental na avaliação dos pacientes com síndrome de Loeffler. Na fase inicial (inflamatória) nota-se aumento da ecogenicidade do subendocárdio. Depois, podem surgir trombos

intracardíacos que se localizam preferencialmente no ápice do VE e nas regiões subvalvares das valvas atrioventriculares. O uso do agente de realce ultrassonográfico aumenta a sensibilidade da detecção de trombos, além de permitir o diagnóstico diferencial de outras condições como cardiomiopatia hipertrófica apical e miocárdio não compactado.

Após a identificação de disfunção ventricular ao ecocardiograma, foi realizada ressonância magnética cardíaca para avaliação complementar, uma vez que se trata do exame com melhor acurácia para caracterização tecidual, ajudando a definir inflamação, edema e fibrose em todos os estágios da doença (Figura 4).

A biópsia endomiocárdica é o padrão ouro para o diagnóstico, evidenciando o infiltrado eosinofílico no tecido cardíaco.⁴ Contudo, devido ao potencial de complicação, só é realizada em casos selecionados.

O tratamento depende do estágio da doença e do grau de fibrose. Suas principais metas são reduzir a hipereosinofilia e evitar a progressão do dano tecidual e a formação de trombos. A medicação mais utilizada é o corticosteroide, mas muitos pacientes não têm boa resposta. Outras opções são: interferon-alfa, hidroxiureia, imatinibe, mepolizumabe e drogas imunomoduladoras.¹⁻³

O prognóstico da HES tem melhorado nos últimos anos, devido ao melhor entendimento da doença e ao surgimento de novas modalidades terapêuticas. No entanto, a disfunção cardíaca segue como a maior causa de mortalidade.⁸

Conclusão

Relatamos um caso de síndrome de Loeffler secundária à doença mieloproliferativa crônica. Apesar do diagnóstico e tratamento adequados, o paciente evoluiu com disfunção sistólica biventricular e IM importante. Enfatizamos a importância do diagnóstico precoce, tratamento e seguimento a longo prazo como forma de diminuir a morbimortalidade dessa doença.

Relato de Caso

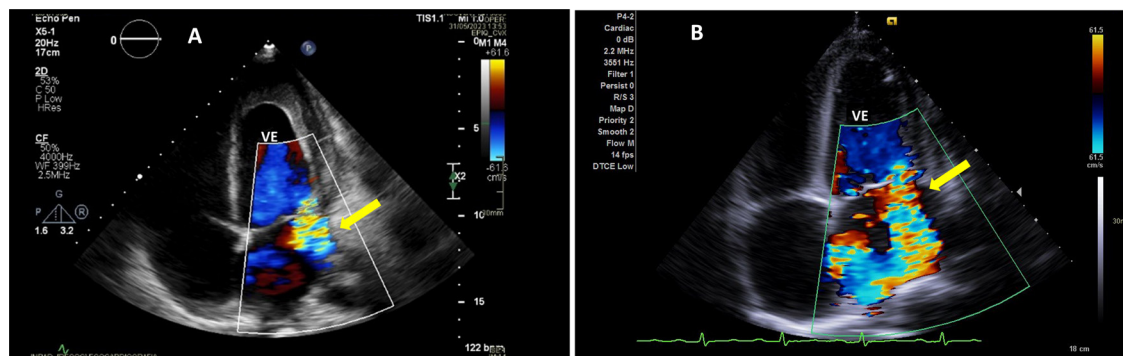


Figura 3 – (A) Jato de regurgitação mitral moderada (seta amarela) pré-tratamento antineoplásico. (B) Jato de regurgitação mitral importante mesmo após o tratamento. VE: ventrículo esquerdo.

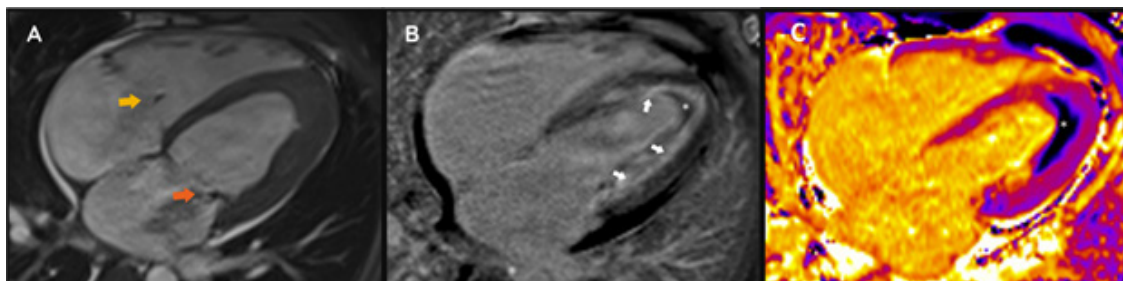


Figura 4 – (A) Cine-ressonância magnética mostrando aderência dos músculos papilares na parede lateral do VE com perda da trabeculação e jatos de regurgitação mitral (seta laranja) e tricúspide (seta amarela). (B) Técnica de realce tardio com fibrose subendocárdica circunferencial e difusa, sem obedecer território coronariano (setas brancas) e associada a trombo atapetando o subendocárdio do VE (asteriscos). (C) Mapa T1 nativo colorido com aumento difuso do T1, principalmente na parede septal, indicando edema e fibrose, associado a trombo (asterisco).

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Rodrigues ACT; obtenção de dados: Ciuffo MP, Araújo T, Kowatsch I, Mori L; análise e interpretação dos dados: Ciuffo MP, Araújo T, Kowatsch I, Mori L, Rodrigues ACT; redação do manuscrito: Ciuffo MP.

