



ABC
Imagem
Cardiovascular

Volume

36

Número

4

**Outubro/Novembro/
Dezembro 2023**

Sociedade Brasileira de Cardiologia
ISSN-2675-312X

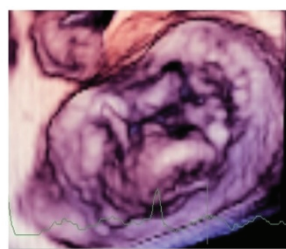


Figura 3 do artigo: Utilização da Impressão Tridimensional nas Plastias Cirúrgicas da Valva Mitral

Editor-chefe

Daniela do Carmo
Rassi Frota

Editores associados

Alexandre Costa
Karen Saori
Laura Mercer-Rosa
Leonardo Sara
Rhanderson Miller
Marco S. Lofrano
Rafael Lopes
Simone Nascimento
Tiago Senra
Viviane Tiemi Hotta
Cristiane Singulane

A Representatividade Feminina em Publicações Científicas

Uso Direcionado da Ecocardiografia Como Ferramenta de Auxílio no Ensino da Anatomia e da Fisiologia Cardíacas para Estudantes de Medicina

Uso da Inteligência Artificial para Avaliação da Função Cardíaca pela Ecocardiografia: Revisão Sistemática do Estado da Arte

Angiotomografia Coronariana em Assintomáticos: Já Temos Evidências para Sua Utilização?

Emprego do Ecocardiograma Tridimensional na Análise de Função Ventricular na Doença de Chagas

Explorando Complexidades no Diagnóstico Diferencial: Corda Tendínea Rota na Valva Aórtica

Origem Anômala da Artéria Coronária do Seio Coronário Inapropriado



ABC
Imagem
Cardiovascular

Sumário – Contents



Clique no título para ler o artigo

Mensagem da Editora – *Editor's Message*

Agradecimentos da Editora-chefe

Editor-in-Chief's Acknowledgments

Daniela do Carmo Rassi Frota

Mensagem do DIC – *DIC's message*

Agradecimentos aos Sócios e Parceiros do DIC

Our Acknowledgment to DIC's Members and Partners

André Almeida

Editorial – *Editorial*

A Representatividade Feminina em Publicações Científicas

Women Representation in Scientific Publications

Daniela do Carmo Rassi Frota, Viviane Tiemi Hotta

Avaliação da Fibrose Miocárdica pela Análise da Deformação Miocárdica à Ecocardiografia

Assessment of Myocardial Fibrosis by Myocardial Deformation Analysis via Echocardiography

Luiz Mário Baptista Martinelli, Fábio Fernandes, Juliano Novaes Cardoso, Viviane Tiemi Hotta

Artigo Original – *Original Article*

Uso Direcionado da Ecocardiografia Como Ferramenta de Auxílio no Ensino da Anatomia e da Fisiologia Cardíacas para Estudantes de Medicina

Use of Echocardiography as a Supplementary Tool in Teaching Cardiac Anatomy and Physiology to Medical Students

Caroline de Oliveira Fischer Bacca, Sílvia R. Froes Toniazzi, Franciani Rodrigues da Rocha, Luiz Fernando

Matias, Thais Naiara Mees, Ana Luiza Nardelli Kuhl, Nicolas Ramos, Marcelo Vier Gambetta

Uso da Inteligência Artificial para Avaliação da Função Cardíaca pela Ecocardiografia: Revisão Sistemática do Estado da Arte

Use of Artificial Intelligence to Assess Cardiac Function by Echocardiography: Systematic Review of the State of the Art

Henrique Alexander Ferreira Neves, Bruna Sadae Yuasa, Thamires Hadassa Leite Pereira Costa, Isabela Ertes Santos, Yannirê Milagros Roman Benavides, Marco Stephan Lofrano-Alves

Aspectos Clínicos e Ecocardiográficos da Incompatibilidade Paciente-Prótese em Pacientes com Próteses Valvares em Posição Aórtica

Clinical and Echocardiographic Aspects of Patient-Prosthesis Mismatch in Patients With Prosthetic Aortic Valves

Irving Gabriel Araújo Bispo, Daniela Fernanda Alli Hemerly, Alberto Takeshi Kyiose, Claudio Henrique Fischer, Valdir Ambrosio Moises

Artigo de Revisão – Review Article

Angiotomografia Coronariana em Assintomáticos: Já Temos Evidências para Sua Utilização?

Coronary CT Angiography in Asymptomatic Patients: Is There Evidence For Using It?

Ilan Gottlieb

Emprego do Ecocardiograma Tridimensional na Análise de Função Ventricular na Doença de Chagas

Use of Three-Dimensional Echocardiography in the Analysis of Ventricular Function in Chagas Disease

Antonio Carlos Leite de Barros-Filho, Minna Moreira Dias Romano

O Que É Importante na Avaliação Ecocardiográfica do Paciente Com Sarcoidose Cardíaca?

What Is Important in the Echocardiographic Evaluation of Patients With Cardiac Sarcoidosis?

Nathalia Conci Santorio, Pandreli Testa Santorio, Fabio Fernandes, Viviane Tiemi Hotta

Utilização da Impressão Tridimensional nas Plastias Cirúrgicas da Valva Mitral

Using Three-Dimensional Printing in Surgical Mitral Valve Repairs

Rodrigo Bahiense Visconti, Luciano Herman Juçaba Belem, Antonio Carlos Dos Santos Nogueira, Maria Claudia Lembo Cornélio, Luis Henrique Weitzel

Impressão de Protótipos Tridimensionais em Cardiopatias Congênitas

Three-Dimensional Model Printing in Congenital Heart Disease

Milton Benevides Freitas, Jose Luiz Figueiredo, Francisco Candido Cajueiro, Rafaela Melo Lima, Marcio Handerson Freitas, Cristiane Maria Teixeira

Papel da Elastografia por Ondas de Cisalhamento na Avaliação da Rigidez Miocárdica nas Diversas Miocardiopatias

Role of Shear Wave Elastography in the Assessment of Myocardial Stiffness in Various Cardiomyopathies

Fabio Fernandes, Nathalia Conci Santorio, Natália de Melo Pereira, Caio Rebouças Fonseca Cafezeiro, Aristóteles Comte de Alencar Neto, Bruno Vaz Kerges Bueno, Fernando Linhares Pereira, Maria Cristina Chammas

Relato de Caso – Case Report

Explorando Complexidades no Diagnóstico Diferencial: Corda Tendínea Rota na Valva Aórtica

Exploring Complexities in Differential Diagnosis: Torn Chord Tendineae in the Aortic Valve

Alexandre Costa, Endy de Santana Alves, Priscila Pinheiro, Leonardo Flausino, Marcus Vinicius Freire, Rodrigo Vieira Morel

Síndrome de Takotsubo Após Reparo Percutâneo da Valva Mitral com Mitraclip®: Relato de Caso

Takotsubo Syndrome After Percutaneous Mitral Valve Repair With Mitraclip®: A Case Report

Anna Luiza Souza, Maurício Lopes Prudente, Débora Rodrigues, Ana Cecília Campos Nogueira, Giuliano Gardenghi

A Importância da Multimodalidade de Imagem no Diagnóstico de um Raro Caso de Fibroelastoma Papilar no Ápice do Ventrículo Esquerdo

The Importance of Imaging Multimodality in the Diagnosis of a Rare Case of Papillary Fibroelastoma in the Left Ventricular Apex

Marcio Mendes Pereira, Vinícius José da Silva Nina, José Xavier de Melo Filho, Rodrigo de Jesus Louzeiro Melo, Marco Túlio Hercos Juliano, Luma Sayonara Martins Pereira

Cisto Pericárdico Assintomático: Um Relato de Caso e Revisão Breve do Seu Manuseio

Asymptomatic Pericardial Cyst: A Case Report and Brief Review of its Management

Matheus Rodrigues Barbosa, Henrique Turin Moreira, Gustavo Jardim Volpe, Danilo Tadao Wada, Minna Moreira Dias Romano, Andre Schmidt

Origem Anômala da Artéria Coronária do Seio Coronário Inapropriado

Anomalous Origin of the Coronary Artery from an Inappropriate Coronary Sinus

Mário Cruz Couto, Fernando Augusto Pacífico, Dolly Brandão Lages, Michelle Alves de Farias, Liliam de Souza Santos, Eduardo Lins Paixão

Estenose Subaórtica Associada a Persistência do Canal Arterial em uma Jovem da Região Andina

Subaortic Stenosis in Association with Patent Ductus Arteriosus in a Young Woman from the Andes Region

Robert Hernan Sandoval, Angela Cachicatari-Beltran, Roberto Baltodano-Arellano, Gerald Levano-Pachas

Comunicação Breve – Brief Communication

Alerta e Orientações do DIC Sobre a Realização de Ecocardiograma Transesofágico em Pacientes que Utilizam Análogos de GLP-1

Warning and Recommendations from the Department of Cardiovascular Imaging Regarding Transesophageal Echocardiography in Patients Using GLP-1 Analogs

Alex dos Santos Felix, Andre Luiz Cerqueira Almeida, Marcelo Dantas Tavares de Melo, Silvio Henrique Barberato



ABC
Imagem
Cardiovascular

Departamento de Imagem Cardiovascular

Diretor Presidente

André Luiz Cerqueira de Almeida - BA

Diretor Vice-Presidente

Ecocardiografia

Alex dos Santos Félix - RJ

Diretor Vice-Presidente Cardiologia Nuclear

Simone Cristina Soares Brandão - PE

Diretor Vice-Presidente Ecografia Vascular

José Aldo Ribeiro Teodoro - SP

Diretor Vice-Presidente de Ressonância Magnética

Otávio Rizzi Coelho Filho - SP

Diretor Vice-Presidente de Tomografia Computorizada

Márcio Sommer Bittencourt - SP

Diretor Vice-Presidente de Cardiopatia Congênita E Cardiologia Pediátrica

Adriana Mello Rodrigues dos Santos - MG

Diretor Administrativo

Silvio Henrique Barberato - PR

Diretor Financeiro

Mohamed Hassan Saleh - SP

Diretora da Revista

Daniela do Carmo Rassi Frota - GO

Conselho Deliberativo

Presidente

Fábio Villaça Guimarães Filho - SP

Membros

Afonso Akio Shiozaki - PR

Bruna Morhy Borges Leal Assunção - SP

David Costa de Souza Le Bihan - SP

Jorge Andion Torreão - BA

José Luiz Barros Pena - MG

José Olimpio Dias Júnior - MG

Rafael Willain Lopes - SP

Comissão Científica

Coordenador

Alex dos Santos Félix - RJ

Membros

Simone Cristina Soares Brandão - PE

José Aldo Ribeiro Teodoro - SP

Otávio Rizzi Coelho Filho - SP

Márcio Sommer Bittencourt - SP

Comissão de Habilitação

Coordenador

Andrea de Andrade Vilela - SP

Antonio Tito Paladino Filho - SP

Membros Eco Adulto

Antônio Amador Calvilho Júnior - SP

Candice Machado Porto - BA

Eliza de Almeida Gripp - RJ

João Carlos Moron Saes Braga - SP

Rafael Modesto Fernandes - BA

Sandra Nívea dos Reis Saraiva

Falcão - CE

Membros eco congênita

Carlos Henrique de Marchi - SP

Daniela Lago Kreuzig - SP

Halsted Alarcão Gomes Pereira da Silva - SP

Márcio Miranda Brito - TO

Seniores

Fábio Villaça Guimarães Filho - SP

Maria Estefânia Bosco Otto - DF

Solange Bernades Tatani - SP

Comissão de comunicação, informação e internet

Coordenador

José Roberto Matos Souza - SP

Membros

Fabio Roston

Issam Shehadeh

Comissão de relações institucionais, honorários e defesa dos profissionais

Coordenador

Marcelo Haertel Miglioranza - RS

Membros

Wagner Pires de Oliveira Júnior - DF

Comissão de ensino e acreditação

Coordenador

Edgar Bezerra de Lira Filho - SP

Comissão de inter-societária

Coordenador

Marcelo Luiz Campos Vieira - SP

Comissão DIC jovem

Coordenador

Eliza de Almeida Gripp - RJ

Comissão de posicionamentos e diretrizes

Coordenador

Marcelo Dantas Tavares de Melo - PB

Consultor

José Luiz Barros Pena - MG

Representantes sociedades

ASE

José Luiz Barros Pena - MG

EACVI

Alex dos Santos Félix - RJ

SISIAC

Ana Cristina de Almeida Camarozano - PR

Conselho de ex-presidentes

Jorge Eduardo Assef - SP

Arnaldo Rabischoffsky - RJ

Samira Saady Morhy - SP

Marcelo Luiz Campos Vieira - SP

Carlos Eduardo Rochitte - SP

Conselho Administrativo - Mandato 2023 (Sociedade Brasileira de Cardiologia)

Região Norte/Nordeste

Nivaldo Menezes Filgueiras Filho (BA)
Sérgio Tavares Montenegro (PE)

Região Leste

Denilson Campos de Albuquerque (RJ)
Andréa Araujo Brandão (RJ) – Presidente do Conselho Administrativo

Região Paulista

Celso Amodeo (SP)
João Fernando Monteiro Ferreira (SP)

Região Central

Carlos Eduardo de Souza Miranda (MG) – Vice-presidente do Conselho Administrativo
Weimar Kunz Sebba Barroso de Souza (GO)

Região Sul

Paulo Ricardo Avancini Caramori (RS)
Gerson Luiz Bredt Júnior (PR)

Comitê Científico (Sociedade Brasileira de Cardiologia)

Denilson Campos de Albuquerque (RJ)
Ibraim Masciarelli Francisco Pinto (SP)
Weimar Kunz Sebba Barroso de Souza (GO)

Conselho Editorial Nacional

Adelino Parro Junior
Adenivalva Lima de Souza Beck
Adriana Pereira Glavam
Afonso Akio Shiozaki
Afonso Yoshikiro 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
Ilán Gottlieb
Iran de Castro
Isabel Cristina Brito 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 Castillo
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
Sílvio 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 36, Nº 4, Outubro/Novembro/Dezembro 2023

Indexação: Lilacs (Latin American and Caribbean Health Sciences Literature) 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/>

Agradecimentos da Editora-chefe

Daniela do Carmo Rassi Frota 

Editora-chefe (2022-2023)

Queridos Colegas,

Chegamos ao final da gestão 2022-2023 com grande alegria e a sensação de dever cumprido em relação à nossa revista ABC Imagem Cardiovascular. Nesses dois anos, houve um empenho significativo por parte da diretoria do Departamento de Imagem Cardiovascular (DIC) para manter nossa revista em constante crescimento e progredir nas indexações. Isso exigiu comprometimento por parte de todos os editores associados, revisores e, principalmente, dos autores, que enviaram artigos fantásticos em todas as modalidades.

Destacamos o aumento no número de artigos publicados anualmente, mantendo a internacionalização da nossa revista. Um avanço notável no último ano foi a adoção do sistema de submissão e revisão ScholarOne, da Clarivate. Esta ferramenta foi essencial para aprimorar nosso processo de submissão e facilitar a integração entre as revistas da família ABC da Sociedade Brasileira de Cardiologia.

No que diz respeito às indexações, conquistamos em agosto de 2022 a inclusão no DOAJ (*Directory of Open Access Journals*). A revista foi submetida em setembro de 2023 ao SciELO Brasil, e estamos em processo de avaliação. Todo esse crescimento é reflexo de gestões anteriores, assim como a atual, que têm um olhar especial para a parte científica do nosso departamento e priorizam a qualidade de tudo que é publicado.

Gostaria de nomear, com a data de suas respectivas gestões, os editores-chefes que me antecederam, os quais foram fundamentais para colocar a revista no patamar em que está:

- Fernando Santana Machado, abril de 1988 a abril de 1992
- Rogério Tasca, abril de 1992 a abril de 1994
- Vera Márcia Lopes Gimenez e José Carlos Ferreira da Silva Filho, maio de 1994 a abril de 1996
- Caio César Jorge Medeiros, maio de 1998 a abril de 2000
- Carlos Eduardo Suaide Silva, janeiro de 2001 a dezembro de 2002
- Cláudia Gianini Monaco, janeiro de 2003 a dezembro de 2004
- Valdir Ambrósio Moisés, janeiro de 2005 a dezembro de 2007
- Vera Márcia Lopes Gimenez, janeiro de 2008 a dezembro de 2009

- Marcelo Luiz Campos Vieira, janeiro de 2010 a dezembro de 2011
- Carlos Eduardo Suaide Silva, janeiro de 2012 a dezembro de 2013
- Ana Clara Tude Rodrigues, janeiro de 2014 a dezembro de 2015
- José Maria Del Castillo, janeiro de 2016 a dezembro de 2017
- Viviane Tiemi Hotta, janeiro de 2018 a dezembro de 2019
- Silvio Henrique Barberato, janeiro de 2020 a dezembro de 2021

Um agradecimento especial ao presidente do Departamento de Imagem Cardiovascular, André Almeida, que valorizou e contribuiu para o crescimento e projeção da revista durante toda sua gestão. Agradeço, também, a Silvio Henrique Barberato, diretor administrativo da gestão atual, pelo suporte na transição inicial e nos desafios ao longo dessa jornada. Desejo sucesso na próxima gestão como presidente do DIC.

Pessoas importantes como Marcelo Vieira e Ana Cristina Camarozano foram essenciais no projeto de internacionalização da nossa revista, contribuindo ativamente nos convites internacionais. Por fim, agradeço ao time de editores associados, com quem tive a honra e a felicidade de trabalhar. Pessoas competentes que se dedicaram muito à revista e ao DIC. Sem eles, nada disso seria possível. Agradeço nominalmente a Simone Nascimento dos Santos, Viviane Tiemi Hotta, Leonardo Sara da Silva, Karen Saori Shiraishi Sawamura, Marco Stephan Lofrano Alves, Tiago Senra Garcia dos Santos, Rafael Willian Lopes, Alexandre Costa Souza, Laura Mercer-Rosa, Rhanderson Miller Nascimento Cardoso e Cristiane Singulane.

Termino agradecendo pela oportunidade e apoio ao longo desses dois anos, nos quais tive a alegria de conviver e conhecer pessoas queridas e competentes, e especialmente pelos amigos adquiridos nessa jornada. Desejo ao próximo editor-chefe, Marcelo Dantas Tavares, sucesso e a realização de seus objetivos.

Um grande abraço a todos,

Daniela do Carmo Rassi Frota

Agradecimentos aos Sócios e Parceiros do DIC

A experiência na presidência do Departamento de Imagem Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia (DIC/SBC), gestão 2022/23, foi enriquecedora! Tenho muito a agradecer e nada do que reclamar.

Tive a oportunidade de conhecer pessoas fantásticas, visitar lugares espetaculares, participar de discussões brilhantes, dentre tantas outras coisas boas...

Nossa meta inicial na atual gestão foi criar capilaridade e proporcionar oxigenação ao nosso Departamento. Creio que conseguimos! O DIC de hoje é composto por pessoas brilhantes e experientes, mas, também, por muitos jovens cheios de energia e com bastante vigor. Eles estão distribuídos por todos os estados da Federação.

Jovens que colaboraram de forma significativa nesses últimos dois anos e que prepararam o DIC para um futuro promissor.

É necessário agradecer a muitas pessoas. Profissionais como a Dra. Andrea Vilela, que coordenou brilhantemente a nossa Comissão de Habilitação, que julgo ser a mais importante do DIC. Ela contou com a ótima colaboração de jovens extremamente capacitados, além de outros colegas experientes, que nortearam um grande trabalho.

Como não agradecer à Dra. Daniela Rassi, outra jovem estrela que, junto aos seus ótimos coeditores, estão fazendo a nossa revista andar a passos largos para um novo patamar dentro da literatura médica mundial.

Montamos uma comissão executiva, formada por mim e mais três colegas: o VP de ecocardiografia em adultos, Dr. Alex Felix, o diretor financeiro, Dr. Mohamed Saleh, e o diretor administrativo, Dr. Sílvio Barberato. Junto com a excelente Margareth Lima, secretária/gerente do DIC, nos reunimos todas as quintas-feiras nesses últimos dois anos, das 20:00 às 22:00, além de outras reuniões fora da agenda regular. Embora seja um regime presidencialista, onde a última palavra é sempre do presidente, criamos um parlamentarismo de coalizão no qual, por meio de uma decisão colegiada, buscamos traçar os melhores caminhos para o DIC. O Dr. Alex Felix é um profissional brilhante, que possui uma capacidade de trabalho e um comportamento altruísta como poucos. O Dr. Mohamed Saleh tem uma capacidade de gestão financeira invejável, além de ser um amigo "ponta firme", que está sempre pronto a ajudar. O Dr. Sílvio Barberato, com o seu equilíbrio invejável, ajudou muito e está pronto para ser um excelente presidente do nosso Departamento na gestão 2024/25.

Pouco conseguíramos fazer sem o apoio incontestável de outros médicos brilhantes, como os colegas Marcelo Vieira, Fábio Villaça, Marcelo Tavares, Edgar Lira, Simone Brandão, Adriana Mello, José Aldo Teodoro, Ana Camarozano, José Roberto Souza (Beto), Wagner Pires, Marcelo Miglioranza, Márcio Bittencourt, Otávio Rizzi Filho, Marcos Lofrano, além de vários outros... Isso sem contar aqueles que considero meus consultores: os amigos Samira Saady Morhy, José Luiz Barros Pena, Fábio Villaça e Marcelo Vieira, a quem recorri, várias vezes, nos momentos mais difíceis da gestão.

Fizemos dois congressos inesquecíveis: em 2022, em São Paulo, sob a presidência da vibrante Marly Uellendahl, tendo o Márcio Lima como presidente da comissão científica, e o congresso DIC/2023, em Brasília, com a ajuda inestimável da querida Adenvalva Beck e da presidente da comissão científica, Dra. Maria Estefânia Otto. Belos congressos, que deixaram lembranças inesquecíveis.

O DIC produziu muito nesses últimos dois anos. Foram inúmeros webinars, simpósios, podcasts, projetos (com destaque para o Memórias do DIC), investimentos em qualidade para melhorar a segurança na confecção e aplicação da prova do título de habilitação, manutenção do Clinical Key (que tem um alto custo financeiro para o DIC, todavia proporciona ótimos benefícios para os nossos sócios), nova sede física do DIC (a ser inaugurada em 09/12/2023), várias publicações (posicionamentos, livros, documentos...) mas, acima de tudo, produziu uma união genuína entre aqueles que participaram do processo.

Importante ressaltar a participação muito positiva do nosso departamento jurídico, sob a coordenação do Dr. Breno Garcia, competente advogado que nos proporcionou a segurança jurídica nos momentos mais tensos e delicados da gestão.

Creio que, devido à atuação desse grupo fantástico, deixamos o DIC/SBC em uma posição ainda melhor do que aquela que encontramos. Poderíamos ter feito mais? É possível que sim! Mas acreditem, fizemos o que de melhor nós pudemos fazer pensando, primordialmente, no crescimento do DIC e no bem estar dos nossos sócios.