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 Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP sob o número de protocolo 7.469.009. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Shomali W, Gotlib J. World Health Organization and International Consensus Classification of Eosinophilic Disorders: 2024 Update on Diagnosis, Risk Stratification, and Management. *Am J Hematol*. 2024;99(5):946-68. doi: 10.1002/ajh.27287.
2. Requena C, van den Bosch J, Akuthota P, Kovalszki A, Steinfeld J, Kwon N, et al. Clinical Profile and Treatment in Hypereosinophilic Syndrome Variants: A Pragmatic Review. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2022;10(8):2125-34. doi: 10.1016/j.jaip.2022.03.034.
3. Takla A, Shah P, Sbenghe M, Baibhav B, Feitell S. Incessant Ventricular Tachycardia: An Atypical Presentation of Chronic Eosinophilic Leukemia. *JACC Case Rep*. 2024;29(16):102461. doi: 10.1016/j.jaccas.2024.102461.
4. Bondue A, Carpentier C, Roufosse F. Hypereosinophilic Syndrome: Considerations for the Cardiologist. *Heart*. 2022;108(3):164-71. doi: 10.1136/heartjnl-2020-317202.
5. Inoue T, Watanabe C, Ayukawa H, Nadahama T, Hosokawa A, Beppu K, et al. Biopsy-Proven Loeffler Endocarditis Successfully Treated with Steroids. *Circulation*. 2015;131(8):e353-4. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012976.
6. van Dongen IM, van Kraaij DJW, Schalla S, La Rocca HPB, Driessen RGH. Severe Mitral Regurgitation Caused by Eosinophilic Endocarditis. *J Cardiol Cases*. 2014;10(3):108-10. doi: 10.1016/j.jccase.2014.05.012.
7. Jin X, Ma C, Wang Y, Yang J. A Case of Loeffler Endocarditis That Showed Endomyocardial Systolic Dysfunction Detected by Layer Specific Strain Analysis. *Int Heart J*. 2017;58(6):1001-3. doi: 10.1536/ihj.16-422.
8. Polito MV, Hagendorff A, Citro R, Prota C, Silverio A, De Angelis E, et al. Loeffler's Endocarditis: An Integrated Multimodality Approach. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(12):1427-41. doi: 10.1016/j.echo.2020.09.002.
9. Bonanad C, Monmeneu JV, López-Lereu MP. Loeffler Endocarditis of the Left Ventricle: Cardiac Magnetic Resonance Findings. *Heart Lung Circ*. 2013;22(12):1056-7. doi: 10.1016/j.hlc.2013.03.087.



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

Avaliação da Reserva de Fluxo Coronário por Cintilografia de Perfusão do Miocárdio com Equipamento CZT

Assessment of Coronary Flow Reserve by Myocardial Perfusion Scintigraphy using CZT Equipment

Wilter dos Santos Ker,^{1,3}  Davi Shunji Yahiro,²  Gabriel de Moraes Mangas,²  Isabelle Mendes Rodrigues Salomão,^{1,2}  José Augusto Antonio Alves Flor,²  Hugo Matheus Silvestre Vianna,²  Cláudio Tinoco Mesquita^{1,2,3} 

Hospital Pró-Cardíaco,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Universidade Federal Fluminense,² Niterói, RJ – Brasil

Hospital Vitória e Hospital Samaritano Barra,³ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Resumo

O presente relato de caso apresenta análise da perfusão do miocárdio em um paciente masculino assintomático de 67 anos com doença arterial coronariana (DAC) conhecida e múltiplos fatores de risco. Enquanto a perfusão do miocárdio por tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT) revelou área de isquemia do miocárdio de 5%, a gama câmara utilizando detectores de telureto de cádmio e zinco (CZT) revelou uma reserva de fluxo miocárdico (RFM) global reduzida (1,57). A cinecoronariografia coronária confirmou doença multiarterial extensa, incluindo uma lesão de 80% na artéria descendente anterior (ADA) e uma oclusão da artéria circunflexa (ACX), achados não totalmente reconhecidos pela perfusão do miocárdio por SPECT. O presente caso demonstra a importância da avaliação da RFM, particularmente usando a tecnologia CZT, na identificação de DAC significativa que pode ser subestimada pelos métodos tradicionais de SPECT. Isso destaca o potencial da CZT para fornecer informações funcionais mais abrangentes, melhorando a estratificação de risco e potencialmente influenciando o manejo do paciente em casos complexos de DAC suspeita ou conhecida.

Introdução

A perfusão do miocárdio por tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT) desempenha um papel crucial no diagnóstico, na estratificação de risco e na avaliação do prognóstico da doença arterial coronariana (DAC), com seu valor clínico sendo amplamente reconhecido.^{1,2} Embora a perfusão do miocárdio por SPECT forneça informações valiosas, ela apresenta algumas limitações.^{2,3} Avanços recentes em novas gama câmaras,

que utilizam detectores de cádmio, zinco e telúrio (CZT), apresentam maior resolução temporal e espacial, permitindo aquisição de imagens dinâmicas e a avaliação da reserva de fluxo miocárdico (RFM).²⁻⁴ A RFM é um indicador da análise microvascular e demonstrou fornecer informações incrementais que vão além da análise isolada da perfusão.² Estudos demonstraram uma boa correlação entre CZT e a tomografia por emissão de pósitron (PET) para quantificação do fluxo sanguíneo miocárdico (FSM).^{3,5} Este relato de caso destaca as limitações da SPECT sem quantificação do fluxo sanguíneo miocárdico (MBF) em um paciente com suspeita de doença arterial coronariana (DAC) e ressalta a importância da avaliação da reserva de fluxo miocárdico (RFM) utilizando SPECT com detectores de telureto de cádmio e zinco (CZT), demonstrando como os dados quantitativos de fluxo podem fornecer informações críticas que não são facilmente perceptíveis por meio da análise qualitativa e semi-quantitativa tradicional da SPECT, com potencial impacto na tomada de decisão e no manejo do paciente.

Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 67 anos de idade, assintomático. História clínica de hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, diabetes mellitus tipo 2, sedentarismo e ex-tabagista. Relato de angioplastia coronária há 10 anos na artéria coronária direita (ACD). Paciente em uso de betabloqueador, estatina, bloqueador dos canais de cálcio, espirolactona, agente antiplaquetário e inibidor da bomba de prótons. Foi submetido à cintilografia de perfusão miocárdica em repouso e após estresse farmacológico com dipiridamol, atividades respectivamente de 12 mCi e 36 mCi, do radiofármaco ^{99m}Tc-Sestamibi em equipamento D-SPECT CARDIO da Spectrum Dynamics Medical para avaliação de isquemia miocárdica e da reserva de fluxo coronariano. A fase do estresse farmacológico foi feita através do fármaco dipiridamol (0,568 mg/kg) durante 4 minutos e injeção do ^{99m}Tc-Sestamibi no 7º. minuto para aquisição de imagens dinâmicas e de perfusão.

A análise de perfusão demonstrou área estimada de defeito isquêmico em 5% do ventrículo esquerdo nos segmentos anterior (médio), anterolateral (médio) e inferior (médio); com redução da RFC estimada em 1,57 (valor normal > 2,0). A reserva (estresse/repouso) foi estimada em 1,60 na ACD, 1,02 na ACX, e 1,83 na ADA (Figura 1). O paciente foi submetido

Palavras-chave

Doença da Artéria Coronariana; Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único; Isquemia Miocárdica

Correspondência: Gabriel de Moraes Mangas •

Universidade Federal Fluminense. R. Des. Athayde Parreiras, 100. CEP:

24220-900. Niterói, RJ – Brasil

E-mail: gabrielmangas@gmail.com

Artigo recebido em 30/03/2025; revisado em 04/04/2025;

aceito em 09/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250020>

à angiografia coronária, que identificou perviedade do stent anterior, lesão calcificada de 80% na artéria descendente anterior (ADA), 50% na ACD, 90% na artéria descendente posterior (ADP) e oclusão da artéria circunflexa (ACX) (Figura 1).

Discussão

O presente relato de caso destaca como a cintilografia de perfusão do miocárdio pode subestimar a extensão da isquemia miocárdica. Isso enfatiza a importância da avaliação da RFM. A RFM fornece uma avaliação mais abrangente da perfusão miocárdica por meio da quantificação absoluta do fluxo sanguíneo.⁶ Embora o paciente fosse assintomático, com DAC conhecida e baixa carga isquêmica, sua RFM reduzida indica um alto risco de DAC extensa e eventos cardíacos futuros.¹ A microvasculatura coronária é um fator crucial na perfusão miocárdica e sua avaliação melhora a estratificação de risco.^{7,8}

As câmaras CZT oferecem maior resolução, capacidade de aquisição dinâmica 3D, e avaliações de RFM precisas, o que melhora a detecção da região isquêmica, especialmente em pacientes com DAC obstrutiva.^{9,10} Neste caso, foi utilizado equipamento D-SPECT (câmara CZT), que revelou uma

discordância entre as informações do SPECT convencional com os dados da quantificação obtidos com a técnica de SPECT dinâmico. A detecção de uma reserva de fluxo global comprometida está associada a maior extensão de doença coronariana anatômica, e o território da artéria circunflexa, onde há oclusão coronariana, é o que apresenta maior comprometimento da reserva de fluxo miocárdica regional, mostrando uma avaliação mais acurada da tecnologia CZT.

Conclusão

O caso relatado destaca a importância de considerar a RFM e potencialmente utilizar câmaras CZT na avaliação de pacientes com DAC suspeita ou conhecida, especialmente quando os achados da perfusão do miocárdio são inconclusivos ou discordantes com a apresentação clínica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e obtenção de dados: Ker WS, Yahiro DS, Mangas GM, Mesquita CT; análise e interpretação dos dados: Salomão IMR; redação

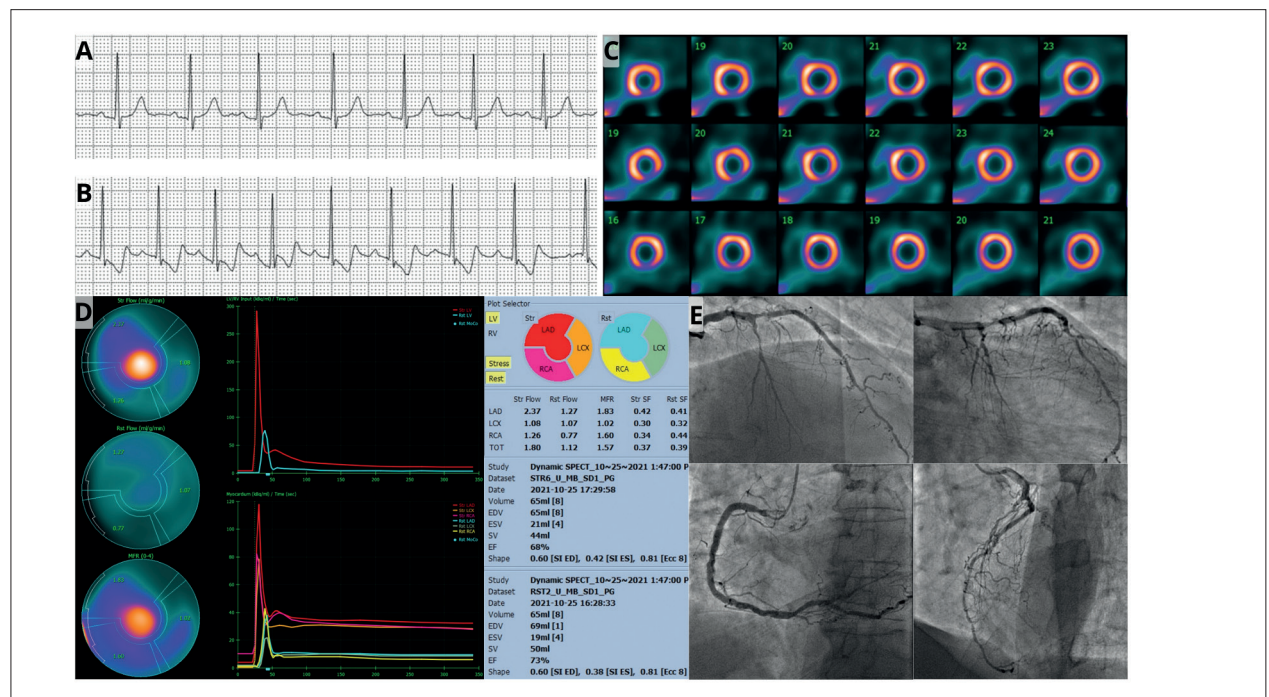


Figura 1 – A) Eletrocardiograma (repouso): ritmo sinusal, anormalidades inespecíficas da repolarização ventricular. **B)** Eletrocardiograma: Pico de estresse farmacológico mostra depressão do segmento ST. **C)** Análise de perfusão relativa à isquemia miocárdica induzida por estresse nos segmentos anterior (médio), anterolateral (médio) e inferior (médio). Área estimada de defeito isquêmico em 5% do ventrículo esquerdo. Defeito fixo no segmento inferior (apical). **D)** Reserva de fluxo coronário: Não houve aumento adequado do fluxo sanguíneo no miocárdio sob estresse. RFM global = 1,57. Reserva (estresse/repouso) na ADAE = 1,83; ACX = 1,02; ACD = 1,60. A fração de ejeção pós-estresse foi estimada em 68%. **E)** Angiografia coronária: DAC aterosclerótica obstrutiva de três vasos. Artéria coronária esquerda: tronco da artéria coronária esquerda com irregularidades e calcificações difusas e não obstrutivas. ADAE com lesões de 70% no terço médio e 80% no terço distal. ACX ocluída no terço proximal. ACD com lesão de 50% no terço proximal e 30% no terço distal. Artéria descendente posterior com lesão de 90% no terço médio. Ramo ventricular posterior com lesão de 40% no terço proximal intrastent. ACD: artéria coronária direita; ADAE: artéria descendente anterior esquerda; ACX: artéria circunflexa esquerda.

Relato de Caso

do manuscrito: Yahiro DS, Mangas GM, Salomão IMR, Flor JAAA, Vianna HMS; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Ker WS, Mesquita CT.