Ainda há muito o que fazer... Um dos projetos mais importantes no futuro próximo do DIC será uma maior participação dos sócios dentro da diretoria da SBC. Isto será possível com a eleição de um significativo número de nossos representantes para associados delegados da SBC nas eleições vindouras. Outra estratégia importante será um maior engajamento do DIC nas entidades associativas correlatas, como a AMB e o CFM.

Tenho a certeza e convicção de que o nosso próximo presidente, o Dr. Sílvio Barberato, junto à sua diretoria, continuarão traçando o caminho para manter o DIC como o maior e entre os melhores e mais produtivos departamentos dentro da Sociedade Brasileira de Cardiologia.

Deixo aqui o meu agradecimento a Deus e a todos os parceiros e associados do DIC, que sempre estiveram conosco nesta bela jornada e nos ajudaram a concretizar um projeto que tem trazido benefícios para todos.

Feliz Natal e que Deus nos proporcione um 2024 de muita saúde e paz!

Grande abraço,

André Almeida

Presidente do DIC (Gestão 2022/23)

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230112>

A Representatividade Feminina em Publicações Científicas

Women Representation in Scientific Publications

Daniela do Carmo Rassi Frota,^{1,2} Viviane Tiemi Hotta^{3,4}

Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás,¹ Goiânia, GO – Brasil

Hospital São Francisco de Assis,² Goiânia, GO – Brasil

Instituto do Coração, HC-FMUSP,³ São Paulo, SP – Brasil

Fleury Medicina e Saúde, Grupo Fleury,⁴ São Paulo, SP – Brasil

Em 2015, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou a data de 11 de fevereiro como o Dia Internacional das Mulheres e Meninas nas Ciências. Esta data tem sido comemorada desde 2016, visando aumentar a conscientização sobre a excelência das mulheres na ciência e lembrar a comunidade internacional de que a ciência e a igualdade de gênero devem avançar lado a lado.¹

Dados da própria ONU e da UNESCO apontam que as mulheres representam menos de 30% dos pesquisadores em todo o mundo e demonstram como ainda persistem as barreiras e a baixa representatividade para mulheres e meninas, especialmente em áreas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática.¹

Até hoje, a sobrecarga de serviços domésticos e cuidados familiares deixa as mulheres em desvantagem no meio acadêmico, gerando disparidades não só no desenvolvimento de estudos e na publicação de artigos, mas também na representatividade entre pesquisadores, a qual é crucial para uma discussão mais abrangente e para a diversidade dos temas escolhidos para estudo. Crenças e fatores culturais, sociais e econômicos podem limitar as oportunidades educacionais disponíveis para as mulheres, desencorajando ainda mais sua participação em pesquisas científicas.

Apesar de algumas ações, a desigualdade de gênero ainda é predominante na ciência. Embora homens e mulheres tenham aproximadamente o mesmo número de diplomas de bacharelado e mestrado, nos escalões acadêmicos mais altos, a balança pende a favor dos cientistas do sexo masculino. Na União Europeia e nos Estados Unidos, apenas 20% e 21% dos professores titulares são mulheres, respectivamente. Esse número é ainda menor para professores de ciências naturais.²

Quanto à representatividade em ensaios clínicos, um estudo conduzido por Denby et al. demonstrou que as mulheres constituíam apenas 10,1% dos comitês de liderança de ensaios clínicos; isso é substancialmente menor do que a já baixa proporção de mulheres médicas ou pesquisadoras

na área terapêutica cardiovascular. Em 55,5% dos comitês de liderança, não havia representação feminina, e as publicações de ensaios clínicos cardiovasculares tinham mulheres em apenas 9,3% da primeira ou 10,0% da última posição de autora.³

Pesquisas anteriores sugerem que equipes de pesquisa com heterogeneidade de gênero podem produzir pesquisas de maior qualidade. Maior visibilidade das mulheres em cargos de liderança em estudos clínicos pode aumentar o recrutamento de participantes do sexo feminino e atrair mais investigadoras para a pesquisa clínica cardiovascular. Observou-se um ciclo vicioso para as mulheres na medicina acadêmica, com a exclusão de mulheres levando a mais exclusão, falta de reconhecimento e taxas lentas de promoção.³

Ao trazer essa análise e discussão para o Departamento de Imagem Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia, observamos um cenário diferente do relatado em relação ao número de mulheres como primeira ou última autora nos artigos publicados entre os anos de 2017 e 2022 no ABC Imagem Cardiovascular. As mulheres foram maioria durante esse período, exceto no ano de 2018 (Figura 1).

Em relação à posição das mulheres em cargos de editor-chefe, uma pesquisa conduzida por Pinho-Gomes et al. examinou a representação de mulheres e homens. A análise abrangeu 41 categorias médicas e utilizou dados do *Clarivate Analytics Web of Science Journal Citation Reports* de 2019. Os resultados indicam uma sub-representação significativa das mulheres, correspondendo a apenas 1 em cada 5 editores-chefes das principais revistas médicas. Algumas categorias não tinham editoras-chefes mulheres (odontologia, cirurgia oral e medicina; alergia; psiquiatria; anestesiologia; e oftalmologia), enquanto outras tinham uma presença maior de mulheres como editores-chefes (atenção primária à saúde, microbiologia e genética e hereditariedade). Em 27 das 41 categorias, as mulheres representavam menos de um terço dos editores-chefes, como, por exemplo, 1 em 10 para medicina intensiva, 2 em 10 para gastroenterologia e hepatologia e 3 em 10 para endocrinologia e metabolismo.⁴

A revista ABC Imagem Cardiovascular já possuiu 17 editores desde 1988, sendo 5 deles mulheres (Figura 2): Vera Marcia Lopes Gimenes (anos 1994-1996; 2008-2009), Cláudia Gianini Monaco (anos 2003-2004), Ana Clara Tude Rodrigues (ano 2014-2015), Viviane Tiemi Hotta (anos 2018-2019) e Daniela do Carmo Rassi Frota (anos 2022-2023). Atualmente, as mulheres representam 45% dos cargos de editores associados da revista.

O aumento da representação feminina nos conselhos editoriais, especialmente nas posições de editora-chefe, é

Palavras-chave

Mulheres; Atividades Científicas e Tecnológicas; Comunicação e Divulgação Científica.

Correspondência: Daniela do Carmo Rassi Frota •

Hospital São Francisco de Assis, Ecocardiografia. Rua 9A. CEP: 74075-250.

Goiânia, GO – Brasil

E-mail: dani.rassi@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230078>

Publicações ABC Imagem Cardiovascular

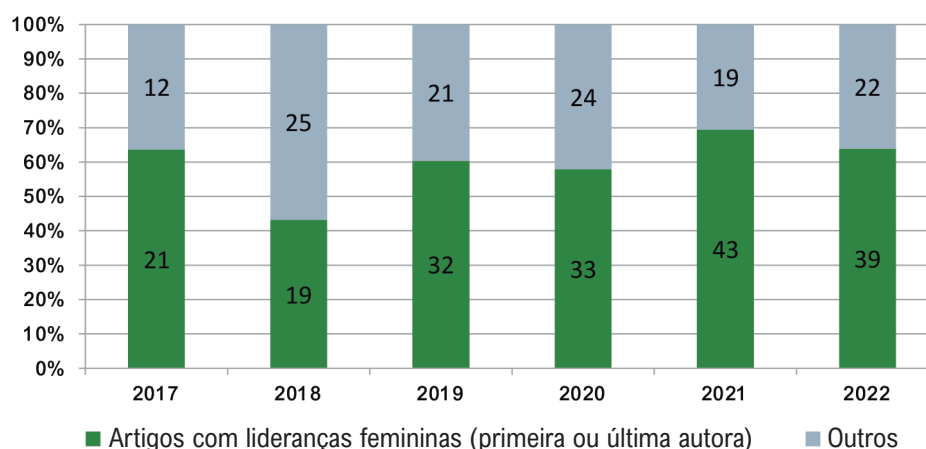


Figura 1 – Número de artigos publicados no ABC Imagem Cardiovascular tendo mulheres com primeira e/ou última autora de 2017 a 2022.



Figura 2 – Congresso do Departamento de Imagem Cardiovascular 2023 com as editoras-chefes da ABC Imagem Cardiovascular.

crucial para combater as desigualdades presentes na publicação acadêmica e no meio acadêmico em geral. A sub-representação das mulheres nesses cargos é resultado de diversos fatores. Primeiro, as mulheres tendem a recusar convites para cargos editoriais devido à expectativa de que essas posições possam interferir em compromissos familiares e/ou profissionais. Isso está relacionado com a distribuição desigual de responsabilidades, onde as mulheres frequentemente têm mais obrigações não remuneradas e maior carga ou até responsabilidade exclusiva pelo trabalho mental nos cuidados domésticos e familiares. Essa carga desigual pode limitar o tempo disponível para pesquisa e liderança. Além disso, interrupções na carreira, como licença-

maternidade, e preconceitos de gênero contribuem para dificultar a progressão profissional das mulheres.⁴

O viés inconsciente de gênero também desvaloriza o desempenho acadêmico das mulheres e perpetua estereótipos que as excluem de posições de liderança, incluindo a de editora-chefe. A falta de mentoria e modelos femininos apropriados também impacta negativamente a ascensão das mulheres na carreira acadêmica. Aumentar a presença de mulheres nos conselhos editoriais, particularmente como editoras-chefes, é essencial para abordar essas desigualdades profundamente enraizadas. A presença de uma editora-chefe

está ligada a uma maior representação feminina em conselhos editoriais e consultivos, bem como na revisão por pares. Dado que muitas vezes os editores-chefes são escolhidos a partir dos conselhos editoriais, enfrentar a sub-representação de mulheres nesses conselhos é uma prioridade para alcançar a paridade de gênero em posições de liderança.

Para alcançar a igualdade de gênero, é necessário agir cedo, mostrar às meninas como é importante ter uma profissão e dar bons exemplos de mulheres cientificamente bem-sucedidas. A falta de mentoras e modelos femininos em cardiologia tem sido repetidamente citada como um potencial desestímulo para o recrutamento e retenção de mulheres na área. A frase “Você não pode ser o que você não pode ver” tem sido frequentemente citada no contexto da cardiologia acadêmica.

Assim, apesar da representatividade crescente das mulheres na ciência e nas atividades acadêmicas, bem como da maior conscientização sobre a desigualdade de gênero nestes contextos, é primordial além das políticas públicas de incentivo a mulheres em posições de liderança, uma mudança sociocultural que valorize as conquistas e mérito das mulheres, respeitando seu papel no cerne do núcleo familiar.

Finalmente, é importante também ressaltar o valor da sororidade entre as mulheres e de parcerias ricas e prolíficas que potencializem ainda mais o papel da mulher no meio científico para que em um futuro próximo, mais meninas e mulheres conquistem a igualdade de gênero em todos os âmbitos.

Referências

1. UNESCO Institute for Statistics. Women in Science [Internet]. Montreal: UNESCO; 2018 [cited 2023 Oct 26]. Available from: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs51-women-in-science-2018-en.pdf>.
2. van Rooij E, Bishopric NH. Sex Differences in Science: Do We Have a Problem? JACC Basic Transl Sci. 2019;4(4):478-9. doi: 10.1016/j.jacbs.2019.07.007.
3. Denby K, Szpakowski N, Silverman J, Walsh MN, Nissen SE, Cho L. Representation of Women in Cardiovascular Clinical Trial Leadership Published by High-Impact Medical Journals. J Am Coll Cardiol. 2020;75(11 Suppl 1):3492.
4. Pinho-Gomes AC, Vassallo A, Thompson K, Womersley K, Norton R, Woodward M. Representation of Women Among Editors in Chief of Leading Medical Journals. JAMA Netw Open. 2021;4(9):e2123026. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.23026.



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

Avaliação da Fibrose Miocárdica pela Análise da Deformação Miocárdica à Ecocardiografia

Assessment of Myocardial Fibrosis by Myocardial Deformation Analysis via Echocardiography

Luiz Mário Baptista Martinelli,¹ Fábio Fernandes,¹ Juliano Novaes Cardoso,¹ Viviane Tiemi Hotta¹

Universidade de São Paulo, Instituto do Coração,¹ São Paulo, SP – Brasil

Resumo

A fibrose do miocárdio (FM) é uma condição patológica comum a diversas doenças do coração, sejam elas primárias ou secundárias. A FM difusa está presente em quase todas as doenças cardíacas e tem papel fundamental no desenvolvimento da insuficiência cardíaca (IC). Diversos estudos demonstraram que a presença de FM é preditor de desfechos negativos em diversas cardiopatias, o que mostra a importância deste fator na prática clínica. Assim, métodos diagnósticos de FM ainda em fases subclínicas ou já com doenças do coração instaladas se tornam ferramentas importantes para o diagnóstico precoce, estratificação de riscos diversos e/ou seguimento de evolução das patologias. Apesar de ser o exame não invasivo de maior acurácia para a pesquisa de FM, a ressonância magnética do coração (RMC) é um exame pouco disponível e de alto custo. Uma alternativa de maior disponibilidade e baixo custo para avaliação das doenças do coração e pesquisa de FM é o ecocardiograma com avaliação da deformação do miocárdio ("strain") pela técnica de *Speckle Tracking* (STE). Estudos demonstram que valores reduzidos do "strain" (global e segmentar) em diversas patologias do coração têm relação com a presença e o grau de FM avaliado pela RMC ou pela análise histológica dos tecidos. A pesquisa de FM por ecocardiograma com análise da deformação do miocárdio pela STE tem ganhado mais espaço na rotina clínica e de pesquisa por ser um exame de fácil execução e baixo custo. Os resultados encontrados por esta técnica podem ter impacto diagnóstico, terapêutico e prognósticos relevantes para a prática clínica.

A fibrose do miocárdio (FM) é uma condição patológica comum a diversas doenças crônicas do coração, sejam elas primárias ou secundárias a doenças sistêmicas com acometimento cardíaco. A FM difusa está presente em quase todas as doenças do coração e tem papel fundamental no desenvolvimento da insuficiência cardíaca (IC).¹ A FM é comumente encontrada após um insulto isquêmico, porém outras causas como patologias que levam a sobrecarga de pressão

ou volume, Diabetes Mellitus, cardiomiopatia hipertrófica, cardiomiopatia dilatada, miocárdio não compactado, displasia arritmogênica do ventrículo direito e doenças sistêmicas como sarcoidose são causas de FM.² Diversos estudos já demonstraram que a presença de FM é preditor de desfechos negativos em diversas cardiopatias e na IC, o que mostra a importância deste fator na prática clínica.¹⁻³

A FM ocorre a partir da deposição de matriz extracelular (MEC) no tecido miocárdico, levando ao excesso de colágeno em relação aos cardiomiócitos.² Em resposta a um evento agressor, há a ativação de células inflamatórias e citocinas que levam à proliferação de fibroblastos cardíacos que desempenham papel importante na produção elevada de colágeno e de outras proteínas da MEC. A expansão exagerada da MEC inicia um processo adaptativo do miocárdio que progressivamente gera distorção da arquitetura das fibras musculares, altera a fisiologia dos cardiomiócitos e leva à disfunção progressiva do músculo cardíaco com perda de complacência e/ou da contratilidade miocárdica.^{1,3-4} O processo de FM é o estágio final das miocardiopatias, o qual resulta em dano irreversível à estrutura do miocárdio e às funções celulares e elétricas, com consequente remodelamento das cavidades. O grau de FM está relacionado com a gravidade da disfunção ventricular.⁵

O diagnóstico de FM cada vez mais se mostra importante no contexto das miocardiopatias, já que traduz a evolução estrutural patológica relacionada à IC nas doenças do coração e corrobora a necessidade de integrar seu diagnóstico ao manejo clínico dos pacientes.³ Assim, métodos diagnósticos de FM ainda em fases subclínicas ou já com doenças do coração instaladas se tornam ferramentas importantes para o diagnóstico precoce, estratificação de riscos diversos e/ou seguimento de evolução das patologias.

O padrão ouro para o diagnóstico de FM é a biópsia endomiocárdica.³ No entanto, por ser um exame invasivo com risco de complicações, tem suas indicações restritas a casos em que há IC de início recente com evolução insatisfatória, evoluindo com instabilidade hemodinâmica progressiva e/ou com arritmias ventriculares ou bloqueios atrioventriculares de segundo grau Mobitz II ou terceiro grau que não respondem satisfatoriamente às medidas usualmente adotadas.⁴ Desta forma, métodos diagnósticos não invasivos alternativos de FM são necessários para a prática clínica diária.³

Dentre os métodos diagnósticos não invasivos para o diagnóstico de FM estão a RMC com gadolínio para pesquisa de realce tardio, a tomografia de coração com contraste iodado, o PET CT e o SPECT cardíaco e o ecocardiograma com avaliação da deformação do miocárdio pela técnica de STE.^{2,4}

Palavras-chave

Fibrose endomiocárdica; Deformação Longitudinal Global; Ecocardiografia; Cardiomiopatias.

Correspondência: Luiz Mário Baptista Martinelli •

FMUSP, Unidade de Miocardiopatias, INCOR HCFMUSP, Avenida Dr Enéas de Carvalho Aguiar, 44. CEP: 01246-903. São Paulo, SP – Brasil
E-mail: luizmariom@usp.br

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230083>

A RMC, dentre os métodos não invasivos de FM, é considerada a mais acurada por caracterizar melhor o tecido miocárdico.⁴ Por meio do uso de contraste à base de gadolínio e da pesquisa de realce tardio, é possível definir áreas de cicatriz/fibrose focais nos diversos segmentos do coração. Ainda por meio do mapeamento em sequência T1, o método tem o poder de detectar sinais de aumento do volume extracelular compatível com fibrose difusa do miocárdio.^{2,3} No entanto, devido à sua menor disponibilidade em centros periféricos e o alto custo, sua utilização na prática clínica se limita a casos selecionados.

Uma alternativa de maior disponibilidade e baixo custo para avaliação das doenças do coração é o ecocardiograma. A ecocardiografia bidimensional associada à avaliação de deformação do miocárdio pela STE tem se mostrado cada vez mais relevante na prática clínica como ferramenta diagnóstica e prognóstica em diversas patologias do coração.⁶

A STE se baseia na identificação, por software dedicado, de *Speckles* na imagem bidimensional do músculo cardíaco. *Speckle* é um agrupado de pontos na imagem bidimensional que ocorrem devido à interação das ondas de ultrassom com o tecido miocárdico. Estes pontos agrupados são selecionados pelo software e são acompanhados durante o processo de contração e relaxamento do miocárdio. Por meio de seu deslocamento e velocidade, pode-se estimar os valores de deformação ("strain") dos segmentos do miocárdio e de sua taxa de deformação ("strain rate"). A análise da deformação do miocárdio pode ser realizada nos eixos longitudinal, circunferencial e radial.⁶⁻⁸

Atualmente, a STE tem utilidade no diagnóstico e manejo de doenças do miocárdio (primárias ou sistêmicas), valvopatias, doença isquêmica do coração, IC, dissincronia do miocárdio, acometimentos relacionados ao diabetes mellitus e hipertensão arterial, além do diagnóstico e seguimento de cardiotoxicidade por quimioterápicos (indicação mais comum da técnica).⁶

Diversos estudos têm demonstrado que o valor reduzido do "strain" (global e segmentar) nas diversas patologias do coração tem relação com a presença e o grau de FM avaliado pela RMC ou pela análise histológica dos tecidos. A avaliação da deformação do miocárdio pela STE permite avaliar o impacto da doença subjacente na função do miocárdio.⁹

Na CMH, estudos demonstram que o valor reduzido do "strain" global e regional tem relação com a detecção de FM à RMC.¹⁰ Popović et al.¹⁰ demonstraram que pacientes portadores de CMH com fibrose à RMC apresentavam valores de "strain" longitudinal reduzidos; demonstraram, ainda, que a presença de fibrose e a espessura diastólica final da parede do miocárdio foram preditores de valores menores de "strain" longitudinal segmentar. Kobayashi et al.¹¹ compararam os valores de "strain rate" do segmento septal de pacientes com CMH submetidos a miomectomia por obstrução dinâmica da via de saída do ventrículo esquerdo com a análise histopatológica e identificaram que valores menores de "strain rate" apresentavam correlação com a magnitude da hipertrofia dos miócitos, grau de fibrose, displasia de arteríolas coronarianas intramurais e desarranjo das fibras do miocárdio.

Gjesdal et al.¹² compararam a massa de tecido cicatricial pós-infarto na doença isquêmica crônica do coração

avaliada pela RMC com os valores encontrados na análise de deformação do miocárdio pela STE. Neste estudo, valores reduzidos de "strain" global longitudinal (SGL) apresentaram correlação inversa significativa com a quantidade de tecido cicatricial à RMC. O SGL foi ainda superior à medida da fração de ejeção do ventrículo esquerdo na identificação de infartos menores.

Recentemente, Nagata et al.¹³ publicaram um estudo avaliando a associação entre a mecânica miocárdica anormal relacionada ao prolapso da valva mitral (PVM), a presença de FM e a associação com arritmias. A publicação revelou que portadores de PVM com FM predominantemente nos segmentos basal e médio da parede inferolateral à RMC apresentaram valores reduzidos de "strain" no segmento basal infero posterior. Evidenciaram ainda nestes pacientes um padrão anormal de "strain" com dois picos distintos, pré- e pós-sistólico, na parede infero lateral, que ocorreu com menor frequência no grupo sem FM. Dentre outros, a presença de FM e o padrão anormal de duplo pico de "strain" à análise pela STE mostraram associação com arritmia ventricular.

Slimani et al.,¹⁴ ao estudarem a relação entre pós-carga, FM e "strain" do ventrículo esquerdo no pré- e pós-operatório de pacientes com estenose aórtica submetidos a troca valvar, demonstraram que valores reduzidos de SGL e "strain" global circunferencial (SGC) foram associados a valores maiores de estresse sistólico final da parede do ventrículo esquerdo. A análise da FM pelo estudo histopatológico mostrou que aqueles com estresse sistólico final da parede do VE aumentado apresentavam maior carga de FM e pior evolução no pós-operatório de troca de valva aórtica. Fabiani et al.¹⁵ também demonstraram a associação entre valores reduzidos de SGL e "strain" longitudinal do septo ventricular e a presença de FM em pacientes submetidos a troca valvar aórtica por estenose aórtica e a biópsia do miocárdio.

Em pacientes com IC submetidos a transplante cardíaco, a análise do SGL pela STE do coração do receptor antes do procedimento mostrou correlação com o grau de FM avaliado pela avaliação histopatológica do coração doente, mostrando valores menores de SGL nos corações com mais de 50% de FM. As análises do SGC e da torção do ventrículo esquerdo também mostraram correlação com a presença de FM, porém em menor grau.¹⁶

Kostakou et al.¹⁷ e Leitman et al.¹⁸ ao avaliarem pacientes com diagnóstico de miocardite observaram que estes indivíduos apresentavam valores de SGL reduzidos apesar da fração de ejeção preservada ao ecocardiograma convencional, além de valores reduzidos da deformação do miocárdio em segmentos que apresentavam fibrose ou edema na RMC.