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 Hospital Pró-Cardíaco sob o número de protocolo 80960324.0.0000.5533. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito

Referências

1. Zavadovsky KV, Mochula AV, Maltseva AN, Boshchenko AA, Baev AE, Andreev SL, et al. The Diagnostic Value of SPECT CZT Quantitative Myocardial Blood Flow in High-Risk Patients. *J Nucl Cardiol.* 2022;29(3):1051-63. doi: 10.1007/s12350-020-02395-8.
2. Wang J, Li S, Chen W, Chen Y, Pang Z, Li J. Diagnostic Efficiency of Quantification of Myocardial Blood Flow and Coronary Flow Reserve with CZT Dynamic SPECT Imaging for Patients with Suspected Coronary Artery Disease: A Comparative Study with Traditional Semi-Quantitative Evaluation. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2021;11(1):56-67. doi: 10.21037/cdt-20-728.
3. Bailly M, Thibault F, Courtehoux M, Metrard G, Angoulvant D, Ribeiro MJ. Myocardial Flow Reserve Measurement During CZT-SPECT Perfusion Imaging for Coronary Artery Disease Screening: Correlation with Clinical Findings and Invasive Coronary Angiography-The CFR-OR Study. *Front Med.* 2021;8:691893. doi: 10.3389/fmed.2021.691893.
4. Souza ACDAH, Gonçalves BKD, Tedeschi A, Lima RSL. Quantification of Coronary Flow Reserve with CZT Gamma Camera in the Evaluation of Multivessel Coronary Disease. *Arq Bras Cardiol.* 2018;111(4):635-37. doi: 10.5935/abc.20180196.
5. Mesquita C, Palazzo I, Pacheco J, Ker W, Sabra MMM, Chambi A, et al. Assessing Myocardial Flow Reserve Using CZT SPECT Perfusion Imaging: A Step Towards Clinical Application. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2024;25(Suppl_1):jeae142.073. doi: 10.1093/ehjci/jeae142.073.
6. Acampa W, Zampella E, Assante R, Genova A, Simini G, Mannarino T, et al. Quantification of Myocardial Perfusion Reserve by CZT-SPECT: A Head to Head Comparison with 82Rubidium PET Imaging. *J Nucl Cardiol.* 2021;28(6):2827-39. doi: 10.1007/s12350-020-02129-w.
7. Sakuma H, Ishida M. Advances in Myocardial Perfusion MR Imaging: Physiological Implications, the Importance of Quantitative Analysis, and Impact on Patient Care in Coronary Artery Disease. *Magn Reson Med Sci.* 2022;21(1):195-211. doi: 10.2463/mrms.rev.2021-0033.
8. Assante R, Zampella E, Cantoni V, Green R, D'Antonio A, Mannarino T, et al. Prognostic Value of Myocardial Perfusion Imaging by Cadmium Zinc Telluride Single-Photon Emission Computed Tomography in Patients with Suspected or Known Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2023;50(12):3647-58. doi: 10.1007/s00259-023-06344-8.
9. Kelshiker MA, Seligman H, Howard JP, Rahman H, Foley M, Nowbar AN, et al. Coronary Flow Reserve and Cardiovascular Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur Heart J.* 2022;43(16):1582-93. doi: 10.1093/eurheartj/ehab775.
10. Lima R, Bezerra ALF, Daibes M, Domenico C, Lorenzo A. Clinical Impact of Assessment of Myocardial Flow Reserve in Identifying the Cause of Chest Discomfort. *Arq Bras Cardiol.* 2024;121(6):e20230700. doi: 10.36660/abc.20230700.



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

Dissecção de Artéria Coronária Após Ecocardiografia sob Estresse Farmacológico e o Seguimento do Tratamento Clínico: Um Relato de Caso

Coronary Artery Dissection Following Pharmacologic Stress Echocardiography and the Follow-Up of Clinical Management: A Case Report

Thiago Artioli,¹ Bruno Querido Marcondes Santos,¹ Denis Cárdenas Monteiro,¹ Layane Bonfante Batista,¹ Matheus Zavaris Lorenzoni,¹ Hsu Gwo Jen,¹ Kelvyn Melo Vital,¹ Kelvin Henrique Vilalva¹

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

Introdução

A dissecção espontânea da artéria coronária (DEAC) continua sendo um desafio diagnóstico e terapêutico na avaliação de dor torácica. A interpretação inadequada das características da dor, associada à falta de consideração do perfil epidemiológico do paciente, pode conduzir a abordagens diagnósticas e terapêuticas inadequadas. O caso descrito neste relato representa apenas o segundo caso com características semelhantes publicado em bases de dados médicas de grande relevância.¹ Este relato enfatiza a importância de considerar causas incomuns de dor torácica e síndrome coronariana aguda (SCA), além de apresentar uma breve revisão da literatura pertinente. Este relato foi elaborado de acordo com as diretrizes CAsE Rêport (CARE).²

Relato de caso

Paciente do sexo feminino, 42 anos, branca, natural de São Paulo, Brasil. Divorciada, com ensino médio completo, trabalha como secretária administrativa e declara-se católica. Apresentava peso de 72 kg e altura de 1,75 m no momento da avaliação.

Sintomas iniciais

A paciente referiu início de dor torácica, inicialmente sugestiva de origem não cardíaca, em janeiro de 2024. A dor era de leve intensidade, localizada na região torácica, sem relação com esforço físico. Os sintomas persistiram até março de 2024, quando procurou avaliação com cardiologista da rede privada. Na consulta inicial, a hipótese diagnóstica foi de angina estável provável. Foram prescritos os seguintes medicamentos: ácido acetilsalicílico a 100 mg/dia,

sinvastatina a 20 mg/dia, metoprolol a 50 mg/dia e enalapril a 20 mg/dia. Até então, a paciente fazia uso apenas de desogestrel a 75 mg/dia como contraceptivo oral. Foi solicitado ecocardiograma sob estresse com dobutamina para avaliação funcional complementar.

Histórico médico, familiar e psicossocial

A paciente apresentava histórico conhecido de enxaqueca esporádica e anemia ferropriva. Negava tabagismo, etilismo e relatava estilo de vida sedentário. O histórico cirúrgico incluía cesariana, safenectomia por insuficiência venosa e tireoidectomia parcial devido a nódulo benigno. Relatava quatro gestações, sendo três partos cesáreos e um aborto espontâneo de etiologia não esclarecida. Não havia histórico familiar significativo de doenças cardiovasculares ou reumatológicas.

Intervenções prévias relevantes

Em 20 de março de 2024, a paciente foi submetida a ecocardiograma sob estresse com dobutamina em hospital da rede privada. Durante o exame, apresentou início súbito de dor precordial intensa, distinta dos sintomas previamente relatados, descrita como sensação de aperto com intensidade referida de 10/10, irradiando para a cabeça, associada a náuseas e vômitos. O exame foi imediatamente interrompido.