Valores reduzidos de "strain" pela STE do átrio esquerdo e do ventrículo direito também são associados ao achado histopatológico de FM com impactos prognósticos. Lisi et al.⁵ citam em sua revisão sobre a detecção de FM pela STE um estudo do grupo que demonstrou a relação com SGL da parede livre do ventrículo direito e a presença de FM à análise histológica. Referem também estudos que mostram a relação entre SGL reduzido do ventrículo direito com pior prognóstico em doenças como hipertensão pulmonar e IC esquerda. Ainda nesta revisão, citam trabalhos do grupo relacionados

à análise do átrio esquerdo pela STE, os quais demonstraram a associação de valores reduzidos do SGL de pico (SGLP) do átrio esquerdo com a presença de FM em pacientes portadores de insuficiência mitral importante submetidos a reparo valvar por PVM. Citam, ainda, que valores reduzidos do SGLP do átrio esquerdo foram preditores de pior prognóstico (IC e mortalidade) em dois anos.

Apesar de pouco frequente na literatura, alguns estudos também mostraram correlação entre valores reduzidos de “strain” pela técnica de STE e presença de fibrose à RMC em pacientes chagásicos. Gomes et al.¹⁹ demonstraram que, em pacientes com cardiopatia chagásica no estágio A (assintomáticos, com sorologia positiva, sem alterações ao eletrocardiograma e a radiografia de tórax) que apresentavam fibrose miocárdica à RMC, a análise da deformação pela técnica de STE detectou valores reduzidos de “Strain” global longitudinal, circunferencial e radial quando comparados com pacientes que não apresentavam fibrose. Uma metanálise publicada recentemente apurou que pacientes com doença de Chagas forma indeterminada não apresentaram valores de SGL diferentes quando comparados com controles saudáveis. Porém, à análise segmentar, os portadores da DC apresentaram valores reduzidos de

deformação do miocárdio nos segmentos basal e médio da parede septal inferior.²⁰ A aplicação da STE talvez possa ser uma ferramenta complementar para diagnosticar precocemente alterações do miocárdio não detectadas pelos métodos convencionais, eventualmente com implicações clínicas e prognósticas.

A Unidade de Miocardiopatias do Instituto do Coração/HC-FMUSP vem conduzindo um estudo em pacientes chagásicos, sem disfunção ventricular, com fibrose ou edema à RMC que foram submetidos ao tratamento com colchicina durante o período de um ano. Todos os pacientes realizaram ecocardiograma transtorácico com análise da deformação do miocárdio pela STE antes e após o tratamento. Os resultados desta análise são aguardados com a perspectiva que a STE seja capaz de detectar segmentos acometidos por fibrose/edema à RMC.

A pesquisa de FM ao ecocardiograma com análise da deformação do miocárdio pela STE tem cada vez mais ganhado espaço na rotina clínica e de pesquisa por ser um exame de fácil execução e baixo custo. Os resultados encontrados por esta técnica podem ter impacto diagnóstico, terapêutico e prognósticos relevantes para a prática clínica.

Referências

1. López B, Ravassa S, Moreno MU, José GS, Beaumont J, González A, et al. Diffuse Myocardial Fibrosis: Mechanisms, Diagnosis and Therapeutic Approaches. *Nat Rev Cardiol*. 2021;18(7):479-98. doi: 10.1038/s41569-020-00504-1.
2. Gupta S, Ge Y, Singh A, Gräni C, Kwong RY. Multimodality Imaging Assessment of Myocardial Fibrosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14(12):2457-69. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.01.027.
3. González A, Schelbert EB, Díez J, Butler J. Myocardial Interstitial Fibrosis in Heart Failure: Biological and Translational Perspectives. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(15):1696-706. doi: 10.1016/j.jacc.2018.02.021.
4. Mandoli GE, D'Ascenzi F, Vinco G, Benfari G, Ricci F, Focardi M, et al. Novel Approaches in Cardiac Imaging for Non-invasive Assessment of Left Heart Myocardial Fibrosis. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:614235. doi: 10.3389/fcvm.2021.614235.
5. Lisi M, Cameli M, Mandoli GE, Pastore MC, Righini FM, D'Ascenzi F, et al. Detection of Myocardial Fibrosis by Speckle-Tracking Echocardiography: from Prediction to Clinical Applications. *Heart Fail Rev*. 2022;27(5):1857-67. doi: 10.1007/s10741-022-10214-0.
6. Mondillo S, Galderisi M, Mele D, Cameli M, Lomoriello VS, Zacà V, et al. Speckle-Tracking Echocardiography: a New Technique for Assessing Myocardial Function. *J Ultrasound Med*. 2011;30(1):71-83. doi: 10.7863/jum.2011.30.1.71.
7. Collier P, Phelan D, Klein A. A Test in Context: Myocardial Strain Measured by Speckle-Tracking Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(8):1043-56. doi: 10.1016/j.jacc.2016.12.012.
8. Almeida ALC, Gjesdal O, Mewton N, Choi E, Teixido-Tura G, Yoneyama K, et al. Speckle Tracking by Bidimensional Echocardiography - Clinical Applications. *Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc*. 2013;26(1):38-49.
9. Moharram MA, Lamberts RR, Whalley G, Williams MJA, Coffey S. Myocardial Tissue Characterisation Using Echocardiographic Deformation Imaging. *Cardiovasc Ultrasound*. 2019;17(1):27. doi: 10.1186/s12947-019-0176-9.
10. Popović ZB, Kwon DH, Mishra M, Buakhamsri A, Greenberg NL, Thamarasan M, et al. Association Between Regional Ventricular Function and Myocardial Fibrosis in Hypertrophic Cardiomyopathy Assessed by Speckle Tracking Echocardiography and Delayed Hyperenhancement Magnetic Resonance Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(12):1299-305. doi: 10.1016/j.echo.2008.09.011.
11. Kobayashi T, Popovic Z, Bhonsale A, Smedira NG, Tan C, Rodriguez ER, et al. Association Between Septal Strain Rate and Histopathology in Symptomatic Hypertrophic Cardiomyopathy Patients Undergoing Septal Myectomy. *Am Heart J*. 2013;166(3):503-11. doi: 10.1016/j.ahj.2013.06.011.
12. Gjesdal O, Vartdal T, Hopp E, Lunde K, Brunvand H, Smith HJ, et al. Left Ventricle Longitudinal Deformation Assessment by Mitral Annulus Displacement or Global Longitudinal Strain in Chronic Ischemic Heart Disease: are They Interchangeable? *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(7):823-30. doi: 10.1016/j.echo.2009.04.023.
13. Nagata Y, Bertrand PB, Baliyan V, Kochav J, Kagan RD, Ujka K, et al. Abnormal Mechanics Relate to Myocardial Fibrosis and Ventricular Arrhythmias in Patients with Mitral Valve Prolapse. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2023;16(4):e014963. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.122.014963.
14. Slimani A, Melchior J, Meester C, Pierard S, Roy C, Amzulescu M, et al. Relative Contribution of Afterload and Interstitial Fibrosis to Myocardial Function in Severe Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(2 Pt 2):589-600. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.05.020.
15. Fabiani I, Scatena C, Mazzanti CM, Conte L, Pugliese NR, Franceschi S, et al. Micro-RNA-21 (Biomarker) and Global Longitudinal Strain (Functional Marker) in Detection of Myocardial Fibrotic Burden in Severe Aortic Valve Stenosis: a Pilot Study. *J Transl Med*. 2016;14(1):248. doi: 10.1186/s12967-016-1011-9.
16. Cameli M, Mondillo S, Righini FM, Lisi M, Dokollari A, Lindqvist P, et al. Left Ventricular Deformation and Myocardial Fibrosis in Patients with Advanced Heart Failure Requiring Transplantation. *J Card Fail*. 2016;22(11):901-7. doi: 10.1016/j.cardfail.2016.02.012.

17. Kostakou PM, Kostopoulos VS, Tryfou ES, Giannaris VD, Rodis IE, Olympios CD, et al. Subclinical Left Ventricular Dysfunction and Correlation with Regional Strain Analysis in Myocarditis with Normal Ejection Fraction. A New Diagnostic Criterion. *Int J Cardiol.* 2018;259:116-21. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.01.058.
18. Leitman M, Vered Z, Tyomkin V, Macogon B, Moravsky G, Peleg E, et al. Speckle Tracking Imaging in Inflammatory Heart Diseases. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2018;34(5):787-92. doi: 10.1007/s10554-017-1284-y.
19. Gomes VA, Alves GF, Hadlich M, Azevedo CF, Pereira IM, Santos CR, et al. Analysis of Regional Left Ventricular Strain in Patients with Chagas Disease and Normal Left Ventricular Systolic Function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(7):679-88. doi: 10.1016/j.echo.2016.03.007.
20. Gómez-Ochoa SA, Rojas LZ, Hernández-Vargas JA, Largo J, Muka T, Echeverría LE. Longitudinal Speckle Tracking Strain Abnormalities in Chagas Disease: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2022;11(3):769. doi: 10.3390/jcm11030769.



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

Uso Direcionado da Ecocardiografia Como Ferramenta de Auxílio no Ensino da Anatomia e da Fisiologia Cardíacas para Estudantes de Medicina

Use of Echocardiography as a Supplementary Tool in Teaching Cardiac Anatomy and Physiology to Medical Students

Caroline de Oliveira Fischer Bacca,^{1,2}  Silvia R. Froes Toniazzo,¹  Franciani Rodrigues da Rocha,¹  Luiz Fernando Matias,¹  Thais Naiara Mees,¹  Ana Luiza Nardelli Kuhl,¹  Nicolas Ramos,¹  Marcelo Vier Gambetta¹ 

NPCMed, Núcleo de Pesquisa em Ciências Médicas,¹ Rio do Sul, SC – Brasil

Hospital Regional Alto Vale, Cardiology,² Rio do Sul, SC – Brasil

Resumo

Fundamento: A ultrassonografia vem sendo cada vez mais utilizada para o ensino da medicina básica. A observação simultânea da imagem ecocardiográfica e do eletrocardiograma (ECG) permite que o estudante compreenda o processo fisiológico do coração e sua função dentro do sistema cardiovascular.

Objetivo: Avaliar o ganho e a retenção de conhecimento do estudante de medicina no aprendizado da anatomia e da fisiologia cardíacas com uso da ecocardiografia.

Métodos: Trinta e quatro estudantes do terceiro semestre realizaram um pré-teste (avaliação 1) composto por 20 questões de múltipla escolha, sendo 15 relacionadas à anatomia e fisiologia cardíacas e 5 “questões de confusão”. O teste foi elaborado por um dos autores, sendo de forma cega para os demais. Após o encontro teórico, foi efetuada a avaliação 2 com as mesmas questões. Na semana seguinte, foi realizado o encontro prático de ecocardiografia direcionado para avaliação da anatomia e fisiologia. Um pós-teste (avaliação 3) foi realizado 30 dias após o primeiro encontro para avaliar a retenção do conhecimento. As variáveis foram analisadas pelos testes Kolmogorov-Smirnov, T de Student e Wilcoxon, com nível de significância estatística representando um valor de $p < 0,05$.

Resultados: A média de acertos na avaliação 1 foi de $6,37 \pm 2,0$ (42,4%), na segunda avaliação de $9,8 \pm 2,2$ (65,3%) e na avaliação 3 de $10,3 \pm 2,5$ (68,6%). Houve diferença estatística entre a avaliação 1 e as demais avaliações ($p = 0,01$).

Conclusão: O uso da ecocardiografia de maneira precoce dentro do curso de medicina auxilia de forma positiva o ensino da fisiologia e anatomia cardíacas, fixando o conhecimento teórico adquirido.

Palavras-Chave: Ecocardiografia; Educação Médica; Estudantes de Medicina; Fenômenos Fisiológicos Cardiovasculares.

Abstract

Background: Ultrasonography has been increasingly used in teaching basic medicine. The simultaneous observation of the echocardiographic image and the electrocardiogram allows students to understand the physiological process of the heart and its function within the cardiovascular system.

Objective: Evaluate the acquisition and retention of knowledge among medical students during the study of cardiac anatomy and physiology through the use of echocardiography.

Methods: Thirty-four (34) students in the third semester took a pre-test (assessment 1) consisting of 20 multiple-choice questions, 15 of which were related to cardiac anatomy and physiology and 5 were “confusion-inducing questions.” The test was designed by one of the authors, blind to the others. After the theoretical meeting, assessment 2 was carried out with the same questions. The following week, a practical echocardiography meeting was held, aimed at evaluating anatomy and physiology. A post-test (assessment 3) was carried out 30 days after the first meeting to assess knowledge retention. The variables were analyzed by the Kolmogorov-Smirnov, Student's T, and Wilcoxon tests, with a statistical significance level of $p < 0.05$.

Correspondência: Caroline de Oliveira Fischer Bacca •

UNIDAVI, Medicine School. Rua Guilherme Gemballa, 13. CEP: 89160-932. Rio do Sul, SC – Brasil

E-mail: caroline.bacca@unidavi.edu.br

Artigo recebido em 09/11/2023; revisado em 13/11/2023; aceito em 14/11/2023.

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230100>

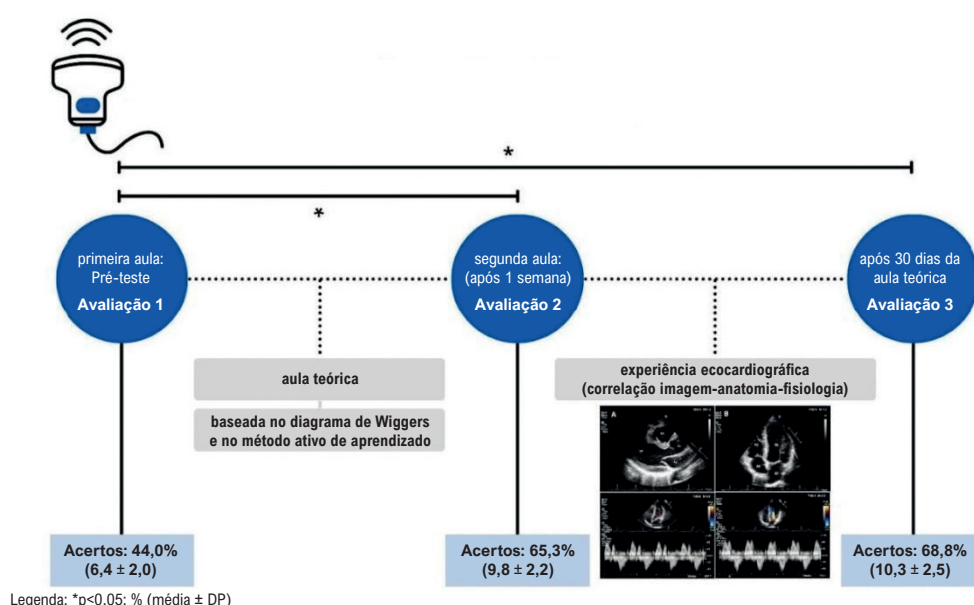
Results: The average number of correct answers in assessment 1 was 6.37 ± 2.0 (42.4%), 9.8 ± 2.2 (65.3%) in the second assessment, and 10.3 ± 2.5 (68.6%) in assessment 3. There was a statistical difference between assessment 1 and the other assessments ($p = 0.01$).

Conclusion: Early introduction of echocardiography in the medical curriculum proves beneficial for imparting knowledge in cardiac physiology and anatomy, reinforcing theoretical understanding.

Keywords: Echocardiography; Education, Medical; Students, Medical; Anatomy; Cardiovascular Physiological Phenomena.

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

Figura Central: Uso Direcionado da Ecocardiografia Como Ferramenta de Auxílio no Ensino da Anatomia e da Fisiologia Cardíacas para Estudantes de Medicina



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230100

Introdução

O ensino da medicina mudou drasticamente nas últimas décadas. O avanço tecnológico permitiu que técnicas de ultrassonografia venham sendo cada vez mais utilizadas para o ensino da medicina, sobretudo na anatomia¹ e na fisiologia.² Estudos têm demonstrado que a percepção de estudantes sobre o uso do ultrassom no ensino da anatomia é positiva^{3,4} e já foi demonstrado que o uso do ecocardiograma foi tão efetivo quanto a dissecação dos cadáveres no ensino da anatomia cardíaca.⁵

A ecocardiografia permite a visualização dos eventos do ciclo cardíaco e facilita a correlação entre as estruturas anatômicas e suas funções fisiológicas. A observação simultânea da imagem ultrassonográfica do coração, dos resultados do fonocardiograma e do eletrocardiograma (ECG) permite que o estudante compreenda o processo fisiológico do coração e sua função dentro do sistema cardiovascular,⁶ melhorando a acurácia diagnóstica à beira do leito.⁷ Artigos publicados evidenciam que o ensino da fisiologia cardíaca utilizando o método ultrassonográfico auxilia os estudantes

no aprendizado e na retenção de conhecimento dos eventos do ciclo cardíaco.⁴

Apesar de existirem programas de computador que simulam os mecanismos do ciclo cardíaco,^{8,9} o ecocardiograma oferece a vantagem do ensino de um método de imagem amplamente utilizado no diagnóstico de várias patologias cardiovasculares simultaneamente à compreensão dos mecanismos fisiológicos e da circulação cardíaca.⁴

Desde 2016, a Universidade de Indiana, nos Estados Unidos, incorporou o ensino da ecocardiografia em seu currículo. A sua introdução é feita para alunos do ciclo pré-clínico do segundo ano, a fim de auxiliar no entendimento da prática e do ensino da cardiologia.¹⁰

De forma semelhante, em nossa universidade, a introdução à ecocardiografia é feita para alunos do terceiro semestre, como forma de auxiliar o ensino da fisiologia cardíaca e a compreensão da anatomia e das fases do ciclo cardíaco. Objetivamos verificar com este estudo o real ganho de conhecimento ao associar o método de ensino médico

Artigo Original

atual (metodologias ativas e PBL – *Problem-Based Learning*) à prática da ecocardiografia.

Materiais e métodos

Desenho do estudo

Estudo prospectivo, de braço único, com 34 estudantes do terceiro período do curso de Medicina da UNIDAVI - Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí, em Rio do Sul – SC.

Os alunos foram estimulados a responder um pré-teste (avaliação 1), com 20 minutos de duração, composto por 20 questões de múltipla escolha, sendo 15 relacionadas à anatomia e fisiologia e 05 questões denominadas “questões de confusão” (vide tópico seguinte). A avaliação foi elaborada pelo professor coordenador da fase, sendo de forma cega em relação à prática de ecocardiografia.

Num segundo momento, o grupo foi dividido em três turmas para a discussão teórica envolvendo o Diagrama de Wiggers (Figura 1).¹¹ Cada subturma teve 20 (vinte) minutos para pesquisar sobre as curvas de pressão atriais, ventriculares e arteriais, bem como o volume ventricular (VLV), ECG e fonocardiograma. Durante três horas, os estudantes discursaram sobre a parte teórica e foram indagados pelos professores, de acordo com a metodologia ativa do curso. Após a discussão teórica, foi realizada nova avaliação (avaliação 2), composta pelas mesmas questões do pré-teste e com o mesmo tempo para resolução.

Após um intervalo de uma semana, os alunos foram ao laboratório de ecocardiografia. O encontro prático durou 60 minutos e foi realizado no aparelho Affinity 70® (Philips®). De início, foi abordada a formação de imagem ultrassônica e a forma de visualização das câmaras cardíacas no ecocardiograma transtorácico (ECO). Divididos em quatro grupos, foram estimulados a relacionar a anatomia cardíaca à imagem ecocardiográfica nos cortes paraesternal longitudinal e apical quatro câmaras (Figura 2).

Dentro da fisiologia cardíaca, foram discutidas as curvas de pressão e volume do átrio esquerdo (AE) e do ventrículo esquerdo (VE), utilizando o Doppler pulsado de via de entrada e via de saída do VE obtido nos cortes apical quatro e cinco câmaras, respectivamente. Foi estimulada a discussão sobre o tempo de diástole e de enchimento ventricular de acordo com a frequência cardíaca (Figura 3).

Por fim, no quinto momento e com um intervalo de 30 (trinta) dias, os estudantes realizaram o último teste (avaliação 3) de modo surpresa, com as mesmas questões dos testes anteriores e com o mesmo tempo para resposta.

Avaliação

A avaliação foi elaborada pelo professor coordenador da fase dentro da plataforma Google Forms®, sendo realizada sempre de modo surpresa, em dispositivos eletrônicos com acesso restrito à internet, e com questões de forma cega em relação à professora das aulas práticas e do conteúdo abordado no laboratório de ecocardiografia. Foi composta por 20 (vinte) questões de múltipla escolha (apêndice 1), sendo

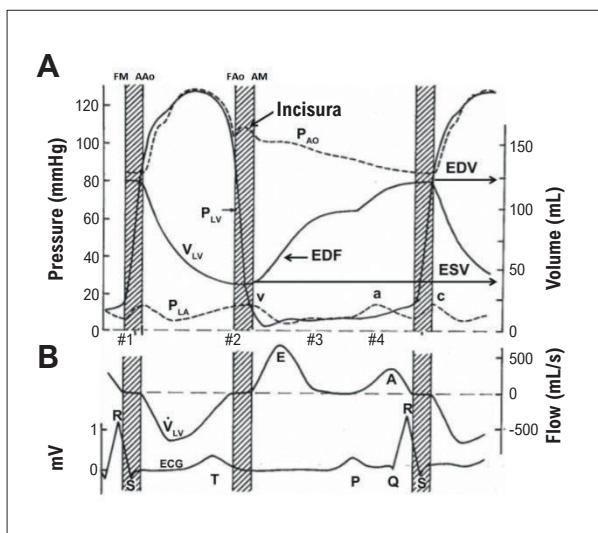


Figura 1 – Diagrama de Wiggers. Legenda: A) Relação temporal entre a pressão ventricular (PLV), VLV, pressão atrial (PLA) e pressão aórtica (PAo). FM: fechamento da valva mitral; AM: abertura da valva mitral; AAO: abertura da valva aórtica; FAo: fechamento da valva aórtica; VDF: Volume diastólico final; VSF: Volume sistólico final. #1 - B1 (fechamento das valvas mitral e tricúspide). #2 - B2 (fechamento das valvas aórtica e pulmonar). #3 - B3 (terceira bulha). #4 - B4 (quarta bulha). B) Relação temporal entre o fluxo sanguíneo durante a ejeção sistólica ventricular (VLV) e as ondas de enchimento diastólico (ondas E e A do influxo mitral), com o impulso elétrico das ondas de despolarização atrial (onda P), despolarização ventricular (complexo QRS) e repolarização ventricular (onda T) do ECG. Adaptado de Mitchell et al.¹¹

15 (quinze) perguntas relacionadas à anatomia e à fisiologia (denominadas “questões válidas”), e outras 5 (cinco) chamadas de “questões de confusão”, relacionadas à cardiologia, porém sem abordar os temas discutidos na teoria e na prática em questão.

As questões de confusão foram introduzidas na avaliação para prolongar o teste, confundir o acadêmico quanto ao tema abordado e servir como questões controle, uma vez que não exploram o assunto discutido na teoria e na prática. Se a avaliação 1 fosse somente sobre a anatomia e a fisiologia cardíacas, o estudante facilmente saberia o tema proposto e poderia realizar um estudo dirigido, o que melhoraria artificialmente seu desempenho nas avaliações posteriores. Portanto, essas questões de confusão demonstram a capacidade do estudante em melhorar seu conhecimento e estudo sem nenhuma intervenção didática.

Análise estatística

Os resultados das três avaliações foram computados no software SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 26.0, utilizando-se do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov.

Diante da distribuição da amostra, foi encontrada uma distribuição normal desses achados na primeira e na segunda avaliação, sendo utilizado o teste paramétrico t de Student para amostras emparelhadas. Para a análise da terceira avaliação, diante da distribuição não normal, foi utilizado o teste não-paramétrico t de Wilcoxon.

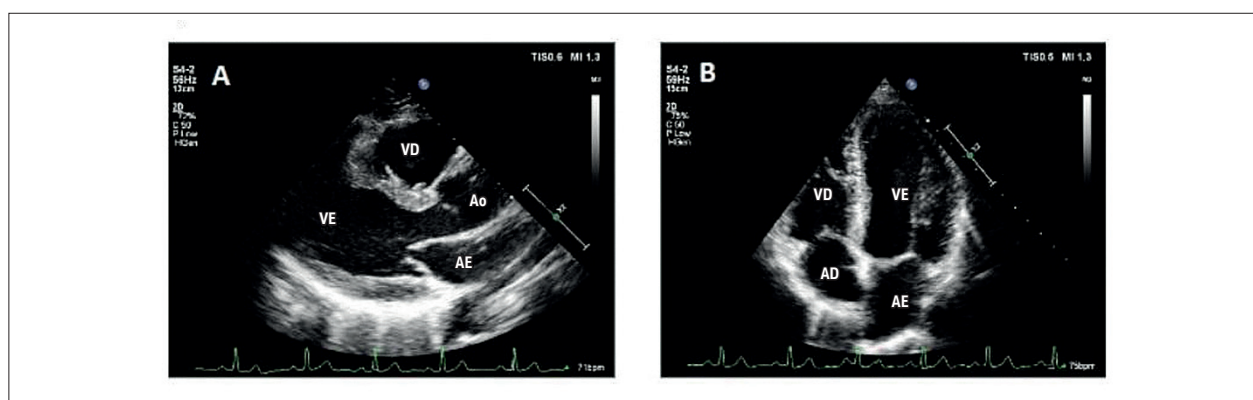


Figura 2 – Imagens ecocardiográficas nos cortes: A) Paraesternal longitudinal e B) Apical 4 câmaras. Legenda: VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito; AD: átrio direito.

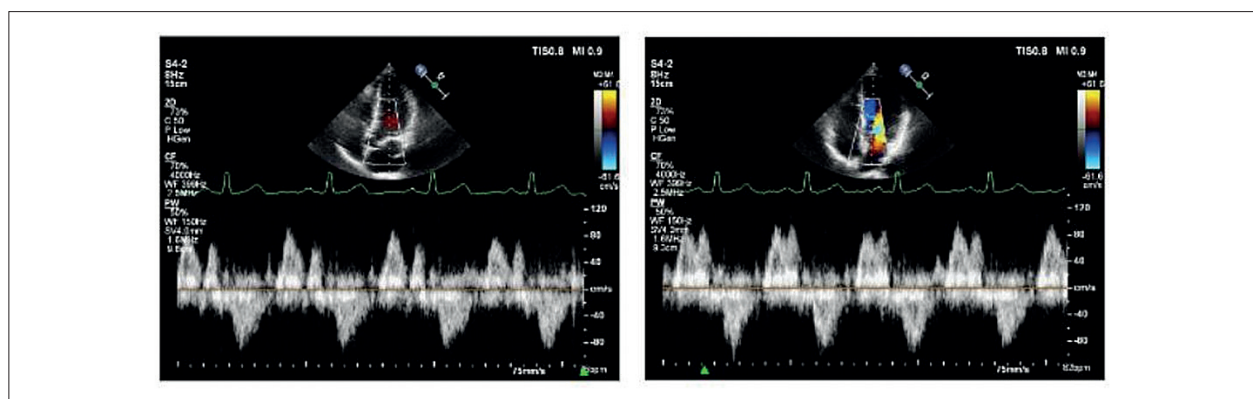


Figura 3 – Imagens ecocardiográficas no corte Apical 4 câmaras com Doppler pulsado de via de entrada e via de saída do ventrículo esquerdo.

Optou-se pela descrição dos resultados expressos em média e desvio-padrão (DP), sendo a análise considerada estatisticamente significativa quando o valor de $p < 0,05$ ($\alpha < 0,05$).

Resultados

A amostra foi composta por 34 alunos do terceiro semestre (ciclo básico) do curso de medicina. Destes, 25 eram mulheres e 9 homens, com média de idade de 20,9 anos (DP $\pm 3,5$ anos).

Na primeira avaliação, a média de acertos foi de 6,7 (DP $\pm 2,0$) das questões válidas, correspondendo a 44,6%. A média das assertivas nos tópicos de confusão foi de 2,5. A questão com a menor percentagem de acertos foi “O valor da pressão diastólica (PAD) e sistólica (PAS) na aorta são observados em qual fase do ciclo cardíaco?”, com apenas cinco respostas corretas (14,3%).

Na segunda avaliação, a média das assertivas das questões válidas foi de 9,8 (DP $\pm 2,2$), perfazendo 65,3%, enquanto nas de confusão foi de 2,6 acertos. Nesta avaliação, a questão com menor número de assertivas foi uma questão de confusão: “A definição de ritmo sinusal se dá pelos seguintes achados, EXCETO:”, com apenas oito respostas corretas (21,1%).

Na última avaliação, a média das respostas corretas foi de 10,3 (DP $\pm 2,5$), sendo correlacionado com 68,8% do total, e nas questões de confusão foi de 2,45 acertos. Novamente, a questão correlacionada com menor número de respostas corretas foi uma questão de confusão: “Qual a alteração do ECG, na vigência de um infarto, que determina a necessidade de cineangiogramia (cateterismo cardíaco) emergencial?”, com apenas sete respostas corretas (20,6%).

Utilizando-se o teste paramétrico, observou-se relevância significativa entre as avaliações 1 e 2 ($p < 0,001$). Também houve significância estatística utilizando o teste não-paramétrico para comparar as avaliações 1 e 3 ($p < 0,001$). Não houve diferença entre as avaliações 2 e 3 ($p = 0,14$) (Gráfico 1), bem como nas assertivas das questões de confusão ($p > 0,3$).

Na análise comparativa dos acertos das questões válidas pelos estudantes nas três avaliações (Gráfico 2), observa-se a tendência de maiores acertos dos alunos após o encontro teórico (avaliação 2) e, principalmente, após o encontro prático (avaliação 3). Apesar de não haver significância estatística em relação às avaliações 2 e 3, o gráfico mostra a tendência de retenção de conhecimento do acadêmico, visto que a última avaliação foi realizada 30 (trinta) dias depois.

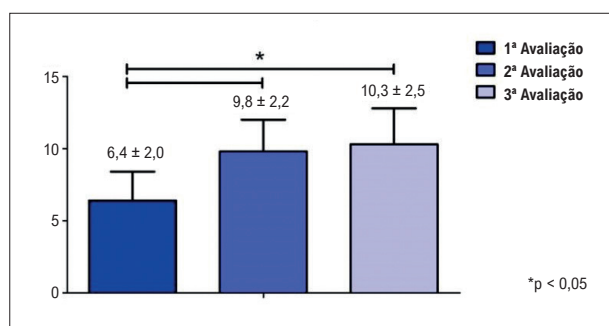


Gráfico 1 – Média de acertos nas avaliações e desvio-padrão.

Discussão

O presente estudo avaliou o impacto do uso da ecocardiografia no aprendizado da cardiologia para estudantes do ciclo básico do curso de medicina. Com nosso estudo, foi possível demonstrar que a introdução precoce da ecocardiografia dentro do ensino médico é factível e traz ganho e retenção de conhecimento da anatomia e da fisiologia cardíacas ao estudante de medicina.

O uso da ecocardiografia conecta o básico à clínica, fazendo com que o acadêmico tenha mais interesse pelo estudo, uma vez que necessita de conhecimento fisiológico para realizar as aplicações clínicas do método.⁶ O ensino de anatomia e fisiologia cardíacas utilizando-se a ultrassonografia é viável para estudantes de medicina, melhorando seu desempenho e trazendo mais motivação para ampliar seus conhecimentos.² Atividades de ensino que incorporam o uso da ecocardiografia são populares entre os alunos porque

trazem os processos fisiológicos do coração para um patamar mais tangível.¹²

Em alguns estudos, foram utilizados modelos anatômicos experimentais, simuladores de ecocardiografia, comparação com a prática anatômica e dissecação de cadáveres para verificar o ganho de conhecimento do estudante de medicina. No estudo desenvolvido por Torabi e colaboradores, utilizando um modelo de *software* para ensino, foi demonstrado que a introdução à ecocardiografia para estudantes de medicina durante o curso de cardiologia é positiva tanto subjetivamente pela avaliação dos estudantes, quanto objetivamente em testes práticos.¹⁰ Já Griksaitis, Sawdon e Finn sugerem que tanto a dissecação anatômica de cadáveres quanto a ecocardiografia são métodos igualmente eficazes para o ensino da anatomia cardíaca, sem superioridade entre eles.⁵ Fato este corroborado por Canty et al., que elaboraram uma sessão prática de três horas usando um simulador de ultrassom como complemento do aprendizado da anatomia cardíaca e verificaram que o ganho de conhecimento dos alunos foi similar ao adquirido com uso de modelos plásticos e dissecação de cadáveres.¹³

Atualmente, algumas universidades têm utilizado o ecocardiograma para ensinar anatomia, exame clínico e aquisição de imagens para o reconhecimento de algumas patologias cardíacas.¹⁴ Em nosso estudo, houve ganho de conhecimento significativo entre as avaliação pré-teórica (avaliação 1) e após a prática de ecocardiografia (avaliação 3), com a porcentagem de acertos subindo de 44,6% para 68,6%. Resultado este inferior ao estudo realizado por Bell et al., no qual o escore médio de acertos dos estudantes foi de 53,3% na avaliação pré-teste para 81,7% na avaliação pós-teste⁴ e no trabalho de Varadharaju e colaboradores,

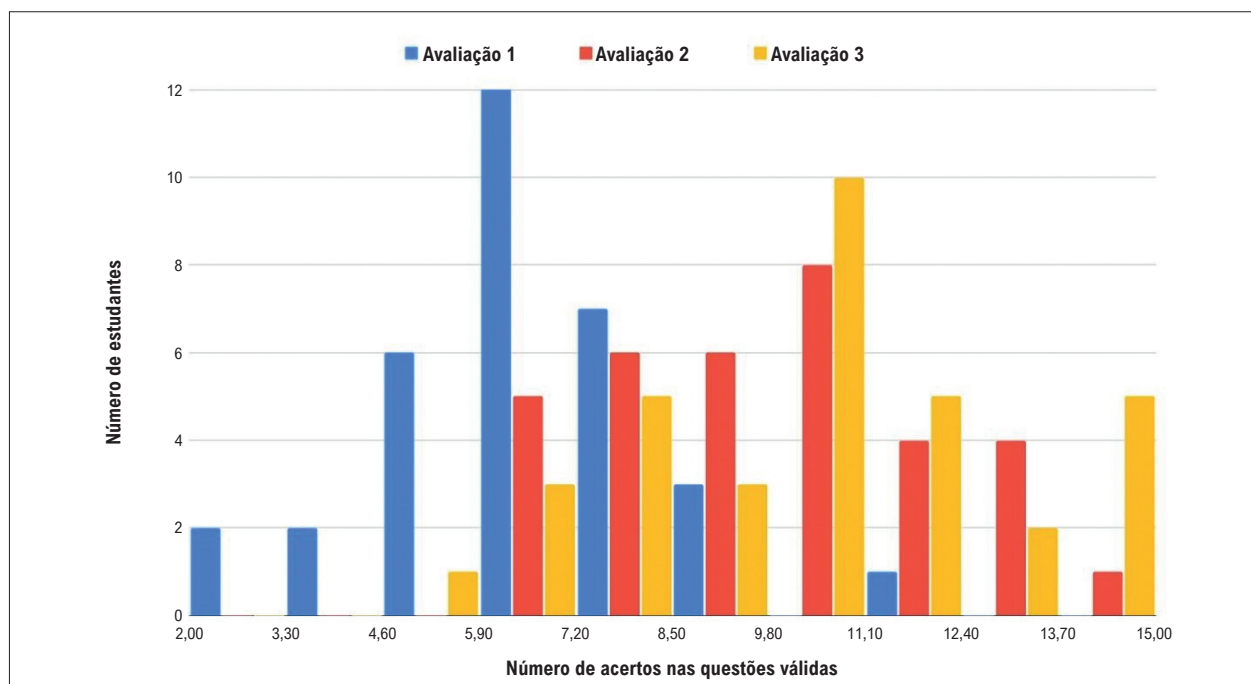


Gráfico 2 – Análise comparativa dos acertos dos estudantes de medicina nas avaliações.

no qual observou-se que 89,6% dos estudantes avaliados compreenderam melhor a anatomia e fisiologia cardíacas por meio do ecocardiograma em tempo real.¹⁵ Ambos os trabalhos realizaram a avaliação pós-teste imediatamente após a aula prática e com participantes voluntários.

Quanto à retenção de conhecimento do estudante, observou-se em nosso estudo a manutenção e até superioridade nos acertos, correlacionando a avaliação 2, com 65,3% (após a teoria), e a avaliação 3, com 68,6% (30 dias após a prática). A literatura não traz muitos estudos demonstrando a retenção do ensino com o uso da ecocardiografia, mas o trabalho de Jujo e colaboradores evidenciou que, apesar de haver uma queda significativa na habilidade do estudante em adquirir as imagens do ultrassom POCUS (*Point of Care Ultrasound*) após oito semanas, a retenção de conhecimento nesse período se manteve, apresentando discreta redução em relação à avaliação realizada após as apresentações (23,1 pontos para 19,6 pontos) porém sem significância estatística.¹⁶

Limitações e pontos fortes do estudo

Nosso trabalho conta com algumas limitações, como a não existência de um grupo controle para a comparação efetiva entre a teoria e a prática da ecocardiografia. Ao idealizar o protocolo do estudo, foi sugerido a realização de um grupo controle. Entretanto, a padronização curricular do ensino de ecocardiografia para alunos da graduação não estava disponível para a comparação, uma vez que não existe um currículo de ensino de ecocardiografia nas escolas médicas. Encorajamos futuros trabalhos comparativos utilizando nossa metodologia de ensino para que um currículo adequado seja confeccionado.

Apesar de ser o primeiro estudo desenvolvido no Brasil para avaliar se um laboratório de ecocardiografia poderia ser utilizado como uma plataforma eficaz no aprendizado da cardiologia, ele foi um trabalho desenvolvido em um único centro e utilizando uma metodologia criada pelos autores.

Foi investigada a retenção de conhecimento apenas quatro semanas após as atividades educacionais. Este fato ocorreu porque, dentro do currículo acadêmico, a disciplina Habilidades III é composta de encontros de cardiologia e pneumologia. Essas atividades sequenciais complementam o estudo de anatomia e fisiologia cardíacas e poderiam interferir nos resultados das avaliações. Estudos futuros devem ser realizados para que o conhecimento a mais longo prazo seja avaliado.

O número de participantes da pesquisa traz eficácia ao estudo, visto que os cálculos amostrais para intervenções educacionais sugerem a utilização de 25 ou mais participantes

nos estudos.¹⁷ Por fim, a análise compulsória de todos os estudantes da fase, não utilizando voluntários para a análise, reduz a possibilidade do viés da superestimação na avaliação da educação médica, conforme determinado por Callahan, Hojat e Gonnella.¹⁸

Conclusão

O uso da ecocardiografia transtorácica como sendo ferramenta de auxílio didático no ensino da cardiologia é exequível dentro do curso de medicina, agregando conhecimento da anatomia e da fisiologia cardíacas a estudantes do ciclo básico.

Além do ensino da aquisição da imagem ecocardiográfica direcionada que auxilia no diagnóstico de determinadas patologias cardíacas, a utilização do ecocardiograma nos cursos de medicina melhora a capacidade do aluno em avaliar a adequação do exame solicitado, bem como sua indicação e apropriada interpretação.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Bacca COF, Toniazzo SRF, Matias LF, Kuhl ALN, Mees TN, Gambetta MV; obtenção de dados: Bacca COF, Kuhl ALN, Mees TN, Gambetta MV; análise e interpretação dos dados: Bacca COF, Rocha FR; análise estatística: Rocha FR; redação do manuscrito: Bacca COF, Toniazzo SRF, Rocha FR, Matias LF, Kuhl ALN, Mees TN, Ramos N, Gambetta MV; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Bacca COF, Toniazzo SRF, Ramos N, Gambetta MV.

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. Tshibwabwa ET, Groves HM. Integration of Ultrasound in the Education Programme in Anatomy. *Med Educ*. 2005;39(11):1148. doi: 10.1111/j.1365-2929.2005.02288.x.
2. Hammoudi N, Arangalage D, Boubrit L, Renaud MC, Isnard R, Collet JP, et al. Ultrasound-Based Teaching of Cardiac Anatomy and Physiology to Undergraduate Medical Students. *Arch Cardiovasc Dis*. 2013;106(10):487-91. doi: 10.1016/j.acvd.2013.06.002.
3. Ivanusic J, Cowie B, Barrington M. Undergraduate Student Perceptions of the Use of Ultrasonography in the Study of "Living Anatomy". *Anat Sci Educ*. 2010;3(6):318-22. doi: 10.1002/ase.180.
4. Bell FE 3rd, Wilson LB, Hoppmann RA. Using Ultrasound to Teach Medical Students Cardiac Physiology. *Adv Physiol Educ*. 2015;39(4):392-6. doi: 10.1152/advan.00123.2015.

5. Griksaitis MJ, Sawdon MA, Finn GM. Ultrasound and Cadaveric Prosections as Methods for Teaching Cardiac Anatomy: a Comparative Study. *Anat Sci Educ*. 2012;5(1):20-6. doi: 10.1002/ase.259.
6. Brunner M, Moeslinger T, Spieckermann PG. Echocardiography for Teaching Cardiac Physiology in Practical Student Courses. *Am J Physiol*. 1995;268(6 Pt 3):S2-9. doi: 10.1152/advances.1995.268.6.S2.
7. Decara JM, Kirkpatrick JN, Spencer KT, Ward RP, Kasza K, Furlong K, et al. Use of Hand-Carried Ultrasound Devices to Augment the Accuracy of Medical Student Bedside Cardiac Diagnoses. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(3):257-63. doi: 10.1016/j.echo.2004.11.015.
8. Wittich CM, Montgomery SC, Neben MA, Palmer BA, Callahan MJ, Seward JB, et al. Teaching Cardiovascular Anatomy to Medical Students by Using a Handheld Ultrasound Device. *JAMA*. 2002;288(9):1062-3. doi: 10.1001/jama.288.9.1062.
9. Ribaric S, Kordas M. Teaching Cardiovascular Physiology with Equivalent Electronic Circuits in a Practically Oriented Teaching Module. *Adv Physiol Educ*. 2011;35(2):149-60. doi: 10.1152/advan.00072.2010.
10. Torabi AJ, Feigenbaum H, Bateman PV. Introducing Echocardiography to Medical Students: a Novel Echocardiography E-Learning Experience. *Echocardiography*. 2021;38(4):549-54. doi: 10.1111/echo.15013.
11. Mitchell JR, Wang JJ. Expanding Application of the Wiggers Diagram to Teach Cardiovascular Physiology. *Adv Physiol Educ*. 2014;38(2):170-5. doi: 10.1152/advan.00123.2013.
12. Johnson CD, Montgomery LE, Quinn JG, Roe SM, Stewart MT, Tansey EA. Ultrasound Imaging in Teaching Cardiac Physiology. *Adv Physiol Educ*. 2016;40(3):354-8. doi: 10.1152/advan.00011.2016.
13. Canty DJ, Hayes JA, Story DA, Royse CF. Ultrasound Simulator-Assisted Teaching of Cardiac Anatomy to Preclinical Anatomy Students: a Pilot Randomized Trial of a Three-Hour Learning Exposure. *Anat Sci Educ*. 2015;8(1):21-30. doi: 10.1002/ase.1452.
14. Johri AM, Durbin J, Newbigging J, Tanzola R, Chow R, De S, et al. Cardiac Point-of-Care Ultrasound: State-of-the-Art in Medical School Education. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(7):749-60. doi: 10.1016/j.echo.2018.01.014.
15. Varadharaju B, Hemakuma, Balachandran. Teaching Basic Cardiac Anatomy and Physiology to First Year Medical Students by Echocardiography. *Journal of Education Technology in Health Sciences*. 2021;8(1):33-7. doi: 10.18231/j.jeths.2021.007.
16. Jujo S, Sakka BI, Lee-Jayaram JJ, Kataoka A, Izumo M, Kusunose K, et al. Medical Student Medium-Term Skill Retention Following Cardiac Point-of-Care Ultrasound Training Based on the American Society of Echocardiography Curriculum Framework. *Cardiovasc Ultrasound*. 2022;20(1):26. doi: 10.1186/s12947-022-00296-z.
17. McConnell MM, Monteiro S, Bryson GL. Sample Size Calculations for Educational Interventions: Principles and Methods. *Can J Anaesth*. 2019;66(8):864-73. doi: 10.1007/s12630-019-01405-9.
18. Callahan CA, Hojat M, Connella JS. Volunteer Bias in Medical Education Research: an Empirical Study of Over Three Decades of Longitudinal Data. *Med Educ*. 2007;41(8):746-53. doi: 10.1111/j.1365-2923.2007.02803.x.



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

Uso da Inteligência Artificial para Avaliação da Função Cardíaca pela Ecocardiografia: Revisão Sistemática do Estado da Arte

Use of Artificial Intelligence to Assess Cardiac Function by Echocardiography: Systematic Review of the State of the Art

Henrique Alexander Ferreira Neves,¹ Bruna Sadae Yuasa,¹ Thamires Hadassa Leite Pereira Costa,¹ Isabela Ertes Santos,¹ Yannirê Milagros Roman Benavides,¹ Marco Stephan Lofrano-Alves¹

Universidade Federal do Paraná,¹ Curitiba, PR – Brasil

Resumo

Histórico: A ecocardiografia faz parte da investigação de rotina da maioria das doenças cardíacas. No entanto, por depender do operador e considerando a qualidade da imagem obtida, é possível haver variabilidade significativa nas medições, o que prejudica a interpretação. O método avançou no sentido da padronização e incorporação de novas tecnologias com o objetivo de reduzir suas deficiências. Recentemente, parte desse avanço se deve ao uso da inteligência artificial (IA).

Objetivos: O objetivo deste trabalho foi realizar uma investigação sobre o uso da IA na avaliação da função cardíaca por meio da ecocardiografia, discutindo seu potencial para aperfeiçoar o método.