Foi encaminhada para o pronto-socorro de um hospital público, onde foi admitida com diagnóstico inicial de síndrome coronariana aguda sem supradesnivelamento do segmento ST (SCA sem supra de ST). O eletrocardiograma não evidenciou alterações isquêmicas; contudo, a curva de troponina foi positiva. A cineangiografiografia diagnóstica revelou artéria descendente anterior esquerda (DAE) tortuosa e alongada, também responsável pela irrigação da parede inferior, com imagem compatível com dissecção coronariana tipo 1 (Figura 1) no segmento médio a distal. O ecocardiograma transtorácico demonstrou fração de ejeção do ventrículo esquerdo preservada (47%), com hipocinesia no segmento basal da parede inferior e na região apical. Recebeu alta hospitalar mantendo as medicações previamente prescritas, com a adição de clopidogrel a 75 mg/dia e nitrato de isossorbida sublingual a 5 mg, conforme necessidade para alívio da dor torácica. Foi encaminhada para seguimento ambulatorial em nosso serviço público terciário de cardiologia.

Palavras-chave

Dissecção de Vasos Sanguíneos; Doença das Coronárias; Ecocardiografia sob Estresse; Relatos de Casos

Correspondência: Thiago Artioli •

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. Av. Dr. Dante Pazzanese, 500.

CEP: 04012-909. Vila Mariana, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: thiago.artioli48@gmail.com

Artigo recebido em 05/05/2025; revisado em 05/05/2025;

aceito em 05/05/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250034>

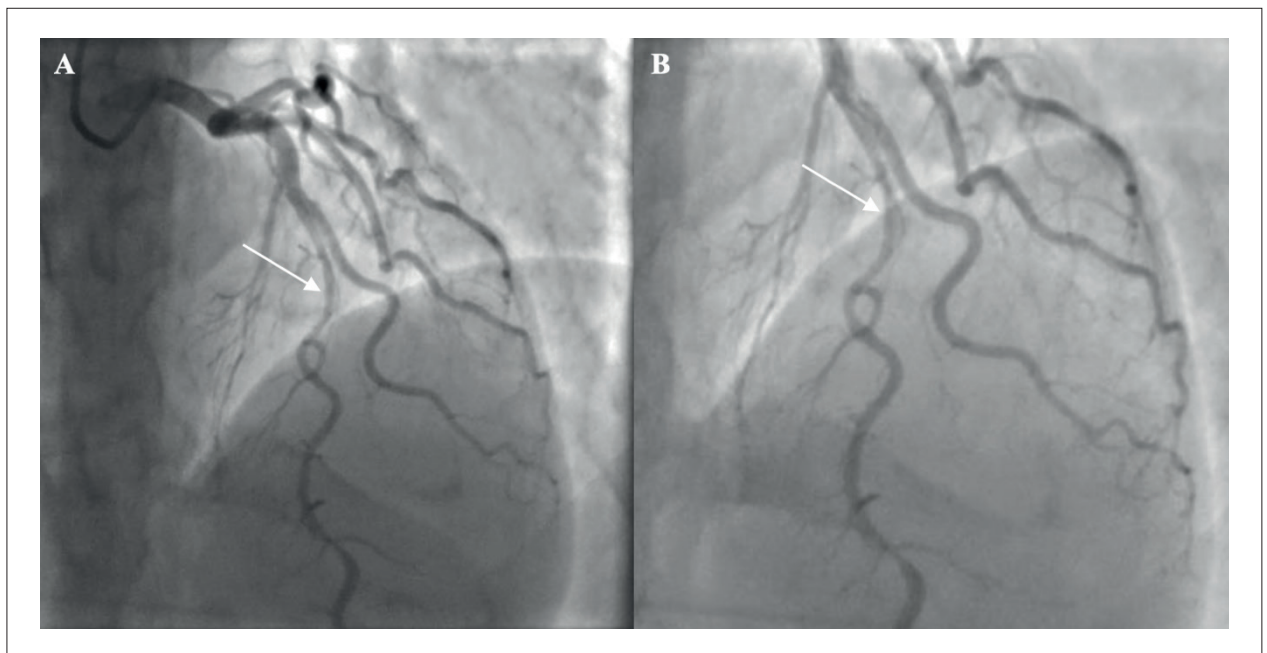


Figura 1 – Dissecção da artéria descendente anterior esquerda visualizada em projeção oblíqua anterior direita com incidência cranial durante cineangiocoronariografia (A). Visão ampliada da dissecção (B).

Exame físico e achados clínicos no centro terciário de cardiologia

A paciente foi avaliada pela primeira vez em nosso centro terciário de cardiologia em 10 de maio de 2024. Relatava angina persistente, classificada como classe II pela *Canadian Cardiovascular Society* (CCS), com características distintas da dor atípica inicial apresentada em janeiro de 2024, mas semelhantes à dor experimentada durante o episódio de SCA. O exame físico não revelou alterações, e tanto o eletrocardiograma quanto a radiografia de tórax realizados em nosso serviço estavam dentro dos limites da normalidade.

Após a avaliação clínica, foi solicitada cintilografia de perfusão miocárdica em repouso e sob estresse farmacológico com sestamibi e dipiridamol, além de angiotomografia coronariana (TC) para monitoramento da anatomia coronariana e avaliação do plano de dissecção. Optou-se por manter o tratamento clínico, sem indicação, naquele momento, para intervenção percutânea. A terapia antianginosa foi otimizada com aumento da dose de metoprolol para 100 mg/dia.

Seguimento e desfechos

A paciente retornou para seguimento em 15 de julho de 2024. Clinicamente, continuava apresentando episódios de desconforto torácico inespecífico, associado a dor torácica atípica, descrita como sensação de queimação com duração de horas, irradiando para o membro superior esquerdo e agravada ao se deitar sobre o lado esquerdo.

Os exames laboratoriais mostraram hemograma, função renal e hepática dentro dos parâmetros normais, sem alterações eletrolíticas, análise de urina sem cristais e sorologias negativas para HIV, sífilis e hepatites B e C. O nível de colesterol LDL foi de 62 mg/dl e o NT-proBNP de 53 pg/ml.

A cintilografia de perfusão miocárdica não evidenciou sinais de isquemia miocárdica. A angiotomografia coronariana demonstrou escore de cálcio zero (método de Agatston), sem estenoses luminais coronarianas e sem sinais residuais de dissecção (Figura 2).

Etiologia e seguimento futuro

Após a consulta de julho de 2024, a paciente manteve acompanhamento regular em nosso serviço. Não apresentou novos episódios de dor torácica com características sugestivas de angina. Foi realizada investigação complementar da etiologia da dissecção coronariana, incluindo avaliações para síndrome de Marfan, vasculites e doenças do colágeno. Todos os exames clínicos e laboratoriais resultaram negativos.