Métodos: Realizou-se uma revisão sistemática de acordo com o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) e foram buscados artigos no período de 2000 a 2023.

Resultados: Foram incluídos 31 artigos, classificados em quatro categorias de estudos que utilizaram IA: 1) para análise de imagens e parâmetros ecocardiográficos (N = 14); 2) no processo de aquisição de imagens (N = 11); 3) para integração com dados clínicos (N = 3); e 4) para aplicação ao fluxo do exame (N = 3).

Conclusão: A IA proporciona automatização e padronização das imagens e respectivas medições que resultam em diagnósticos mais precisos, superando as limitações encontradas no método convencional. No entanto, o uso da IA ainda é uma realidade em evolução na ecocardiografia.

Palavras-chave: Ecocardiografia; Inteligência Artificial; Aprendizado de Máquina; Aprendizado Profundo; Deformação Longitudinal Global.

Abstract

Background: Echocardiography is part of the routine investigation of most heart diseases. However, its operator-dependent nature and the quality of the image obtained can cause significant variability in measurements and impair their interpretation. The method has advanced on its path of standardization and incorporation of new technologies in an attempt to reduce its deficiencies. Recently, part of this advancement was due to the incorporation of artificial intelligence (AI).

Objectives: The objective of this work was to investigate the use of AI in the assessment of cardiac function through echocardiography, discussing its potential to improve the method.

Methods: We conducted a systematic review in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), searching for articles within the period of 2000 to 2023.

Results: A total of 31 articles were included, classified into four categories of studies that used AI: 1) for image analysis and echocardiographic parameters (N = 14); 2) in the image acquisition process (N = 11); 3) for integration with clinical data (N = 3); and 4) for application to the exam flow (N = 3).

Conclusion: AI provides automation and standardization of images and respective measurements that result in more accurate diagnoses, overcoming the limitations encountered by the conventional method. However, the use of AI is still an evolving reality within echocardiography.

Keywords: Echocardiography; Artificial Intelligence; Machine Learning; Deep Learning; Global Longitudinal Strain.

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

Correspondência: Marco Stephan Lofrano-Alves •

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Clínica Médica. Rua Mateus Leme, 3945, apt 504. CEP: 82200-000. Curitiba, PR – Brasil.

E-mail: mslalves@hotmail.com

Artigo recebido em 28/10/2023; revisado em 30/10/2023; aceito em 31/10/2023.

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230085>

Figura Central: Uso da Inteligência Artificial para Avaliação da Função Cardíaca pela Ecocardiografia: Revisão Sistemática do Estado da Arte



Fluxograma de busca e seleção de estudos sobre o uso de IA na ecocardiografia. IA: inteligência artificial

Introdução

A ecocardiografia é o método de imagem mais solicitado na Cardiologia e faz parte da investigação de rotina da maioria das doenças cardíacas. Devido à sua natureza não invasiva, não ionizante, alta disponibilidade e portabilidade, o método está presente em vários cenários clínicos: ambulatoriais, hospitalares, unidades de urgência e emergência, unidades de terapia intensiva e como guia para procedimentos intervencionistas e cirúrgicos. Normalmente, é a primeira opção para acessar a anatomia e função cardíacas. No entanto, a dependência do operador e a qualidade da imagem podem influenciar as medições ecocardiográficas. Desde seu desenvolvimento, o método tem avançado no sentido da padronização e incorporação de novas tecnologias com o objetivo de reduzir sua variabilidade.

Este avanço se deve, em parte, ao uso da inteligência artificial (IA). "IA" é um termo amplo cunhado por Arthur Samuel na década de 1960. Aplica-se a qualquer programa de computador, como algoritmos e modelos, que imitam a lógica e a inteligência humanas.¹ Na ecocardiografia, o primeiro uso foi na década de 1970, quando a análise de Fourier foi utilizada para avaliar a válvula mitral com o auxílio do modo M.² As medições semiautomatizadas já fazem parte da prática laboratorial ecocardiográfica de hoje. Em seu fluxo de trabalho, os dispositivos modernos vêm equipados com pacotes de software que auxiliam nas medições e cálculos, como a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), a deformação miocárdica (strain) e o estudo Doppler para avaliação hemodinâmica.¹

O aprendizado de máquina é um dos subcampos da IA. O computador recebe os dados, aprende com eles, prevê um resultado e, utilizando métodos estatísticos, pode até melhorar o seu desempenho na próxima vez que lhe forem apresentados dados semelhantes. Isso permite, por exemplo, que uma máquina treinada identifique estruturas dentro de uma nova imagem e as identifique com precisão. Outro subcampo surgiu posteriormente: o *deep learning*, ou aprendizado profundo. Ele é aplicado quando se deseja processar uma grande quantidade de dados. Neste caso, os dados são tratados como grandes subconjuntos. Assim como em uma rede neural biológica, o processamento é organizado em uma cadeia oculta composta por milhares de camadas neurais artificiais consecutivas até que um resultado final seja alcançado.¹ Uma rede neural artificial pode usar operações de convolução, que permitem que um terceiro dado seja gerado a partir de dois dados de entrada, chamadas redes neurais convolucionais.³

Nesse sentido, a IA na ecocardiografia pode ser extremamente vantajosa para identificar, quantificar e interpretar imagens, minimizar a variação entre as avaliações, fornecer medições reproduzíveis e fornecer um diagnóstico preciso. O examinador pode encontrar grande suporte nesta tecnologia, o que permitiria reduzir o tempo gasto na extração e integração de dados, ficando evidente o potencial de tornar o sistema de saúde mais sustentável.⁴ Além disso, a prática ecocardiográfica orientada por IA não apenas simplificaria a tomada de decisões clínicas, mas também forneceria métodos de aprendizagem com feedback interativo para treinar examinadores menos experientes.⁵

Assim, o uso da IA na ecocardiografia pode ser dividido em quatro cenários principais: educação, aquisição de imagens, análise de imagens e integração com dados clínicos.⁶ Embora existam evidências positivas sobre o papel da tecnologia de IA no diagnóstico ecocardiográfico, ainda há desafios a serem superados, como a padronização insuficiente dos protocolos ecocardiográficos e a generalização insuficiente dos modelos em aplicações clínicas.⁶

Dadas as limitações da técnica e a necessidade de investigar tendências futuras, a presente revisão sistemática foi realizada com base em diversos estudos para validar externamente o desempenho da tecnologia de IA na ecocardiografia. Embora trabalhos semelhantes sejam encontrados na literatura que investigaram a aplicação da IA na análise automatizada de imagens ecocardiográficas, este estudo procurou realizar um levantamento das inovações na área com ênfase nos últimos cinco anos para explorar o uso da IA na ecocardiografia, analisando as evidências atuais de sua eficácia e discutindo seu potencial para melhorar o cuidado cardíaco.

Métodos

Trata-se de uma revisão sistemática de acordo com o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).⁷ Foram pesquisados artigos nas bases de dados MEDLINE, EMBASE, SCOPUS e Cochrane Central de janeiro de 2000 a março de 2023, sem restrições de idiomas, sendo o nosso método alvo a ecocardiografia, cuja intervenção é o uso de IA durante alguma fase do exame, com textos completos e descritores presentes no título ou resumo do artigo. Os seguintes descritores em inglês foram utilizados para a pesquisa: ("Artificial Intelligence") E ("Echocardiography") E ("Function" OU "Strain"). Também verificamos as referidas bases de dados quanto à presença de revisões sistemáticas anteriores ou em curso sobre o assunto. Foram combinados resultados de diferentes bases de dados e resultados duplicados foram descartados com uso do software Zotero. Dois investigadores (H.A.F.N. e B.S.Y.) realizaram a pesquisa de forma independente e cinco investigadores chegaram a um acordo sobre a elegibilidade dos estudos (H.A.F.N., B.S.Y., T.H.L.P.C., I.E.S. e Y.M.R.B.). Inicialmente, foi realizada uma primeira triagem para identificar estudos que avaliaram o uso de qualquer tipo de IA durante o exame ecocardiográfico. Em uma segunda etapa, selecionamos os artigos a serem lidos na íntegra por meio da plataforma Rayyan e avaliamos a relevância dos dados, bem como se havia mais de um artigo avaliando a mesma coorte de pacientes. Uma terceira etapa consistiu em rever as referências dos artigos selecionados para obter outras fontes não reveladas na pesquisa digital. Classificamos os estudos de acordo com seu desenho (caso-controle, randomizado, coorte retrospectiva, coorte prospectiva, relato de caso), em relação ao objetivo principal do uso de IA e ao principal resultado encontrado no estudo. Para cada estudo, foram extraídas as seguintes informações: primeiro autor; instituição do estudo; data de início e fim; ano de publicação; centro único ou multicêntrico; características da população estudada (idade média, distribuição por sexo); parâmetros ecocardiográficos avaliados; métodos e janelas utilizados para avaliar a função cardíaca; modelo de IA; desenho do estudo; conclusões do estudo.

Resultados

Foram identificadas 729 referências em pesquisas em bases de dados eletrônicas, descartando-se 336 repetições e outros 359 resultados que foram excluídos por título e/ou resumo. Obtivemos 33 artigos para leitura completa, dos quais três foram descartados por não se enquadrarem no escopo da revisão segundo os autores. Apenas um artigo adicional foi incluído após pesquisa manual das referências (Figura 1). Um total de 31 artigos foram incluídos na análise qualitativa desta revisão, sendo classificados em quatro categorias principais: 1) estudos que utilizam IA para análise de imagens e parâmetros ecocardiográficos (N = 14, Tabela 1); 2) estudos que utilizam IA no processo de aquisição de imagens (N = 11, Tabela 2); 3) estudos que utilizam IA para integração com dados clínicos (N = 3, Tabela 3); e 4) estudos que treinaram software de IA para aplicação ao fluxo do exame (N = 3, Tabela 4); todos os artigos foram publicados em inglês. Vinte e seis artigos são provenientes de um único centro, sendo 7 (%) dos Estados Unidos, 2 (%) de Israel, 2 (%) da Noruega, 2 (%) da Itália, 2 (%) da Inglaterra, 1 (%) da Alemanha, 1 (%) da Grécia, 1 (%) da França, 1 (%) do Uganda, 1 (%) de Portugal, 1 (%) da Irlanda, 1 (%) da Áustria, 1 (%) dos Países Baixos, 1 (%) da China, 1 (%) do Canadá e 1 (%) do Japão. Um único artigo foi desenvolvido em diversos centros (13 centros diferentes). Quatro artigos não informaram o país onde o estudo foi realizado.

Discussão

A implementação de ferramentas de IA no estudo ecocardiográfico pode melhorar o atendimento ao paciente, bem como otimizar o diagnóstico e o tratamento. Os estudos incluídos nesta revisão sistemática são favoráveis à aplicação da tecnologia automatizada na rotina do exame devido à sua similaridade, viabilidade, utilidade, precisão, exatidão e reprodutibilidade comparáveis à avaliação manual. Embora o uso de IA no exame ainda seja limitado e, portanto, propenso a modificações que visem avançar e aperfeiçoar o método, o benefício que a tecnologia representa para a ecocardiografia parece superar quaisquer receios ou desvantagens.

Análise de imagem e parâmetros ecocardiográficos

A medição automatizada realizada por IA de parâmetros como FEVE e strain longitudinal global (SLG) pode ser comparável à medição manual por ultrassonografistas experientes e o uso dessas ferramentas preservou a precisão da medição de forma confiável.⁸⁻¹³ Isso é relevante devido aos benefícios adicionais oferecidos: maior eficácia operacional do exame e qualidade da consistência das análises;⁶ menos variabilidade entre diferentes examinadores,¹⁴⁻¹⁸ superando limitações humanas como cansaço ou distração; e maior reprodutibilidade do exame.¹

Aquisição de imagem

Grande parte da literatura se concentra na interpretação ou análise pela IA de imagens já adquiridas, mas há evidências crescentes sobre o uso da tecnologia de IA para aquisição de imagens por não especialistas.^{5,19-24} A tecnologia automatizada pode orientar um examinador não especialista, reconhecendo

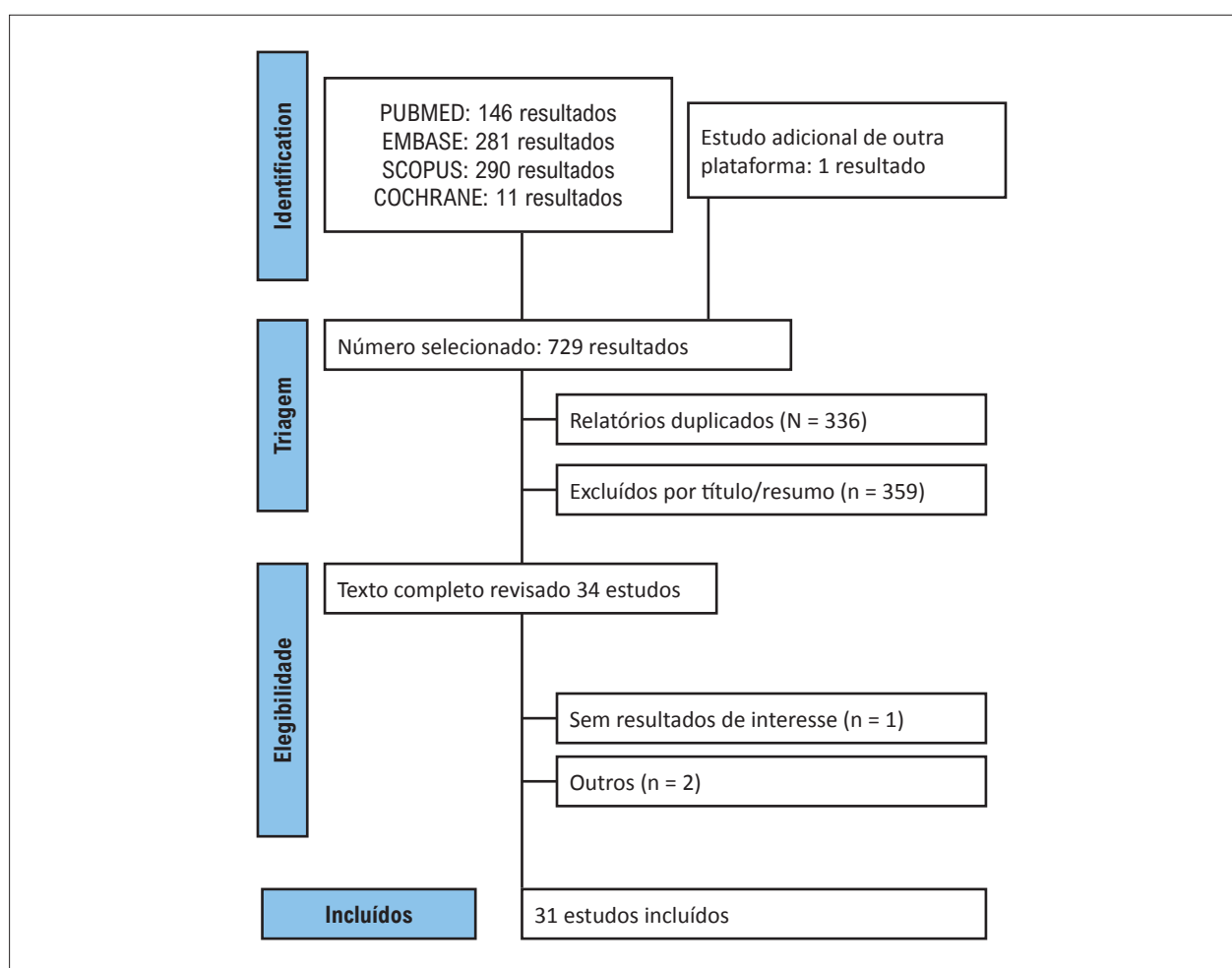


Figure 1 – PRISMA flow diagram of study screening and selection

imagens incorretas e a necessidade de visualizações ou melhorias adicionais. Também pode ajudar a padronizar a aquisição de imagem e as medições.^{1,6} Dessa forma, seria uma ferramenta utilizada para otimizar o treinamento e os estudos ecocardiográficos,^{5,25,26} sendo possível adquirir imagens de qualidade diagnóstica comparáveis às adquiridas manualmente por especialistas.^{5,19,20,22-24} A tecnologia é aplicável na prática clínica, em emergências e em áreas remotas com recursos escassos e poucos profissionais experientes.^{5,21,25,27}

Integração com dados clínicos

No campo da ecocardiografia, a interpretação dos achados dos exames é necessária para melhorar o cuidado e o monitoramento dos pacientes. Assim, o treinamento de softwares de IA para associar dados de imagem a dados clínicos do paciente permite obter informações de diagnóstico relevantes sem a necessidade de habilidades avançadas de análise por um especialista e sem despendendo tempo e recursos. A correlação com anomalias funcionais, estados patológicos, previsão de desfechos e estratificação de risco são exemplos dos benefícios que a integração entre algoritmos e dados

clínicos pode oferecer. Os resultados apresentados pelo estudo de Kusunose *et al.* apoiam a possibilidade de utilização de software de IA para o diagnóstico automatizado de anomalias funcionais, e o estudo de O'Driscoll *et al.* para o cálculo da FEVE e do SLG.^{28,29} No futuro, a integração de softwares de IA com dados clínicos pode possibilitar a formulação de terapias personalizadas para cada paciente.

Desenvolvimento da IA

Bases de dados de estudos ecocardiográficos foram utilizadas para treinar protocolos e algoritmos de aprendizado profundo para detectar disfunção cardíaca, identificar anomalias anatômicas e definir fluxos de trabalho.³⁰⁻³² Após o treinamento, a precisão observada foi semelhante à precisão obtida com metodologias convencionais. Esta validação é indispensável, pois no desenvolvimento de softwares de IA, tanto o software quanto as imagens provêm de fornecedores externos. A qualidade das imagens utilizadas é um ponto relevante, uma vez que, caso os dados inseridos sejam de baixa qualidade, tendenciosos ou restritos, a interpretação pelo algoritmo também será. Um desafio futuro será desenvolver algoritmos de aprendizado profundo que

Tabela 1 – Estudos que utilizam IA para análise de imagens

Autor/ano	País	Desenho e objetivo	N	Parâmetros avaliados	Modelo de IA	Principais resultados
Cotella <i>et al.</i> , 2023 ⁸		Coorte retrospectiva Avaliar o cálculo da FEVE e do SLG feito pela IA em pacientes com amiloidose	51	FEVE, SLG	EchoGo Core 2.0, Ultramics	A FEVE e o SLG calculados por IA totalmente automatizada são comparáveis às medições manuais em pacientes com amiloidose cardíaca.
Sveric <i>et al.</i> , 2023 ¹⁴	Alemanha	Coorte prospectiva Investigar a viabilidade da IA para o cálculo da FEVE no fluxo de trabalho	889	FEVE	LVivo Seamless™	A aplicação baseada em IA identificou automaticamente as janelas apicais padrão do VE e mediu a FEVE. Produziu resultados semelhantes aos do método biplano de Simpson modificado atualmente utilizado e pode melhorar a quantificação da FEVE.
He <i>et al.</i> , 2023 ⁹	EUA	Estudo clínico randomizado Comparar a avaliação inicial da FEVE pelo ultrassonografista e pela IA	3495	FEVE	EchoNet-Dynamic	Os cardiologistas não conseguiram distinguir as avaliações iniciais realizadas pela IA e pelo ultrassonografista. A avaliação inicial da FEVE por IA não foi inferior à avaliação por ultrassonografistas.
Wang <i>et al.</i> , 2022 ¹⁵	EUA	Coorte retrospectiva Avaliar a usabilidade de um software de IA em pacientes com COVID-19	50	FEVE, SLG, VDF, VSF	EchoGo, Ultramics	Os resultados apresentados pelo software EchoGo demonstraram correlações elevadas com os volumes do ventrículo esquerdo e correlações moderadas com a FEVE e o SLG em comparação com as medições padrão de ecocardiograma transtorácico.
Liel-Cohen <i>et al.</i> , 2022 ¹⁶	Israel	Coorte retrospectiva Avaliar a capacidade da IA de identificar projeções e comparar os resultados do SLG com os métodos convencionais	100	SLG	LVivo Seamless™	Os resultados fornecidos pela solução LVivo Seamless baseada em IA demonstraram excelente capacidade para identificar automaticamente as projeções 4CH, 2CH e 3CH, juntamente com excelentes resultados referentes ao SLG em comparação com imagens funcionais automatizadas.
Papadopoulos <i>et al.</i> , 2022 ¹⁰	-	Coorte retrospectiva Avaliar a precisão de um novo HUD com algoritmo assistido por IA para calcular automaticamente a FEVE	100	FEVE	Auto EF, Vivid™	O algoritmo autoEF assistido por IA em um novo HUD é capaz de calcular com precisão a FEVE em tempo real, em comparação com o método biplano manual de Simpson recomendado, empregado em sistemas fixos em uma população geral de pacientes.
Salte <i>et al.</i> , 2021 ¹¹	Noruega	Coorte retrospectiva Examinar medições automatizadas do SLG utilizando aprendizado profundo e IA e comparar com métodos convencionais	200	SLG	EchoPAC SWO v.202, GE Ultrasound	Medições totalmente automatizadas do SLG por meio de uma nova tecnologia de aprendizado profundo baseada em IA para estimativa de movimento são viáveis e rápidas e produzem resultados comparáveis àqueles obtidos com o software semiautomatizado mais utilizado.
Hanif <i>et al.</i> , 2021 ³³	-	Transversal Testar se a medição do strain por IA pode ser mais confiável em comparação com a interpretação humana	52	SLG	EchoGo, Ultramics	A análise do strain longitudinal por IA foi viável na maioria dos ecocardiogramas sem qualquer intervenção do operador. O viés entre o strain longitudinal medido pelo EchoGo e pelo software convencional parece ser pequeno.
Penso <i>et al.</i> , 2022 ¹²	Itália	Transversal Viabilidade, comparação e avaliação da medição do strain por IA em comparação com métodos convencionais	203	FEVR, SLPLVD	3D Auto RV, Philips Medical Systems	A rápida análise e a excelente reprodutibilidade da análise do ventrículo direito em ecocardiograma 3D por IA fundamentam o uso rotineiro do sistema.
Di Candia <i>et al.</i> , 2022 ¹⁷	Itália	Transversal Comparar os resultados de uma análise totalmente automatizada e de uma análise manual do traçado utilizando um novo software de IA	28	FEVE	IA Simpson e IA Wall Motion Tracking (Rastreamento do Movimento de Parede)	A análise totalmente automatizada por IA revelou-se tecnicamente simples, menos demorada e altamente reprodutível. Isso reduz a variabilidade das medições manuais entre diferentes ultrassonografistas e em momentos diferentes.
Papadopoulos <i>et al.</i> , 2022 ¹⁰	Grécia	Transversal Avaliar a confiabilidade e a precisão do diagnóstico de um HUD assistido por IA para calcular automaticamente a fração de ejeção	100	FEVE	Kosmos autoEF	A utilização de um novo HUD assistido por IA forneceu resultados de FEVE semelhantes aos obtidos pelo método biplano manual de Simpson em sistemas fixos e demonstra potencial clínico.

Popoff <i>et al.</i> , 2020 ¹⁸	França	Transversal Avaliar a precisão e reprodutibilidade da ferramenta de IA para calcular volumes do VE e FE em comparação com a ressonância magnética cardíaca como referência	114	FEVE	Um modelo de redes neurais convolucionais profundas	Em comparação com o contorno manual, o volume ventricular esquerdo e a FE por IA demonstraram precisão comparável ou melhor e maior reprodutibilidade. Esses resultados demonstram o valor das ferramentas de IA, com potencial para automação total, para avaliação objetiva e acompanhamento da função cardíaca.
Asch <i>et al.</i> , 2021 ¹³	EUA	Coorte prospectiva Determinar se as estimativas automatizadas feitas por IA podem ser utilizadas para classificar com precisão a função do VE	233	FEVE	Algoritmo de aprendizado de máquina, Caption Health	O novo algoritmo de aprendizado de máquina permite uma avaliação precisa e automatizada da função do VE a partir de projeções ecocardiográficas comumente utilizadas à beira leito. Esta abordagem permitirá que mais profissionais à beira leito avaliem com precisão a função do VE.

VDF: volume diastólico final do ventrículo esquerdo; SLG: strain longitudinal global; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; IA: inteligência artificial; EF: fração de ejeção automática; A4C: apical quatro câmaras; A2C: apical duas câmaras; VD: ventrículo direito; LVOT-VTI: via de saída do ventrículo esquerdo integral da velocidade-tempo; PLAX: corte paraesternal eixo longo; corte paraesternal eixo curto; IVC: veia cava inferior; 4CH: 4 câmaras; 2CH: 2 câmaras; 3CH: 3 câmaras

Tabela 2 – Estudos que utilizam IA para aquisição de imagens.

Autor/ano	País	Desenho e objetivo do estudo	N	Parâmetros avaliados	Modelo de IA	Principais resultados
Peck <i>et al.</i> , 2023 ²⁵	Uganda	Transversal. Avaliar a capacidade de não especialistas em obter imagens de qualidade diagnóstica em pacientes com cardiopatia reumática empregando orientação por IA com Doppler colorido	50	Presença / ausência de cardiopatia reumática, morfologia anormal da válvula mitral e regurgitação mitral	-	A orientação por IA com Doppler colorido é viável para permitir a triagem de cardiopatia reumática por não especialistas, com desempenho significativamente melhor para avaliação da válvula mitral do que da aórtica.
Klempfner <i>et al.</i> , 2023 ⁵	EUA	Coorte prospectiva. Determinar a precisão diagnóstica de estudos ecocardiográficos obtidos por usuários inexperientes guiados por um algoritmo de IA	240	Dimensão e função do ventrículo esquerdo e direito, derrame pericárdico, morfologia valvar, dimensão da atrial esquerda e da veia cava inferior	Algoritmo UltraSight	Após treinamento mínimo com um novo software de orientação por IA, usuários inexperientes conseguiram adquirir imagens em 10 projeções ecocardiográficas cardíacas padrão com qualidade diagnóstica que se aproxima daquela obtida por ultrassonografistas especialistas.
Dadon <i>et al.</i> , 2022 ²⁷	Israel	Ensaio clínico randomizado avaliar o uso da IA como uma ferramenta didática para melhorar a avaliação da FEVE por clínicos-gerais não cardiologistas a partir da projeção A4C	-	FEVE	LVivo EF	O uso de uma ferramenta de IA por clínicos-gerais que trabalham no serviço de emergência melhorou a precisão da avaliação da FEVE em comparação com o grupo de controle.
Varudo <i>et al.</i> , 2022 ¹⁹	Portugal	Coorte prospectiva. Comparar as medições em tempo real realizadas por profissionais inexperientes e por especialistas com as medições de referência da FEVE realizadas manualmente por ecografistas	95	FEVE	Algoritmo EF em Tempo Real	As medições em tempo real da FEVE por aprendizado de máquina apresentaram forte correlação com as medições manuais realizadas por especialistas.
Burke <i>et al.</i> , 2022 ²⁰	Irlanda	Transversal. Avaliar a qualidade do estudo por profissionais inexperientes com orientação por IA	120	Qualidade da imagem para determinar a FEVE, derrame pericárdico	Sistema Caption AI	A tecnologia Caption AI permite, com segurança, que profissionais inexperientes realizem ecocardiogramas eficientes e precisos à beira leito em diferentes contextos clínicos que sejam comparáveis aos realizados por profissionais especializados.

Narang <i>et al.</i> , 2021 ²¹	EUA	Coorte prospectiva. Testar se profissionais inexperientes conseguem obter estudos ecocardiográficos transtorácicos de 10 projeções de qualidade diagnóstica utilizando um software de aprendizado profundo	240	Tamanho do ventrículo esquerdo, função, derrame pericárdico e tamanho do ventrículo direito	Orientação Software Caption	O algoritmo de aprendizado profundo permite que iniciantes sem experiência em ultrassonografia obtenham estudos ecocardiográficos transtorácicos para fins de diagnóstico, para avaliação do tamanho e função do ventrículo esquerdo, tamanho do ventrículo direito e presença de derrame pericárdico não trivial.
Surette <i>et al.</i> , 2020 ²²	EUA	Ensaio clínico multicêntrico prospectivo. Avaliar se as imagens adquiridas por iniciantes com orientação do software foram de qualidade diagnóstica em pacientes com e sem dispositivos eletrofisiológicos implantados	240	Tamanho e função do ventrículo direito	-	O novo software de aprendizado profundo pode orientar profissionais inexperientes a realizar ecocardiogramas transtorácicos que permitam a avaliação qualitativa do tamanho do VD, mesmo na presença de dispositivos eletrofisiológicos implantados.
Schneider <i>et al.</i> , 2020 ²³	Áustria	Transversal. Avaliar se o novo algoritmo de aprendizado de máquina pode ajudar operadores inexperientes a adquirir loops de imagem de diagnóstico	14	FEVE	-	O algoritmo de aprendizado de máquina pode orientar ultrassonografistas inexperientes a adquirir loops de eco de diagnóstico e fornecer um cálculo automatizado da FEVE que seja comparável ao realizado por um especialista humano.
Motazedian <i>et al.</i> , 2022 ²⁴	Holanda	Coorte prospectiva. Determinar a precisão da FEVE em exame US à beira leito guiado por IA em comparação com o ecocardiograma transtorácico formal	449	FEVE	EchoNous Kosmos	A US à beira leito assistida por IA realizada por profissionais inexperientes e experientes pode determinar com precisão a FEVE em comparação com um ecocardiograma transtorácico abrangente.
Zhai <i>et al.</i> , 2022 ²⁶	China	Transversal. Identificar o grau de correlação entre LVOT-VTI automatizada e LVOT-VTI manual realizado por médicos especialistas em US à beira leito	46	LVOT/VTI	Software de IA	A IA pode fornecer orientação em tempo real a operadores iniciantes que não possuem experiência para adquirir a projeção padrão ideal.
Fung <i>et al.</i> , 2019 ³⁴	Canadá	Coorte prospectiva. Avaliar a precisão do sistema de IA para avaliar a qualidade da imagem em comparação com a análise subjetiva realizada por especialistas	53	PLAX, PSAX, A2C, A4C e IVC subcostal	-	O sistema de IA é capaz de avaliar a qualidade da imagem com precisão modesta.

A2C: apical duas câmaras; A4C: apical quatro câmaras; IVC: veia cava inferior; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; LVOT-VTI: via de saída do ventrículo esquerdo integral da velocidade-tempo; PLAX: corte paraesternal eixo longo; PSAX: corte paraesternal eixo curto; VD: ventrículo direito; SLG: strain longitudinal global; VDF: volume diastólico final do ventrículo esquerdo; VSF: volume sistólico final do ventrículo esquerdo; HUD: dispositivo de ultrassom portátil; AutoEF: fração de ejeção automática; FEVR: fração de ejeção do ventrículo direito; SLPLVD: strain longitudinal da parede livre do ventrículo direito; US: ultrassonografia.

possam ser empregados em diferentes equipamentos, possuam nomenclaturas padrão e armazenem e recuperem dados de forma independente do fornecedor.¹

A incorporação da IA na prática clínica levanta preocupações éticas principalmente relacionadas à responsabilidade, à medida que o cuidado se torna mais indireto, e à transparência, conforme se questiona a extensão daquilo que deve ser informado ao paciente e por ele consentido. É importante lembrar que o uso da IA já faz parte da rotina das pessoas e esse tipo de tecnologia está cada vez mais disponível para a sociedade. Esta interação tende a ser irreversível e, certamente, não será diferente na prática médica e na ecocardiografia. Mesmo assim, não se trata de uma competição entre humanos e máquinas. Não conseguimos imaginar um cenário no qual um substitua o outro. Pelo contrário, a IA está a favor do médico e contra a obscuridade das limitações sistêmicas e humanas, tais

como: alta demanda, falta de especialistas, ergonomia e esgotamento dos serviços. Especialmente porque, ao aumentar a eficácia operacional do exame, as habilidades do médico especialista podem ser empregadas de forma mais eficiente. Espera-se que o uso da IA ajude a democratizar o acesso ao exame, representando um avanço na assistência à saúde.

A presente revisão sistemática possui limitações. Em primeiro lugar, a grande maioria dos estudos tem um desenho transversal. No entanto, como nosso objetivo era a validação diagnóstica, estudos com esse desenho são suficientes para demonstrar a não inferioridade dos métodos. Os desenhos que estudam medidas de associação em longo prazo podem esclarecer melhor os benefícios da IA para a qualidade do acompanhamento longitudinal dos pacientes. Em segundo lugar, os softwares de IA geralmente necessitam de uma qualidade mínima de imagem. Por

Tabela 3 – Estudos que utilizam IA para integração com dados clínicos

Autor/ ano	País	Desenho e objetivo do estudo	N	Parâmetros avaliados	Modelo de IA	Principais resultados
Kusunose <i>et al.</i> , 2019 ³⁵	Japão	Coorte prospectiva. Investigar se uma DCNN poderia detectar RWMAs com mais eficiência	300	Presença de anomalias do movimento da parede	ResNet, DenseNet, Inception-ResNet, Inception e Xception	Os resultados apoiam a possibilidade de utilizar DCNN para o diagnóstico automatizado de RWMAs no campo da ecocardiografia.
O'Driscoll <i>et al.</i> , 2022 ²⁸	Inglaterra	Coorte retrospectiva. Avaliar se a FEVE e o SLG, calculados automaticamente pela IA, aumentam o desempenho diagnóstico da ecocardiografia sob estresse para a detecção de DAC	512	FEVE e SLG em repouso e stress	EchoGo Core 1.0, Ultramics	O cálculo da FEVE e do SLG por IA por meio do contorno em ecocardiografias sob estresse com e sem contraste, em repouso e sob estresse, é viável e melhora independentemente a identificação da DAC obstrutiva para além dos métodos convencionais.
Asch <i>et al.</i> , 2022 ³⁶	Multicêntrico	Coorte prospectiva. Testar a hipótese de que a análise por IA de imagens ecocardiográficas poderia prever a mortalidade com mais precisão do que a análise convencional por um especialista humano	870	FEVE, SLVE	EchoGo Core, Ultramics	A análise por IA da FEVE e do SLVE apresentou viabilidade semelhante à análise manual e as análises por IA, mas não as manuais, foram um fator significativo de predição de mortalidade hospitalar e durante período de acompanhamento.

DAC: doença arterial coronariana; DCNN: rede neural convolucional profunda; SLG: strain longitudinal global; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; SLVE: strain longitudinal do ventrículo esquerdo; RWMAs: anormalidades no movimento regional da parede; SE: ecocardiograma sob estresse; IA: inteligência artificial.

Tabela 4 – Estudos que desenvolveram uma IA

Autor e ano	País	Desenho e objetivo do estudo	Número de pacientes	Parâmetros avaliados	Modelo de IA	Principais resultados
Asch <i>et al.</i> , 2019 ³²	EUA	Transversal Desenvolver um algoritmo e testar sua viabilidade e precisão para quantificação automatizada da FEVE por um computador especialista bem treinado em comparação à referência	99	FEVE	AutoEF (BayLabs)	O algoritmo de aprendizado de máquina para a estimativa da FEVE que evita a segmentação de imagens e as medições de volume é altamente viável e pode produzir resultados estritamente comparáveis aos obtidos por profissionais experientes utilizando a metodologia convencional.
Stowell <i>et al.</i> , 2021 ³⁰	Inglaterra	Transversal Desenvolver um método baseado em aprendizado de máquina, treinado e validado por especialistas credenciados da AI Echocardiography Collaborative	-	Strain longitudinal do ventrículo esquerdo	-	A medição de strain por IA de código aberto e independente do fornecedor automaticamente produz valores compatíveis com o consenso de especialistas e com os obtidos por especialistas individualmente.
Tromp <i>et al.</i> , 2021 ³¹	Cingapura	Transversal Desenvolver um fluxo de trabalho de aprendizado profundo totalmente automatizado para classificar, segmentar e anotar vídeos bidimensionais e modalidades Doppler em ecocardiogramas	-	-	-	Os algoritmos de aprendizado profundo podem anotar automaticamente vídeos 2D e modalidades Doppler com precisão semelhante às medições manuais por ultrassonografistas especializados.

AutoEF: fração de ejeção automática; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; IA: inteligência artificial.

vezes, pacientes com janelas ruins foram excluídos.^{10,14,15} Em diversos estudos, as imagens analisadas foram coletadas em cenários ideais por especialistas experientes ou faziam parte de pacotes provenientes de centros de fornecedores. É necessário realizar estudos maiores com imagens de baixa qualidade, especialmente em pacientes com janelas ruins, hemodinamicamente instáveis ou em ambientes não ideais (UTI, emergência). Em terceiro lugar, a maioria dos softwares consegue medir um número limitado de parâmetros. Assim, estudos adicionais podem validar os benefícios do uso da IA além dos parâmetros estudados nesta revisão.

Conclusão

O uso de IA na área da ecocardiografia provou ser um método altamente eficaz e preciso em quatro domínios principais (Figura Central). A IA proporciona a automatização e padronização das imagens e respectivas medições, o que proporciona diagnósticos mais precisos, superando as limitações encontradas na manipulação por ultrassonografistas humanos. Além disso, a IA também provou ser um instrumento facilitador para a obtenção de resultados satisfatórios, mesmo quando utilizada por não especialistas. As vantagens oferecidas pela IA tornam o exame muito mais rápido e acessível, uma vez que a duração da formação de um profissional especializado é um dos desafios da disponibilidade de exames na saúde pública. Portanto, tendo em vista os fatos mencionados, a IA é um recurso favorável que pode ser altamente implementado nos serviços de ecocardiografia, pois as vantagens apresentadas pelo método abrangem diferentes dimensões, desde a precisão

dos resultados e integração de dados para correlação clínica até a prevenção de doenças ergonômicas relacionadas ao trabalho do ultrassonografista.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e análise e interpretação dos dados: Neves HAF, Yuasa BS, Costa THLP, Santos IE, Benavides YMR, Lofrano-Alves MS; redação do manuscrito: Neves HAF, Yuasa BS, Costa THLP, Santos IE, Benavides YMR; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Lofrano-Alves MS.

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. Davis A, Billick K, Horton K, Jankowski M, Knoll P, Marshall JE, et al. Artificial Intelligence and Echocardiography: A Primer for Cardiac Sonographers. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020;33(9):1061-6. doi: 10.1016/j.echo.2020.04.025.
2. Chu WK, Raeside DE. Fourier Analysis of the Echocardiogram. *Phys Med Biol.* 1978;23(1):100-5. doi: 10.1088/0031-9155/23/1/009.
3. Akkus Z, Aly YH, Attia IZ, Lopez-Jimenez F, Arruda-Olson AM, Pellikka PA, et al. Artificial Intelligence (AI)-Empowered Echocardiography Interpretation: A State-of-the-Art Review. *J Clin Med.* 2021;10(7):1391. doi: 10.3390/jcm10071391.
4. Alsharqi M, Woodward WJ, Mumith JA, Markham DC, Upton R, Leeson P. Artificial Intelligence and Echocardiography. *Echo Res Pract.* 2018;5(4):R115-R125. doi: 10.1530/ERP-18-0056.
5. Klempfner RV, Lang RM, Mor-Avi V, Guile B, Hipke K, Cotella JJ, et al. Novel Artificial Intelligence Guidance Algorithm Enables Acquisition by Novices of Diagnostic Quality Echocardiographic Images. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81(8):1401. doi: 10.1016/S0735-1097(23)01845-4.
6. Thachil R, Hanson D. Artificial Intelligence in Echocardiography: A Disruptive Technology for Democratizing and Standardizing Health. *J Am Soc Echocardiogr.* 2022;35(8):A14-A16. doi: 10.1016/j.echo.2022.06.001.
7. Helbach J, Hoffmann F, Pieper D, Allers K. Reporting According to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Abstracts (PRISMA-A) Depends on Abstract Length. *J Clin Epidemiol.* 2023;154:167-77. doi: 10.1016/j.jclinepi.2022.12.019.
8. Cotella JJ, Slivnick JA, Sanderson E, Singulane C, O'Driscoll J, Asch FM, et al. Artificial Intelligence Based Left Ventricular Ejection Fraction and Global Longitudinal Strain in Cardiac Amyloidosis. *Echocardiography.* 2023;40(3):188-95. doi: 10.1111/echo.15516.
9. He B, Kwan AC, Cho JH, Yuan N, Pollick C, Shiota T, et al. Blinded, Randomized Trial of Sonographer Versus AI Cardiac Function Assessment. *Nature.* 2023;616(7957):520-4. doi: 10.1038/s41586-023-05947-3.
10. Papadopoulou SL, Sachpekidis V, Kantartzis V, Styliadis I, Nihoyannopoulos P. Clinical Validation of an Artificial Intelligence-Assisted Algorithm for Automated Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction in Real Time by a Novel Handheld Ultrasound Device. *Eur Heart J Digit Health.* 2022;3(1):29-37. doi: 10.1093/ehjdh/ztac001.
11. Salte IM, Østvik A, Smistad E, Melichova D, Nguyen TM, Karlsen S, et al. Artificial Intelligence for Automatic Measurement of Left Ventricular Strain in Echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2021;14(10):1918-28. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.04.018.
12. Penso M, Ranalletta RA, Pepi M, Garlaschi A, Ali SG, Fusini L, et al. Comparison Between Automatic and Semiautomatic System for the 3D Echocardiographic Multiparametric Evaluation of RV Function and Dimension. *J Clin Med.* 2022;11(15):4528. doi: 10.3390/jcm11154528.
13. Asch FM, Mor-Avi V, Rubenson D, Goldstein S, Saric M, Mikati I, et al. Deep Learning-Based Automated Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction: A Point-of-Care Solution. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2021;14(6):e012293. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.120.012293.

14. Sveric KM, Botan R, Dindane Z, Winkler A, Nowack T, Heitmann C, et al. Single-Site Experience with an Automated Artificial Intelligence Application for Left Ventricular Ejection Fraction Measurement in Echocardiography. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(7):1298. doi: 10.3390/diagnostics13071298.
15. Wang TKM, Cremer PC, Chan N, Piotrowska H, Woodward G, Jaber WA. Utility of an Automated Artificial Intelligence Echocardiography Software in Risk Stratification of Hospitalized COVID-19 Patients. *Life (Basel)*. 2022;12(9):1413. doi: 10.3390/life12091413.
16. Liel-Cohen N, Kobal S, Butnaru A, Alper-Suissa L, Feinstein S. A Novel Artificial Intelligence-Based System Provides Global Longitudinal Strain Automatically Behind the Scenes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(1):i8-i9. doi: 10.1093/ehjci/jeab289.004.
17. Di Candia A, Castaldi B, Cati A, Basso A, Fumanelli J, Sabatino J, et al. AI do it Better. Reproducibility of Fully Automated Versus Manual Analysis of Left Ventricle Function Using a New Software. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(1):i252-i3. doi: 10.1093/ehjci/jeab289.183.
18. Popoff A, Langet H, Piro P, Ropert C, Allain P, Gauriau R, et al. Can we Improve the Accuracy and Reproducibility of Left Ventricular Ejection Fraction from 2D Echocardiography Using Artificial Intelligence? A Validation Against Cardiac Magnetic resonance. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(1):i34-i5. doi: 10.1093/ehjci/jez319.032.
19. Varudo R, Gonzalez FA, Leote J, Martins C, Bacariza J, Fernandes A, et al. Machine Learning for the Real-Time Assessment of Left Ventricular Ejection Fraction in Critically Ill Patients: A Bedside Evaluation by Novices and Experts in Echocardiography. *Crit Care*. 2022;26(1):386. doi: 10.1186/s13054-022-04269-6.
20. Burke D, Corrigan N, Herlihy M, Nasaj O, Dickson J, Delaney D, et al. Real World Evaluation of Artificial Intelligence Echocardiography Image Guidance and Acquisition with Novice Scanners in Multiple Clinical Settings. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23(1):i20. doi: 10.1093/ehjci/jeab289.011.
21. Narang A, Bae R, Hong H, Thomas Y, Surette S, Cadieu C, et al. Utility of a Deep-Learning Algorithm to Guide Novices to Acquire Echocardiograms for Limited Diagnostic Use. *JAMA Cardiol*. 2021;6(6):624-32. doi: 10.1001/jamacardio.2021.0185.
22. Surette S, Narang A, Bae R, Hong H, Thomas Y, Cadieu C, et al. Artificial Intelligence-Guided Image Acquisition on Patients with Implanted Electrophysiological Devices: Results from a Pivotal Prospective Multi-Center Clinical Trial. *Eur Heart J*. 2020;41(2):6. doi: 10.1093/ehjci/ehaa946.0006.
23. Schneider M, Bartko P, Geller W, Dannenberg V, König A, Binder C, et al. A machine Learning Algorithm Supports Ultrasound-Naïve Novices in the Acquisition of Diagnostic Echocardiography Loops and Provides Accurate Estimation of LVEF. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(2):577-86. doi: 10.1007/s10554-020-02046-6.
24. Motazedian P, Marbach J, Prosperi-Porta C, Parlow S, Di Santo P, Jung R, et al. Point-of-Care Ultrasonography: Artificial Intelligence in the Assessment of Left Ventricular Function. *Circulation*. 2022;146(1):15710. doi: 10.1161/circ.146.suppl_1.15710Circulation.
25. Peck D, Rwebembera J, Nakagaayi D, Minja NW, Ollberding NJ, Pulle J, et al. The Use of Artificial Intelligence Guidance for Rheumatic Heart Disease Screening by Novices. *J Am Soc Echocardiogr*. 2023;36(7):724-32. doi: 10.1016/j.echo.2023.03.001.
26. Zhai S, Wang H, Sun L, Zhang B, Huo F, Qiu S, et al. Artificial Intelligence (AI) Versus Expert: A Comparison of Left Ventricular Outflow Tract Velocity Time Integral (LVOT-VTI) Assessment Between ICU Doctors and an AI Tool. *J Appl Clin Med Phys*. 2022;23(8):e13724. doi: 10.1002/acm2.13724.
27. Dadon Z, Butnaru A, Rosenmann D, Alper-Suissa L, Glikson M, Alpert EA. Use of Artificial Intelligence as a Didactic Tool to Improve Ejection Fraction Assessment in the Emergency Department: A Randomized Controlled Pilot Study. *AEM Educ Train*. 2022;6(2):e10738. doi: 10.1002/aet2.10738.
28. O'Driscoll JM, Hawkes W, Beqiri A, Mumith A, Parker A, Upton R, et al. Left Ventricular Assessment with Artificial Intelligence Increases the Diagnostic Accuracy of Stress Echocardiography. *Eur Heart J Open*. 2022;2(5):oeac059. doi: 10.1093/ehjopen/oeac059.
29. Kusunose K, Abe T, Haga A, Fukuda D, Yamada H, Harada M, et al. A Deep Learning Approach for Assessment of Regional Wall Motion Abnormality from Echocardiographic Images. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(2 Pt 1):374-81. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.02.024.
30. Stowell C, Howard J, Demetrescu C, Bhattacharyya S, Mangion K, Vimalaesarvan K, et al. Fully Automated Global Longitudinal Strain Assessment Using Artificial Intelligence Developed and Validated by a UK-wide Echocardiography Expert Collaborative. *Eur Heart J*. 2021;42(1):2. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.120.011951.
31. Tromp J, Seekings PJ, Hung CL, Iversen MB, Frost MJ, Ouwerkerk W, et al. Automated Interpretation of Systolic and Diastolic Function on the Echocardiogram: A Multicohort Study. *Lancet Digit Health*. 2022;4(1):e46-e54. doi: 10.1016/S2589-7500(21)00235-1.
32. Asch FM, Poilvert N, Abraham T, Jankowski M, Cleve J, Adams M, et al. Automated Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction Without Volume Measurements Using a Machine Learning Algorithm Mimicking a Human Expert. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2019;12(9):e009303. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.119.009303.
33. Hanif W, Goldberg Y, Taub CC, Vorchheimer DA, Slipczuk L, Ho E, et al. Automated Measurement of Global Longitudinal Strain by Speckle-Tracking Echocardiography in Cardio-Oncology Patients Using Artificial Intelligence. *Circulation*. 2021;144(1):A11383. doi: 10.1161/circ.144.suppl_1.11383.
34. Fung A, Moulson N, Balthazaar S, Girgis H, van Woudenberg N, Abolmaesumi P, et al. Can Artificial Intelligence Assess Image Quality in Point-Of-Care Ultrasonography? *Canadian Journal of Cardiology*. 2019;35(10):146. doi: 10.1016/j.cjca.2019.07.566.
35. Kusunose K, Haga A, Abe T, Sata M. Utilization of Artificial Intelligence in Echocardiography. *Circ J*. 2019;83(8):1623-9. doi: 10.1253/circj.CJ-19-0420.
36. Asch FM, Descamps T, Sarwar R, Karagodin I, Singulane CC, Xie M, et al. Human Versus Artificial Intelligence-Based Echocardiographic Analysis as a Predictor of Outcomes: An Analysis from the World Alliance Societies of Echocardiography COVID Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35(12):1226-37.e7. doi: 10.1016/j.echo.2022.07.004.