Discussão

A DEAC é responsável por 0,1% a 4% dos casos de SCA, sendo mais frequentemente observada em mulheres, especialmente em jovens.³ A fisiopatologia da DEAC não aterosclerótica ainda não é completamente compreendida; os mecanismos propostos incluem ruptura da túnica íntima, sangramento dos *vasa vasorum*, inflamação arterial e tortuosidade vascular. Aproximadamente 20% dos casos são classificados como idiopáticos. Outras etiologias relatadas incluem gestação, uso de contraceptivos orais, predisposição genética e associação com determinadas condições, como enxaqueca, doenças do tecido conjuntivo, entre outras.^{4,5}

A DEAC deve ser considerada em qualquer paciente jovem que apresente SCA ou parada cardiorrespiratória, especialmente em mulheres sem fatores de risco tradicionais para doença arterial coronariana.⁶ Estresse emocional, esforço

Relato de Caso

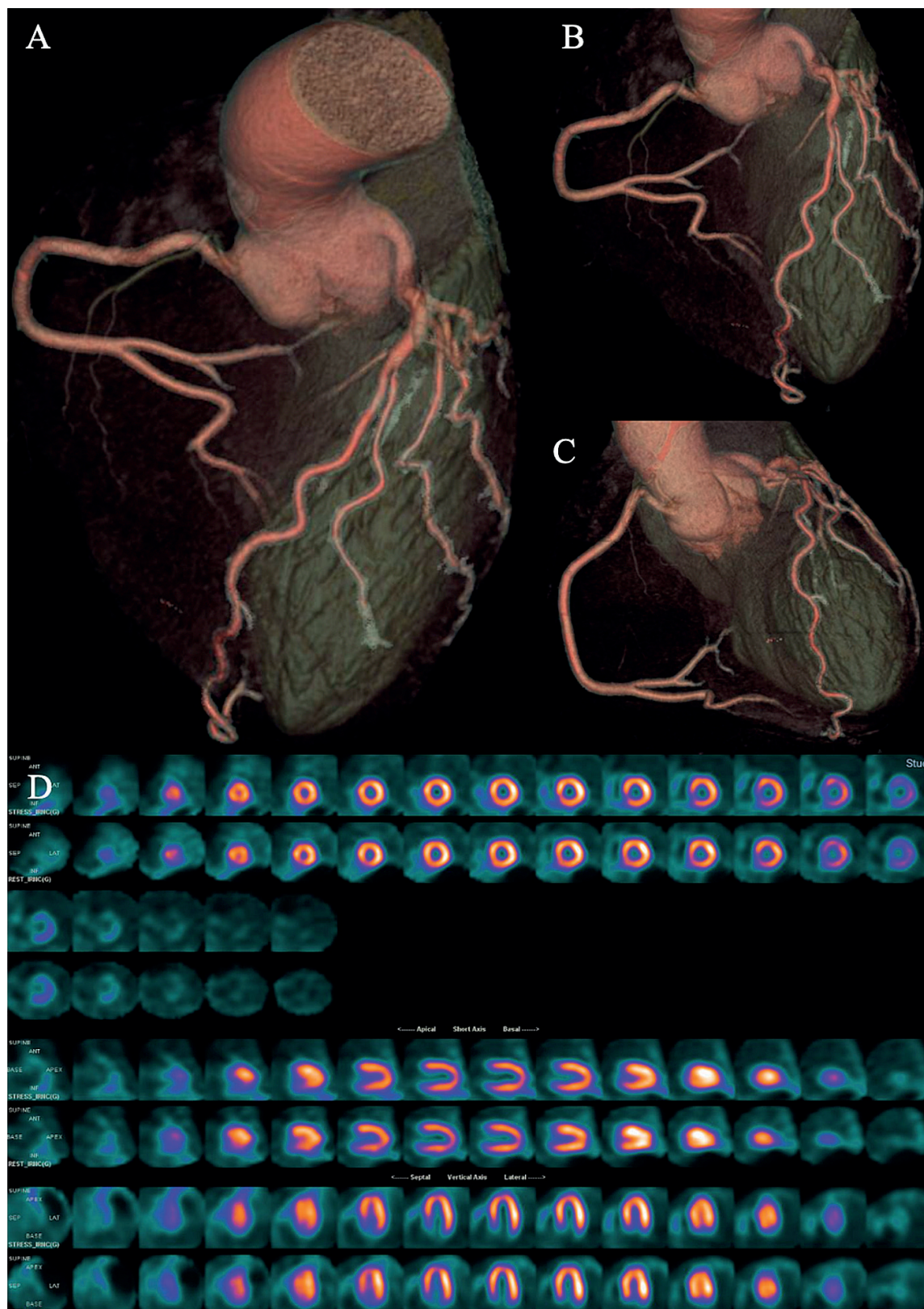


Figura 2 – Angiotomografia coronariana e cintilografia de perfusão miocárdica durante o seguimento.

físico e influências hormonais são reconhecidos como possíveis fatores desencadeantes da DEAC. A abordagem diagnóstica deve incluir eletrocardiograma, marcadores cardíacos e cineangiografografia. O ecocardiograma é útil para avaliação da função ventricular, prognóstico e diagnóstico diferencial com outras condições, como a síndrome de Takotsubo. A DEAC é classificada em três tipos angiográficos: tipo 1, caracterizado pela impregnação da parede arterial pelo contraste, com múltiplos lúmens radiotransparentes; tipo 2, apresentando estenose difusa de gravidade variável, desde estreitamento leve até oclusão completa; e tipo 3, que mimetiza a aterosclerose, apresentando estenose focal ou tubular. A imagem intracoronária, a angiotomografia coronariana ou a ressonância magnética cardíaca podem auxiliar no diagnóstico, especialmente em casos ambíguos.^{7,8}

A revascularização em pacientes com DEAC continua sendo um desafio e está associada a maiores taxas de insucesso do procedimento e complicações. Portanto, o manejo conservador é geralmente recomendado como tratamento de primeira linha, salvo em casos de isquemia persistente, instabilidade hemodinâmica ou envolvimento do tronco da coronária esquerda.⁹ A cicatrização angiográfica das lesões de DEAC tem sido frequentemente observada após o manejo conservador. Em relação ao tratamento a longo prazo, atualmente não há estudos que comparem diretamente diferentes estratégias terapêuticas. Assim, o tratamento costuma ser extrapolado das diretrizes de SCA, incluindo tipicamente o uso de aspirina, betabloqueadores, estatinas e agentes antianginosos. Considera-se razoável a interrupção da terapia antiplaquetária dupla após confirmação da cicatrização da dissecção, a qual se espera ocorrer entre 4 e 6 semanas após o evento.^{7,8}

Até o momento, apenas um relato de caso descrevendo dissecção de artéria coronária após ecocardiografia sob estresse foi identificado nas principais bases de dados médicas. Nesse caso, um paciente do sexo masculino, de meia-idade, apresentou elevação significativa do segmento ST, seguida por ritmo idioventricular acelerado. De forma semelhante ao nosso caso, o paciente foi tratado de maneira conservadora, com restauração completa da perviedade do vaso.¹ Uma limitação do nosso relato é a impossibilidade de determinar de forma definitiva se a dissecção ocorreu durante a ecocardiografia sob estresse com dobutamina ou se o exame apenas agravou uma DEAC pré-existente, uma vez que não dispomos de imagens prévias da anatomia coronariana da paciente. Entretanto,

a diferença notável entre os sintomas apresentados antes, durante e após o exame sugere a possibilidade de que o teste tenha atuado como fator desencadeante da dissecção.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e redação do manuscrito: Artioli T, Santos BQM, Monteiro DC, Batista LB, Lorenzoni MZ, Jen HG, Vital KM, Vilalva KH; obtenção de dados: Artioli T, Santos BQM, Monteiro DC, Batista LB, Lorenzoni MZ; análise e interpretação dos dados: Artioli T, Santos BQM, Monteiro DC, Batista LB; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Artioli T, Lorenzoni MZ, Jen HG, Vital KM, Vilalva KH.