Aspectos Clínicos e Ecocardiográficos da Incompatibilidade Paciente-Prótese em Pacientes com Próteses Valvares em Posição Aórtica

Clinical and Echocardiographic Aspects of Patient-Prosthesis Mismatch in Patients With Prosthetic Aortic Valves

Irving Gabriel Araújo Bispo,¹ Daniela Fernanda Alli Hemerly,¹ Alberto Takeshi Kyiose,¹ Claudio Henrique Fischer,^{1,2} Valdir Ambrosio Moises¹

Universidade Federal de São Paulo (Unifesp),¹ São Paulo, SP – Brasil

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

Resumo

Introdução: Considera-se incompatibilidade paciente-prótese (IPP) quando uma prótese cardíaca apresenta gradiente de pressão transprotético elevado e área valvar indexada reduzida, mas com funcionamento normal dos discos. A IPP pode causar repercussões clínicas e hemodinâmicas nos pacientes.

Objetivo: Analisar as características clínicas e ecocardiográficas da IPP em pacientes com prótese em posição aórtica.

Métodos: Foram incluídos pacientes com mais de 18 anos de idade com prótese valvar biológica ou mecânica em posição aórtica em acompanhamento desde fevereiro de 2010. A IPP foi considerada discreta se o índice da área valvar fosse $\geq 0,85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ e grave se $\leq 0,65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. As variáveis foram comparadas entre os grupos com IPP moderada ou grave (IPPAO2) e IPP discreta (IPPAO1). Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

Resultados: Foram incluídos 60 pacientes (36 mulheres) com prótese aórtica (29 biológicas e 31 mecânicas). Foi diagnosticada IPPAO2 em 12 pacientes (20%) que apresentavam área valvar média de $0,66 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ e gradiente médio de 24 mmHg. A classe funcional II ou III foi mais frequente no grupo IPPAO2 (66,7%) do que no IPPAO1 (20,8%); $p < 0,001$. O volume do átrio esquerdo ($51 \pm 16 \text{ mL}/\text{m}^2 \times 40 \pm 12 \text{ mL}/\text{m}^2$; $p = 0,002$) e a espessura do septo e da parede do ventrículo esquerdo ($10,83 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; $p = 0,018$) foram maiores no grupo IPPAO2.

Conclusões: IPP moderada ou grave ocorreu em 20% dos pacientes. Esses pacientes eram mais sintomáticos e apresentaram volumes do átrio esquerdo e da espessura miocárdica do ventrículo esquerdo maiores.

Palavras-chave: Valva aórtica; Implante de Prótese de Valva Cardíaca; Ecocardiografia

Abstract

Introduction: Patient-prosthesis mismatch (PPM) is considered to occur if a prosthetic heart valve has a high transvalvular pressure gradient and a reduced indexed valve area, despite normally functioning discs. PPM may have clinical and hemodynamic repercussions for patients.

Objective: To analyze the clinical and echocardiographic characteristics of PPM in patients with prosthetic aortic valves.

Methods: Patients aged 18 years or over with a biological or mechanical aortic valve undergoing follow-up since February 2010 were included. PPM was considered mild if the indexed valve area was $\geq 0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ and severe if $\leq 0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Variables were compared between groups with moderate or severe PPM (PPMAO2) and mild PPM (PPMAO1); significant if $p < 0.05$.

Results: Sixty patients (36 women) with prosthetic aortic valves (29 biological and 31 mechanical) were included. PPMAO2 was diagnosed in 12 patients (20%), who had a mean valve area of $0.66 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ and mean gradient of 24 mm Hg. Functional class II or III was more frequent in the PPMAO2 group (66.7%) than in the PPMAO1 group (20.8%); $p < 0.001$. Left atrial volume ($51 \pm 16 \text{ mL}/\text{m}^2 \times 40 \pm 12 \text{ mL}/\text{m}^2$; $p = 0.002$) and left ventricular septal and wall thicknesses ($10.83 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; $p = 0.018$) were higher in the PPMAO2 group.

Conclusions: Moderate or severe PPM occurred in 20% of patients. These patients were more symptomatic and had higher left atrial volumes and left ventricular myocardial wall thickness.

Keywords: Aortic Valve; Heart Valve Prosthesis Implantation; Echocardiography.

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

Correspondência: Irving Bispo •

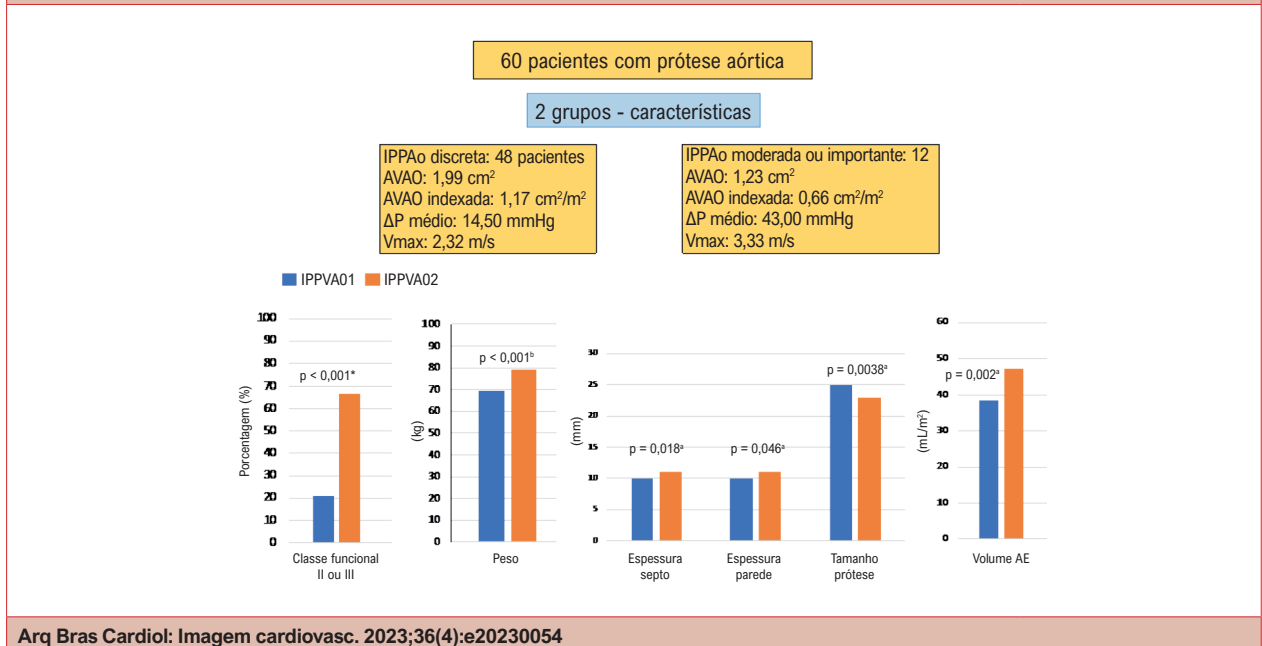
Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Rua Napoleão de Barros, 715. CEP: 04021-001. Vila Clementino, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: irvingbispo@yahoo.com.br

Artigo recebido em 2/06/2023; revisado em 04/11/2023; aceito em 15/11/2023.

Editor responsável pela revisão: Viviane Hotta

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230054>

Figura Central: Aspectos Clínicos e Ecocardiográficos da Incompatibilidade Paciente-Prótese em Pacientes com Próteses Valvares em Posição Aórtica

A figura resume as características hemodinâmicas das próteses dos pacientes (caixas de texto) e os principais resultados do estudo (gráficos de barras). Os 60 pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com o padrão hemodinâmico das próteses em posição aórtica: incompatibilidade paciente-prótese discreta (IPPAO1) e incompatibilidade paciente-prótese moderada ou grave (IPPAO2). AVAQ: área valvar aórtica; ΔP : gradiente de pressão sistólica transvalvar; Vmax: velocidade sistólica transvalvar máxima; p: significância estatística do teste; a: teste de Mann-Whitney; b: teste t-Student; *: teste exato de Fischer. Os valores das variáveis correspondem à média ou mediana conforme o tipo de distribuição da variável e teste realizado.

Introdução

Cerca de 90 mil próteses valvares são implantadas por ano nos Estados Unidos. Embora haja predominância das próteses biológicas em relação às mecânicas, tem-se observado recentemente um aumento expressivo de implante percutâneo de biopróteses em todo o mundo.^{1,2} No Brasil, segundo o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), 17,4% das cirurgias cardiovasculares de alta complexidade consistem em implante de prótese valvar.³ Sabe-se que, após implante de prótese valvar, os pacientes com estenose aórtica importante evoluem com melhora clínica e da função ventricular e com aumento da sobrevida.^{4,5}

Apesar de melhorias no perfil hemodinâmico, na durabilidade e nas técnicas cirúrgicas e da redução da trombogenicidade, as próteses valvares cardíacas ainda estão sujeitas a complicações ou disfunções.⁶ Outra condição que pode ocorrer com as próteses valvares cardíacas é a incompatibilidade paciente-prótese (IPP), também conhecida como *mismatch*, caracterizada por elevação dos gradientes de pressão transpróteses e redução da área valvar indexada pela área de superfície corporal, mas com funcionamento normal dos discos.^{1,7} O diagnóstico leva em consideração tanto o desempenho hemodinâmico esperado da prótese quanto as necessidades de débito cardíaco do paciente, em grande parte relacionados à superfície corporal.⁸ O desequilíbrio entre essas duas variáveis é o que ocasiona os altos gradientes de pressão transpróteses correspondentes à expressão inicial da IPP.^{6,9}

A IPP foi descrita e caracterizada inicialmente em 1978 por Rahimtoola.¹⁰ Diversos estudos foram desenvolvidos com o objetivo de entender a situação hemodinâmica e as consequências clínicas.¹¹⁻¹³ Atualmente, para o diagnóstico da IPP em próteses aórticas, recomenda-se que a área valvar efetiva seja calculada pelo ecocardiograma com Doppler por meio da equação de continuidade.^{14,15} A IPP tem sido associada a maior mortalidade precoce e tardia após troca valvar aórtica, redução da capacidade funcional, aumento da hospitalização por insuficiência cardíaca e redução da durabilidade da prótese.¹⁶ Em uma metanálise de 34 estudos com um total de 27.186 pacientes e 133.141 pacientes-ano portadores de prótese aórtica, a IPP moderada ou grave aumentou a mortalidade por todas as causas (razão de risco, 1,19 e 1,84, respectivamente) e a mortalidade cardiovascular global (razão de risco, 1,32 e 6,46, respectivamente).¹⁷

No Brasil, diversos tipos e modelos de próteses são usados nos pacientes com doença valvar cardíaca grave que requerem tratamento cirúrgico. Há próteses importadas, mas há também próteses nacionais, principalmente biológicas. Entretanto, poucos estudos no Brasil abordaram a IPP.¹⁸ A diretriz de doenças valvares cardíacas da Sociedade Brasileira de Cardiologia de 2020¹⁹ cita a IPP como causa de disfunção de prótese valvar, mas não descreve de forma fidedigna e objetiva os aspectos diagnósticos e as possíveis medidas para reduzir ou evitar sua incidência.¹⁹ Por outro lado, um documento publicado pela Sociedade Europeia de Imagem

Cardiovascular, com participação do Departamento de Imagem Cardiovascular, sugere um fluxograma semelhante aos de outras associações internacionais, mas não detalha o método de obtenção da área valvar para diagnóstico de IPP.²⁰

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as características clínicas e ecocardiográficas da IPP numa coorte de pacientes com prótese em posição aórtica.

Métodos

Foram incluídos pacientes de ambos os sexos com mais de 18 anos de idade com prótese valvar aórtica biológica ou mecânica em acompanhamento ambulatorial desde fevereiro de 2010, independentemente do número de cirurgias prévias. Todos os pacientes já apresentavam gradientes transvalvares elevados, previamente definidos por ecocardiograma pós-cirúrgico, estavam em seguimento ambulatorial regular e possuíam dados clínicos e da prótese disponíveis. Foram excluídos os pacientes que já tinham disfunção de prótese comprovada ou cujos dados clínicos e ecocardiográficos prévios não permitiam avaliar a situação hemodinâmica da prótese. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (CAAE: 65219317.4.0000.5505).

A avaliação clínica foi realizada durante consulta ambulatorial em conjunto com análise do prontuário eletrônico ou físico, quando disponível. Foram obtidas e registradas informações referentes a sexo; idade; área de superfície corpórea; índice de massa corporal (IMC); antecedentes médicos, tais como a doença valvar cardíaca que motivou o implante da prótese, hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus e fibrilação atrial; e classe funcional da New York Heart Association (NYHA). Com base nas informações de tipo, marca e tamanho da prótese registradas nos prontuários dos pacientes, foi obtida a área efetiva prevista das próteses conforme dados da literatura ou do fabricante.

Ecocardiograma com Doppler

O ecocardiograma foi realizado com aparelho Vivid 7 (General Electric) equipado com transdutores de 1 a 5 MHz. Foi utilizada derivação eletrocardiográfica simultânea. Os planos de imagem utilizados e a obtenção das medidas das quatro cavidades cardíacas, incluindo a espessura miocárdica do septo e da parede posterior do ventrículo esquerdo, bem como a análise dos parâmetros de função sistólica dos ventrículos e das valvas nativas seguiram as recomendações recentes da Sociedade Americana de Ecocardiografia.²¹

As próteses valvares foram analisadas com base nas características morfológicas e de mobilidade dos folhetos ou discos. A área valvar das próteses foi calculada pela equação de continuidade e expressa em valores absolutos (cm^2) e indexados (cm^2/m^2). Os gradientes de pressão máximo e médio e a velocidade máxima do fluxo através das próteses foram avaliados com Doppler contínuo. Quando presentes, os refluxos das próteses valvares foram analisados pelos métodos recomendados nas diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia.²² Foram também analisados o diâmetro (cm) da veia cava inferior e a velocidade máxima (m/s) do refluxo tricúspide.

Levantou-se a suspeita de IPP se o gradiente de pressão médio através da prótese aórtica no ecocardiograma com Doppler de rotina prévio fosse superior a 20 mmHg na ausência de alterações estruturais e de movimento dos discos ou folhetos e de refluxo mais do que discreto. Nos pacientes com suspeita de IPP, um novo ecocardiograma foi realizado para determinar todos os parâmetros necessários para confirmar ou excluir o diagnóstico. O diagnóstico de IPP foi baseado na determinação da área valvar indexada pela área de superfície corpórea (cm^2/m^2). A IPP foi considerada discreta se a área valvar indexada fosse superior a 0,85 cm^2/m^2 , moderada se fosse de 0,65 a 0,85 cm^2/m^2 e grave se fosse menor ou igual a 0,65 cm^2/m^2 . Para efeito de comparação, os pacientes foram divididos em dois grupos: IPP discreta (IPPAO1) e IPP moderada ou grave (IPPAO2).

Análise estatística

Os dados foram apresentados por meio de análise descritiva conforme o tipo de distribuição da variável (normal ou não). A análise estatística foi inicialmente feita através das seguintes medidas de resumo: média, mediana, valores mínimo e máximo, desvio-padrão e frequências absoluta e relativa (porcentagem). As variáveis contínuas com distribuição normal foram descritas em média $\pm$ desvio-padrão, e as variáveis contínuas sem distribuição normal foram descritas em mediana e intervalo interquartil. O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para verificar a normalidade dos dados. As análises inferenciais empregadas para comparar as informações segundo a classificação da IPP foram o teste de Mann-Whitney, t-Student para amostras independentes, qui-quadrado de Pearson e extensão do teste exato de Fisher.²³ Em todas as comparações, foi utilizado um nível de significância estatística de 5%. As análises estatísticas foram realizadas nos programas IBM-SPSS Statistics versão 24 e R versão 3.6.3.²³

Resultados

Foram incluídos 60 pacientes com prótese aórtica, dos quais 36 (60%) eram mulheres. Vinte e um (35%) pacientes tinham mais de 60 anos, 54 (90%) tinham hipertensão arterial sistêmica, 12 (20%) tinham diabetes mellitus e 8 (13%) tinham doença renal crônica. Conforme os critérios adotados, foi diagnosticada IPP moderada ou grave em 12 (20%) pacientes. Conforme esperado, os pacientes do grupo IPPAO2 apresentaram área valvar absoluta e área valvar indexada significativamente menores e velocidade sistólica transvalvar máxima e gradientes de pressão transvalvares máximo e médio significativamente maiores em relação ao grupo IPPAO1 (Tabela 1).

Na época da realização do ecocardiograma, o peso, a altura e o IMC dos 12 pacientes do grupo IPPAO2 eram significativamente maiores do que no grupo IPPAO1, mas não houve diferença estatisticamente significativa quanto à idade e à área de superfície corpórea entre os dois grupos (Tabela 2).

A disfunção valvar antes da cirurgia ou do implante responsável pela indicação da cirurgia foi estenose aórtica em 46 (76,6%) pacientes, insuficiência aórtica em 10 (16,7%) e dupla disfunção aórtica em 4 (6,6%). A causa da disfunção valvar aórtica foi degenerativa (calcificação) em 36 (60%)

Tabela 1 – Comparação das medidas hemodinâmicas das próteses aórticas entre pacientes com IPP discreta (IPPAO1) e moderada ou grave (IPPAO2) da valva aórtica

MEDIDA		IPPAO1	IPPAO2	p
	N	48	12	
Área PVAo (cm ²)	Média ±	1,99 0,32	1,23 0,34	<0,001 ^b
Área PVAo indexada (cm ² /m ²)	Média ±	1,17 ± 0,21	0,66 ± 0,18	<0,001 ^b
ΔP máximo (mmHg)	Mediana	27,00	43,00	
	Intervalo IQ	23,4-47,2	23,6-51,1	0,001 ^a
ΔP médio (mmHg)	Mediana	14,50	23,50	0,002 ^a
	Intervalo IQ	9,4-31,2	16,4-31,4	
Vmax PVAo (m/s)	Mediana	2,32	3,33	<0,001 ^a
	Intervalo IQ	1,46-2,53	1,46-3,84	

^aMann-Whitney; ^bt-Student para amostras independentes; ΔP: gradiente de pressão; N: número de pacientes (mesmo para todas as medidas); IPP: incompatibilidade paciente-prótese; IQ: interquartil; p: valor de p da comparação estatística entre os grupos; PVAo: prótese de valva aórtica; Vmax: velocidade máxima do fluxo.

Tabela 2 – Características antropométricas dos pacientes com IPP discreta (IPP A01) e moderada ou grave (IPPAO2) da prótese aórtica

Variável		IPPAO1	IPPAO2	p
	N	48	12	
Idade (anos)	Mediana	60,23	66,51	0,456 ^a
	Intervalo IQ	40,0 -74,5	47,4-82,4	
Peso (Kg)	Média ± DP	69,45 ± 4,78	79,23 ± 8,91	<0,001 ^b
IMC (kg/m ²)	Mediana	26,71	31,45	<0,001 ^a
	Intervalo IQ	30,14-32,8	31,4-35,6	
ASC (m ²)	Mediana	1,75	1,89	0,056 ^a
	Intervalo IQ	1,73-1,91	1,98-2,08	
Altura (cm)	Média ± DP	176 ± 6,45	181 ± 5,78	0,049 ^b

^aMann-Whitney; ^bt-Student para amostras independentes; ASC: área de superfície corpórea; IMC: índice de massa corporal; IPP: incompatibilidade paciente-prótese; IQ: interquartil; N: número de pacientes (mesmo para todas as variáveis); p: valor de p da comparação estatística; DP: Desvio padrão.

pacientes, sequela de febre reumática em 18 (30%), endocardite infecciosa em quatro (6,7%) e valva aórtica bicúspide em dois (3,3%). Entre as valvopatias associadas, 14 (23,3%) eram insuficiência mitral discreta, quatro (6,7%) eram insuficiência mitral moderada (dois no grupo IPPAO2) e 18 (30%) eram insuficiência tricúspide discreta. Dois (xx%) pacientes também tinham tubo em aorta ascendente, que foi implantado na época da cirurgia de troca valvar. Não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de estenose aórtica pura antes da cirurgia entre o grupo IPPAO1 (37 pacientes [77,1%]) e o IPPAO2 (9 pacientes [75%]) (p = 0,856; teste exato de Fisher). Sete pacientes (11,7%) tinham prótese em posição mitral, dos quais três se encontravam no grupo IPPAO2.