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 de Cardiologia sob o número de protocolo 89472225.7.0000.5462. 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.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Karabinos I, Papadopoulos A, Koulouris S, Kranidis A, Korovesis S, Katritsis D. Spontaneous Coronary Artery Dissection during a Dobutamine Stress Echocardiography. *Echocardiography*. 2006;23(3):232-4. doi: 10.1111/j.1540-8175.2006.00141.x.
2. Riley DS, Barber MS, Kienle GS, Aronson JK, von Schoen-Angerer T, Tugwell P, et al. CARE Guidelines for Case Reports: Explanation and Elaboration Document. *J Clin Epidemiol*. 2017;89:218-35. doi: 10.1016/j.jclinepi.2017.04.026.
3. Saw J, Starovoytov A, Aymong E, Inohara T, Alfidhel M, McAlister C, et al. Canadian Spontaneous Coronary Artery Dissection Cohort Study: 3-Year Outcomes. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(17):1585-97. doi: 10.1016/j.jacc.2022.08.759.
4. Djokovic A, Krljanac G, Matic P, Zivic R, Djulejic V, Haljilji MM, et al. Pathophysiology of Spontaneous Coronary Artery Dissection: Hematoma, Not Thrombus. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1260478. doi: 10.3389/fcvm.2023.1260478.
5. Stanojevic D, Apostolovic S, Kostic T, Mitov V, Kutlesic-Kurtovic D, Kovacevic M, et al. A Review of the Risk and Precipitating Factors for Spontaneous Coronary Artery Dissection. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1273301. doi: 10.3389/fcvm.2023.1273301.

Relato de Caso

6. Offen S, Yang C, Saw J. Spontaneous Coronary Artery Dissection (SCAD): A Contemporary Review. Clin Cardiol. 2024;47(6):e24236. doi: 10.1002/clc.24236.
7. Hayes SN, Kim ESH, Saw J, Adlam D, Arslanian-Engoren C, Economy KE, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Current State of the Science: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation. 2018;137(19):523-57. doi: 10.1161/CIR.0000000000000564.
8. Hayes SN, Tweet MS, Adlam D, Kim ESH, Gulati R, Price JE, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2020;76(8):961-84. doi: 10.1016/j.jacc.2020.05.084.
9. Tweet MS, Eleid MF, Best PJ, Lennon RJ, Lerman A, Rihal CS, et al. Spontaneous Coronary Artery Dissection: Revascularization versus Conservative Therapy. Circ Cardiovasc Interv. 2014;7(6):777-86. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001659.



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

Múltiplos Aneurismas Coronarianos Idiopáticos

Idiopathic Multiple Coronary Artery Aneurysms

Alberto Vera,¹ Virginia Álvarez¹

Navarre Hospital Complex,¹ Pamplona, Navarra – Espanha

Apresentação de caso

Um paciente de 54 anos, sem histórico médico prévio, foi avaliado na clínica de cardiologia por dor torácica com características atípicas. Devido a uma probabilidade pré-teste de cardiopatia isquêmica de 20%, foi realizada tomografia computadorizada de coronárias, que evidenciou um aneurisma coronário (10 × 11 mm) desde a origem da artéria coronária direita (ACD) até o segmento médio (Figura 1A, seta branca; Figura 2C). No segmento médio da ACD, havia trombose circunferencial parcial com estenose luminal de 50% (Figura 1B e C; Figura 2C, asteriscos brancos). O restante da ACD não apresentou obstrução da artéria coronária. Também foi observado um aneurisma de 9 × 9 mm no tronco da artéria coronária esquerda, estendendo-se até a bifurcação e porção proximal da artéria coronária descendente anterior, sem lesões significativas (Figura 1A e D, setas brancas; Figura 2A). Foi observado também um aneurisma de 5 × 6 mm na artéria circunflexa esquerda proximal, sem lesões coronárias significativas (Figura 1A, seta branca; Figura 2B). Foi realizada ressonância magnética cardíaca sob estresse com regadenoson, que foi negativa para isquemia induzida. Sorologias e autoanticorpos, também solicitados, foram negativos. Optou-se por iniciar tratamento clínico com ácido acetilsalicílico e atorvastatina. Durante o acompanhamento de 6 meses, o paciente não apresentou desfechos coronários e permaneceu assintomático.

Um aneurisma coronariano é tipicamente definido como uma dilatação focal de uma artéria coronária que excede 1,5 vez o diâmetro de um segmento normal adjacente, enquanto a ectasia coronária se refere a uma dilatação difusa envolvendo pelo menos 50% do comprimento da artéria. Aneurismas coronarianos gigantes, embora raros, são classificados como aqueles com mais de 20 mm de diâmetro. Essa distinção é clinicamente significativa, visto que a ectasia representa um envolvimento mais extenso e generalizado da artéria, enquanto os aneurismas são focais e podem acarretar prognóstico e abordagem de tratamento diferentes.

Considerando as definições fornecidas acima, classificamos nosso caso como múltiplos aneurismas

coronarianos porque as dilatações observadas eram focais e não difusas, o que as diferenciava da ectasia coronariana. Comparamos explicitamente nosso caso com a classificação de ectasia coronariana proposta por Kawsara et al.¹ Em particular, a ectasia coronariana tipo I, que afeta múltiplas artérias e pode apresentar dilatações focais sobrepostas, pode ter um fenótipo radiológico semelhante. No entanto, em nosso caso, os achados de imagem demonstraram aneurismas bem delimitados em vez de um envolvimento arterial extenso. Essa distinção corrobora nossa classificação das lesões como aneurismas em vez de ectasia. Os aneurismas coronarianos são achados incomuns, porém clinicamente significativos, frequentemente associados à aterosclerose, doença de Kawsara ou outras condições inflamatórias. Seu manejo é complexo e depende de fatores como tamanho do aneurisma, localização e presença de complicações como trombose ou ruptura.¹ O tratamento dos aneurismas coronarianos pode variar de manejo médico conservador a intervenções invasivas. A terapia medicamentosa geralmente inclui agentes antiplaquetários, anticoagulação e estatinas para reduzir o risco trombótico e controlar a aterosclerose subjacente. Para pacientes com aneurismas grandes ou sintomáticos ou aqueles com alto risco de ruptura, podem ser necessárias intervenções cirúrgicas ou percutâneas. Essas abordagens incluem ressecção do aneurisma, cirurgia de revascularização do miocárdio ou colocação de stent.¹

Casos de múltiplos aneurismas coronarianos foram relatados na literatura, incluindo aqueles que afetaram mais de uma artéria coronária.² No entanto, nosso caso apresenta algumas características particulares que o tornam único. Os aneurismas foram descobertos incidentalmente durante a avaliação de dor torácica atípica, em vez de serem diagnosticados devido a complicações agudas ou apresentação sintomática. Ademais, houve envolvimento das três principais artérias coronárias, o que continua sendo um achado raro. Outro aspecto distintivo do nosso caso é que o paciente foi tratado com êxito por meio de uma abordagem médica conservadora, sem necessidade de tratamento intervencionista ou cirúrgico. Esses aspectos destacam a importância de considerar o tratamento conservador em pacientes estáveis com múltiplos aneurismas coronarianos, enfatizando a necessidade de uma tomada de decisão individualizada nessas apresentações raras.

Em conclusão, a novidade do nosso caso reside em ser o primeiro relato de aneurismas coronarianos idiopáticos presentes nas três principais artérias coronárias, com a presença de trombose circunferencial assintomática parcial de 50% do aneurisma da ACD, tratado com êxito por meio de terapia medicamentosa.

Palavras-chave

Aneurisma Coronário; Relatos de Casos

Correspondência: Alberto Vera •

Navarre Hospital Complex. Irúnlarrea, 3. CEP: 31008. Pamplona – Espanha

E-mail: verasainz1604@gmail.com

Artigo recebido em 24/10/2024; revisado em 27/03/2025;

aceito em 24/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Dantas

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240106>

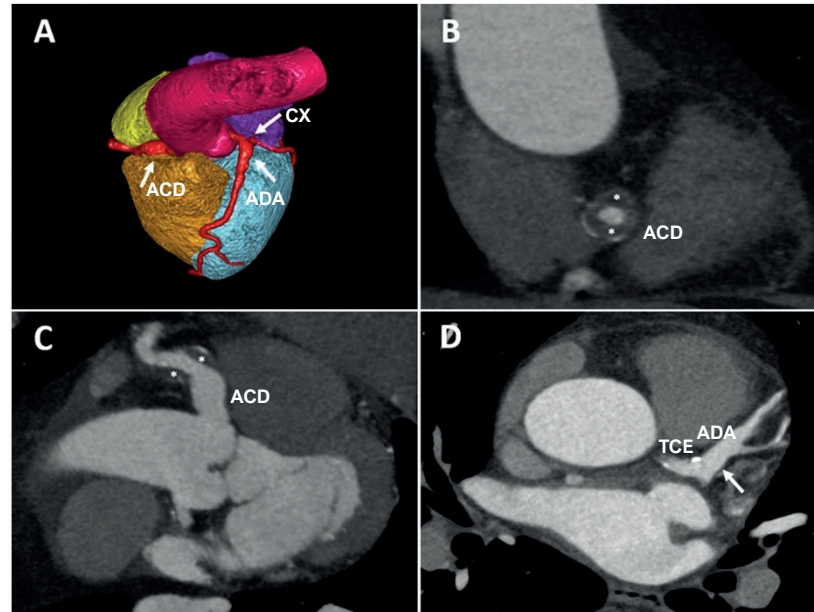


Figura 1 – (A) Renderização volumétrica tridimensional. (B) Segmento médio da ACD. Trombose circunferencial parcial com estenose luminal de 50%. (C) Segmento médio da ACD. Trombose parcial com estenose luminal de 50%. (D) Aneurisma da ADA. ACD: artéria coronária direita; ADA: artéria descendente anterior esquerda; CX: artéria circunflexa esquerda; TCE: tronco da artéria coronária esquerda.

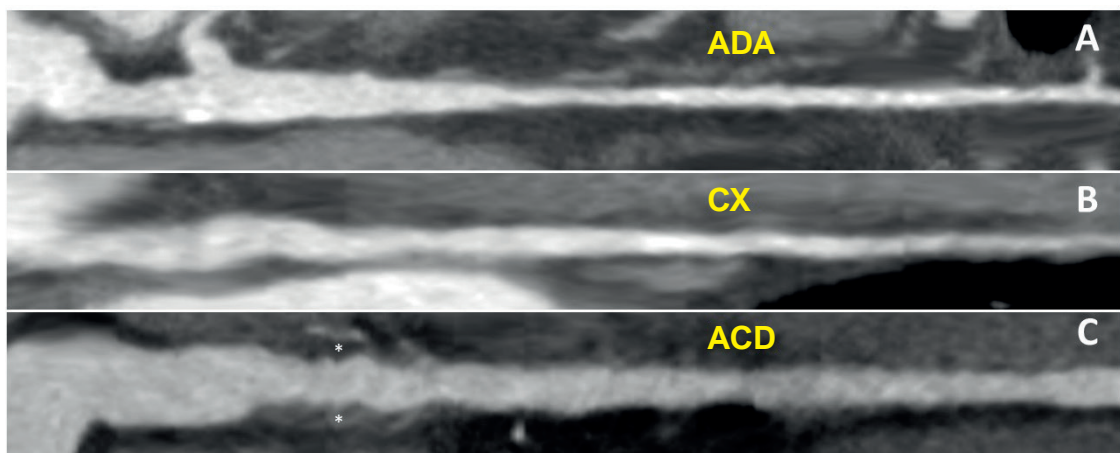


Figura 2 – Reconstrução multiplanar. (A) ADA. (B) CX. (C) ACD. ACD: artéria coronária direita; ADA: artéria descendente anterior esquerda; CX: artéria circunflexa esquerda.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Vera A, Álvarez V.

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

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente, Alberto Vera.

Referências

1. Kawsara A, Núñez Gil IJ, Alqahtani F, Moreland J, Rihal CS, Alkhouli M. Management of Coronary Artery Aneurysms. JACC Cardiovasc Interv. 2018;11(13):1211-23. doi: 10.1016/j.jcin.2018.02.041.
2. Khouzam MS, Khouzam N. Giant Coronary Artery Aneurysms Involving More than One Coronary Artery: Case Report. J Cardiothorac Surg. 2021;16(1):177. doi: 10.1186/s13019-021-01560-5.



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