Das 60 próteses aórticas, 31 eram mecânicas e 29 eram biológicas, tendo uma sido realizada por implante percutâneo. Não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de próteses mecânicas entre os grupos; havia 27 próteses mecânicas (56,3%) no grupo IPPAO1 e oito (66%) no

grupo IPPAO2 (p = 0,552; teste exato de Fisher). Também não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de próteses biológicas entre os grupos: IPPAO1 (41,4%) e IPPAO2 (33,3%) (p = 0,651; teste exato de Fisher). Independentemente do tipo, o tamanho das próteses implantadas nos pacientes do grupo IPPAO2 (mediana de 23 mm; intervalo interquartil: 23,4-26,7 mm) foi significativamente menor (p=0,0038; teste de Mann-Whitney) do que no grupo IPPAO1 (mediana de 25 mm; intervalo interquartil: 22,2-24,7 mm). A mediana da área efetiva prevista foi de 1,68 cm² (intervalo interquartil: 1,79-2,08 cm²) no grupo IPPAO2 e de 2,03 cm² (intervalo interquartil: 1,54-1,89 cm²) no grupo IPPAO1, com p=0,0013 (teste de Mann-Whitney).

A classe funcional da NYHA foi I em 42 pacientes (70%), II em 13 (21,7%) e III em cinco (8,3%); nenhum paciente estava em classe funcional IV. A proporção de pacientes em classe funcional II ou III no grupo IPPAO2 (oito pacientes; 66,7%) foi significativamente maior do que no grupo IPPAO1 (10 pacientes; 20,8%) (teste exato de Fisher; p<0,001).

Identificou-se fibrilação atrial em sete (14,6%) pacientes do grupo IPPAO1 e em dois (16,7%) do grupo IPPAO2 ($p = 0,562$; teste exato de Fisher).

O volume indexado do átrio esquerdo foi significativamente maior nos pacientes com IPP moderada ou grave do que nos pacientes com IPP discreta. Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores dos diâmetros diastólico e sistólico, do índice de massa e da fração de ejeção do ventrículo esquerdo entre os dois grupos. No entanto, a espessura miocárdica foi significativamente maior nos pacientes IPPAO2 do que nos IPPAO1 (Tabela 3). As medidas das cavidades direitas não foram significativamente diferentes entre os dois grupos (Tabela 3). Nos pacientes IPPAO1, a velocidade máxima do refluxo tricúspide (média de $2,61 \text{ m/s} \pm 0,48 \text{ m/s}$) não foi significativamente diferente em comparação aos pacientes IPPAO2 (média de $2,38 \text{ m/s} \pm 0,48 \text{ m/s}$). A Figura Central resume os principais resultados do estudo.

Discussão

O presente estudo analisou IPP, comprometimento clínico e aspectos estruturais e funcionais à ecocardiografia de

pacientes com prótese aórtica. Como esperado, devido à divisão dos pacientes, houve diferença significativa na área valvar, na área valvar indexada, nos gradientes transvalvares e na velocidade sistólica máxima entre os grupos. Os valores dessas variáveis no presente estudo estão de acordo com o observado em outros estudos. A média da velocidade sistólica máxima através da prótese no presente estudo foi de $3,21 \text{ m/s}$, maior do que no estudo conduzido por Zorn et al., em que foi encontrado um valor de $2,88 \text{ m/s}$ na amostra.²⁴ O gradiente médio dos pacientes com IPP moderada ou grave no presente estudo foi de $24,2 \text{ mmHg}$, semelhante ao encontrado por Echahidi et al., que descreveram uma média de 25 mmHg em pacientes com IPP grave; no mesmo estudo, a média do gradiente foi de 19 mmHg em pacientes com IPP moderada.²⁵ No estudo de Otto et al, o gradiente médio foi de 28 mmHg em pacientes com IPP aórtica grave e de 21 mmHg em pacientes com IPP moderada.¹⁸

A IPP foi observada em 20% das próteses aórtica no presente estudo. Achados semelhantes foram observados em outros estudos, como os de Dayan et al e Bonderman et al., que também observaram 20% de IPP em portadores de prótese aórtica.^{26,27} 29. Kohsaka et al. encontraram, numa amostra de 469 pacientes, 11% de IPP grave; vale ressaltar

Tabela 3 – Comparação das medidas ecocardiográficas das cavidades esquerdas e direitas entre pacientes com IPP discreta (IPPAO1) e moderada ou grave (IPPAO2) da valva aórtica.

MEDIDA		IPPAO1	IPPAO 2	p
	N	48	12	
ViAE (ml/m ²)	Mediana	38,40	47,40	0,002 ^a
	Intervalo IQ	29,6-84,5	43,4-87,6	
DdVE (mm)	Média $\pm$ DP	50,42 $\pm$ 5,95	52,08 $\pm$ 5,16	0,378 ^b
DsVE (mm)	Mediana	32,00	34,00	0,394 ^a
	Intervalo IQ	29,5-51,4	29,4-41,4	
ESIV (mm)	Mediana	10,00	11,00	0,018 ^a
	Intervalo IQ	9,0-14,0	9,0-13,0	
EPP (mm)	Mediana	10,00	11,00	0,046 ^a
	Intervalo IQ	10,0-12,0	8,0-12,0	
IM (g/m ²)	Média $\pm$ DP	103,98 $\pm$ 24,89	121,33 37,91	0,058 ^b
FEVE (%)	Mediana	60,00	56,00	0,111 ^a
	Intervalo IQ	35,0-61,4	41,4-58,7	
ViAD (ml/m ²)	Mediana	20,00	22,00	0,236 ^a
	Intervalo IQ	19,8-31,7	17,8-33,2	
DdVD(mm)	Mediana	23,00	25,50	0,009 ^a
	Intervalo IQ	21,2-30,6	24,5-31,4	
VPAVD (%)	Média $\pm$ DP	42,96 $\pm$ 8,42	46,57 $\pm$ 6,72	0,175 ^b
ESAT (mm)	Média $\pm$ DP	19,50 $\pm$ 2,90	20,17 $\pm$ 2,66	0,472 ^b
VEAT (cm/s)	Média $\pm$ DP	11,16 $\pm$ 1,57	11,26 $\pm$ 1,49	0,846 ^b

^aMann-Whitney, ^bt-Student para amostras independentes. DdVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DsVE: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; EPP: espessura da parede; ESIV: espessura do septo interventricular; ESAT: excursão sistólica do anel tricúspide lateral; FE: fração de ejeção; IM: índice de massa; IPP: incompatibilidade paciente-prótese; IQ: interquartil; N: número de pacientes (mesmo para todas as análises); p: valor de p da comparação estatística; ViAD: volume indexado do átrio direito; ViAE: volume indexado do átrio esquerdo; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; VEAT: velocidade de excursão do anel tricúspide; VPAVD: variação percentual da área do ventrículo direito; FEVE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo.

que a IPP foi identificada principalmente em próteses aórticas mecânicas com tamanhos de 19 a 23.²⁸ A taxa de diagnóstico de IPP poderia diminuir com a reclassificação baseada no IMC dos pacientes, mas isso não é o que se observa na maioria dos estudos publicados.²⁰ Vale destacar que oito pacientes do grupo IPPAO2 tinham IMC maior que 30 mg/kg². Essa variável foi significativamente maior no grupo IPPAO2; porém, não foi objetivo do estudo analisar essa outra classificação, e sim os critérios já consagrados para determinar IPP e sua gravidade.

No presente estudo, o diagnóstico de IPP foi realizado com base na medida da área efetiva de fluxo pela ecocardiografia com Doppler corrigida pela área de superfície corpórea em pacientes com próteses valvares aórticas sem evidência de disfunção. Embora o valor absoluto da área valvar possa ser usado, a área valvar indexada pela área da superfície corpórea do paciente parece ter maior sensibilidade e especificidade, conforme relatado por Hanayama et al.²⁹

A média da área valvar indexada nos pacientes com IPP aórtica moderada ou grave foi de 0,66 cm²/m². Echahidi et al. encontraram uma área valvar indexada de 0,53 cm²/m² em pacientes com IPP grave e de 0,73 cm²/m² em pacientes com IPP moderada.²⁵ Zorn et al. identificaram uma área valvar média de 0,42 cm²/m² em pacientes com IPP grave,²⁴ e Otto et al. identificaram uma média de 0,51 cm²/m² em pacientes com IPP grave e de 0,73 cm²/m² em pacientes com IPP moderada.¹⁸ A área valvar indexada do presente estudo foi, portanto, um pouco maior do que a reportada em estudos prévios, possivelmente devido à inclusão de pacientes com IPP moderada e grave no mesmo grupo.

Os principais parâmetros que determinam a IPP são a área efetiva da prótese e a necessidade de maior débito cardíaco do paciente, os quais estão usualmente relacionados ao tamanho do paciente. No presente estudo, não houve diferença na proporção de próteses mecânicas e biológicas entre os grupos. Porém, tanto o tamanho das próteses usadas como a área efetiva prevista antes da cirurgia foram significativamente menores nos pacientes com IPP moderada ou grave em comparação aos pacientes com IPP discreta. A área de superfície corpórea não foi significativamente diferente entre os grupos. Considerando que o diagnóstico de IPP é feito com base na área efetiva da prótese indexada pela área de superfície corpórea do paciente, esse achado é diferente do encontrado em outros estudos que mostraram que pacientes com IPP grave possuem maior área de superfície corpórea.^{30,31}

Assim, é possível que o menor tamanho das próteses implantadas nos pacientes do grupo com IPP moderada ou grave tenha tido maior impacto no diagnóstico de IPP. Entretanto, como o valor de *p* da comparação da área de superfície corpórea foi de 0,056, e tanto o peso como a altura e o IMC foram significativamente maiores no grupo com IPP moderada ou grave, não se pode afastar um possível impacto dessa variável no percentual de diagnóstico.

A doença reumática como causa da doença valvar nativa que levou à troca valvar apresentou uma proporção significativa de 30%, mas menor do que a da causa degenerativa. No estudo de Otto et al., a prevalência de doença reumática em pacientes com IPP grave foi de 43,1%, enquanto no estudo de Oliveira et al, realizado no Brasil, foi

de 29,7%.^{3,18} A incidência de doença reumática continua alta no Brasil; portanto, era esperada uma proporção mais alta em relação à doença degenerativa em comparação a estudos realizados em países desenvolvidos, como mostrado por Mohty et al.³²

A proporção de classe funcional II ou III foi significativamente maior nos pacientes com IPP moderada e grave do que nos com IPP discreta. Esses dados contrastam com o descrito por Vicchio et al., que aplicaram um questionário em pacientes com IPP, mas não identificaram diferença significativa na classe funcional daqueles com IPP grave.³³ A fibrilação atrial foi pouco frequente no presente estudo e não houve diferença significativa na proporção entre os grupos.

Os pacientes com IPP aórtica moderada ou grave apresentaram espessura miocárdica do septo e da parede livre do ventrículo esquerdo significativamente maior do que os pacientes com IPP discreta. Porém, isso não foi acompanhado de diferença significativa no índice de massa do ventrículo esquerdo. O índice de massa do ventrículo esquerdo é a massa calculada com base na espessura das paredes e no diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo. O valor é corrigido pela área de superfície corpórea e define a existência de hipertrofia ventricular ao ecocardiograma. Embora não se possa afirmar que os pacientes com IPP moderada ou grave tinham hipertrofia do ventrículo esquerdo, a maior espessura miocárdica sugere uma possível consequência.

A ausência de diferença nos diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo entre os grupos no presente estudo foi semelhante ao estudo de Zorn et al.²⁴ O volume indexado do átrio esquerdo foi maior no grupo com IPP moderada ou grave. Um fator que poderia ter contribuído para esse resultado é a associação de doença da valva mitral prévia à cirurgia da valva aórtica. Entretanto, dos sete pacientes com prótese em posição mitral por doença mitral prévia significativa, três eram do grupo IPPAO2, enquanto dos quatro pacientes com insuficiência mitral moderada, dois eram do grupo IPPAO2. Outro fator poderia ser a disfunção diastólica do ventrículo esquerdo como consequência do gradiente de pressão mais elevado na prótese aórtica e da maior espessura miocárdica. Entretanto, a função diastólica do ventrículo esquerdo não foi analisada no presente estudo.

Algumas limitações do estudo devem ser apontadas. Por ser uma análise de coorte retrospectiva, os ecocardiogramas que definiram a IPP foram realizados tardiamente em relação ao momento cirúrgico. Para melhor caracterização da IPP, os ecocardiogramas deveriam ter sido realizados após algumas semanas da alta da internação cirúrgica dos pacientes. Alguns pacientes do estudo apresentaram velocidade do fluxo sistólico transprotético superior a 3,0 m/s. Nesses pacientes, poderiam ter sido aplicados os critérios recomendados pela diretriz da Sociedade Americana de Ecocardiografia de 2009²³, que incluem medida do tempo de aceleração e análise do contorno da curva de fluxo do Doppler contínuo. Essa análise não foi incluída no presente estudo, pois os pacientes com possível diagnóstico de disfunção da prótese já tinham sido excluídos do estudo. O número relativamente pequeno de pacientes na amostra analisada também constitui uma limitação.

Conclusão

O percentual de IPP moderada ou grave de prótese aórtica foi de 20%. O tipo da prótese (biológica ou mecânica) não influenciou a proporção de IPP, mas o tamanho e a área efetiva prevista da prótese antes da cirurgia foram menores nos pacientes com IPP moderada ou grave e podem ter sido fatores determinantes.

Os pacientes com IPP moderada ou grave apresentaram mais sintomas do que os com IPP discreta, apesar de não ter sido detectada diferença significativa na proporção de fibrilação atrial e na fração de ejeção do ventrículo esquerdo. O volume indexado do átrio esquerdo e a espessura miocárdica do ventrículo esquerdo foram as variáveis ecocardiográficas significativamente maiores nos pacientes com IPP aórtica moderada ou grave.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Bispo IGA, Hemerly DFA, Kyiose AT, Moises VA; obtenção de dado, análise e interpretação dos dados, análise estatística e redação do manuscrito: Bispo IGA, Moises VA; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Bispo IGA, Hemerly DFA, Fischer CH, Moises VA.

Referências

1. Duncan AI, Lowe BS, Garcia MJ, Xu M, Gillinov AM, Mihaljevic T, et al. Influence of Concentric Left Ventricular Remodeling on Early Mortality after Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2008;85(6):2030-9. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2008.02.075.
2. Barbanti M, Schiltgen M, Verdoliva S, Bosmans J, Bleiziffer S, Gerckens U, et al. Three-Year Outcomes of Transcatheter Aortic Valve Implantation in Patients with Varying Levels of Surgical Risk (from the CoreValve ADVANCE Study). *Am J Cardiol*. 2016;117(5):820-7. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.11.066.
3. Oliveira JLR, Arnoni RT, Santos MA, Almeida AF, Issa M, Arnoni AS, et al. Long-term Mortality Predictors in Patients with Small Aortic Annulus Undergoing Aortic Valve Replacement with a 19- or 21-mm Bioprosthesis. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2016;31(4):275-80. doi: 10.5935/1678-9741.20160060.
4. Ruel M, Al-Faleh H, Kulik A, Chan KL, Mesana TG, Burwash IG. Prosthesis-Patient Mismatch after Aortic Valve Replacement Predominantly Affects Patients with Preexisting Left Ventricular Dysfunction: Effect on Survival, Freedom From Heart Failure, And Left Ventricular Mass Regression. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(5):1036-44. doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.10.028.
5. Peterson MD, Borger MA, Feindel CM, David TE. Aortic Annular Enlargement During Aortic Valve Replacement: Improving Results with Time. *Ann Thorac Surg*. 2007;83(6):2044-9. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2007.01.059.
6. El Oakley R, Kleine P, Bach DS. Choice of Prosthetic Heart Valve in Today's Practice. *Circulation*. 2008;117(2):253-6. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.736819.
7. Pibarot P, Dumesnil JG. Hemodynamic and Clinical Impact of Prosthesis-Patient Mismatch in the Aortic Valve Position and its Prevention. *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(4):1131-41. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00859-7.
8. Kassāb B, Gueyffier F, Cucherat M, Boissel JP. Comparison of Bioprosthesis and Mechanical Valves, a Meta-Analysis of Randomised Clinical Trials. *Cardiovasc Surg*. 2000;8(6):477-83. doi: 10.1016/s0967-2109(00)00061-2.
9. Tao K, Sakata R, Iguro Y, Ueno M, Tanaka Y, Otsuji Y, et al. Impact of Valve Prosthesis-Patient Mismatch on Intermediate-Term Outcome and Regression of Left Ventricular Mass Following Aortic Valve Replacement with Mechanical Prosthesis. *J Card Surg*. 2007;22(6):486-92. doi: 10.1111/j.1540-8191.2007.00465.x.

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 Irving Gabriel Araújo Bispo pela Escola Paulista de Medicina (Unifesp).

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo sob o número de protocolo 20/4820 CAAE 65211317400005505. 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.

10. Rahimtoola SH. The Problem of Valve Prosthesis-Patient Mismatch. *Circulation*. 1978;58(1):20-4. doi: 10.1161/01.cir.58.1.20.
11. Hoffmann G, Lutter G, Cremer J. Durability of Bioprosthetic Cardiac Valves. *Dtsch Arztebl Int*. 2008;105(8):143-8. doi: 10.3238/arztebl.2008.0143.
12. Florath I, Albert A, Rosendahl U, Ennker IC, Ennker J. Impact of Valve Prosthesis-Patient Mismatch Estimated by Echocardiographic-Determined Effective Orifice Area on Long-Term Outcome after Aortic Valve Replacement. *Am Heart J*. 2008;155(6):1135-42. doi: 10.1016/j.ahj.2007.12.037.
13. Fuster RG, Estevez V, Rodríguez I, Cánovas S, Gil O, Hornero F, et al. Prosthesis - Patient Mismatch with Latest Generation Supra-Annular Prostheses. The Beginning of the End?. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2007;6(4):462-9. doi: 10.1510/icvts.2006.145532.
14. Dumesnil JG, Honos GN, Lemieux M, Beauchemin J. Validation and Applications of Indexed Aortic Prosthetic Valve Areas Calculated by Doppler Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 1990;16(3):637-43. doi: 10.1016/0735-1097(90)90355-s.
15. Pibarot P, Dumesnil JG, Lemieux M, Cartier P, Métras J, Durand LG. Impact of Prosthesis-Patient Mismatch on Hemodynamic and Symptomatic Status, Morbidity and Mortality after Aortic Valve Replacement with a Bioprosthetic Heart Valve. *J Heart Valve Dis*. 1998;7(2):211-8.
16. Durko AP, Head SJ, Pibarot P, Atluri P, Bapat V, Cameron DE, et al. Characteristics of surgical prosthetic heart valves and problems around labeling: A document from the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)-The Society of Thoracic Surgeons (STS)-American Association for Thoracic Surgery (AATS) Valve Labelling Task Force. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;158(4):1041-54. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.04.001.
17. Head SJ, Mokhles MM, Osnabrugge RL, Pibarot P, Mack MJ, Takkenberg JJ, et al. The Impact of Prosthesis-Patient Mismatch on Long-Term Survival after Aortic Valve Replacement: a Systematic Review and Meta-Analysis of 34 Observational Studies Comprising 27 186 Patients with 133 141 Patient-Years. *Eur Heart J*. 2012;33(12):1518-29. doi: 10.1093/eurheartj/ehs003.
18. Otto ME, Atik FA, Moreira MDN, Ribeiro LCM, Mello BCR, Lima JGE, et al. Determinants of Aortic Prosthesis Mismatch in a Brazilian Public Health System Hospital: Big Patients or Small Prosthesis?. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(1):12-22. doi: 10.5935/abc.20190231.

19. Tarasoutchi F, Montera MW, Ramos AIO, Sampaio RO, Rosa VEE, Accorsi TAD, et al. Update of the Brazilian Guidelines for Valvular Heart Disease - 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2020;115(4):720-75. doi: 10.36660/abc.20201047.
20. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, Edvardsen T, Delgado V, Dulgheru R, et al. Recommendations for the Imaging Assessment of Prosthetic Heart Valves: a Report from the European Association of Cardiovascular Imaging Endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Inter-American Society of Echocardiography, and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2016;17(6):589-90. doi: 10.1093/ehjci/jew025.
21. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: a Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017;30(4):303-71. doi: 10.1016/j.echo.2017.01.007.
22. Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, Foster E, Gottdiener JS, Grayburn PA, et al. Recommendations for Evaluation of Prosthetic Valves with Echocardiography and Doppler Ultrasound: a Report from the American Society Of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Task Force on Prosthetic Valves, Developed in Conjunction with the American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography, a Registered Branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography and the Canadian Society of Echocardiography, Endorsed by the American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, a Registered Branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography, and Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22(9):975-1014. doi: 10.1016/j.echo.2009.07.013.
23. Siegel S. *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. 2nd ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
24. Zorn GL 3rd, Little SH, Tadors P, Deeb GM, Gleason TG, Heiser J, et al. Prosthesis-Patient Mismatch in High-Risk Patients with Severe Aortic Stenosis: a Randomized Trial of a Self-Expanding Prosthesis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(4):1014-22. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.10.070.
25. Mohty D, Boulogne C, Magne J, Pibarot P, Echahidi N, Cornu E, et al. Prevalence and Long-Term Outcome of Aortic Prosthesis-Patient Mismatch in Patients with Paradoxical Low-Flow Severe Aortic Stenosis. *Circulation.* 2014;130(11 Suppl 1):S25-31. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007819.
26. Dayan V, Vignolo G, Soca G, Paganini JJ, Brusich D, Pibarot P. Predictors and Outcomes of Prosthesis-Patient Mismatch after Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9(8):924-33. doi: 10.1016/j.jcmg.2015.10.026.
27. Bonderman D, Graf A, Kammerlander AA, Kocher A, Laufer G, Lang IM, et al. Factors Determining Patient-Prosthesis Mismatch after Aortic Valve Replacement—a Prospective Cohort Study. *PLoS One.* 2013;8(12):e81940. doi: 10.1371/journal.pone.0081940.
28. Kohsaka S, Mohan S, Virani S, Lee VV, Contreras A, Reul GJ, et al. Prosthesis-Patient Mismatch Affects Long-Term Survival after Mechanical Valve Replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135(5):1076-80. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.11.032.
29. Hanayama N, Christakis GT, Mallidi HR, Joyner CD, Fremes SE, Morgan CD, et al. Patient Prosthesis Mismatch is Rare after Aortic Valve Replacement: Valve Size May be Irrelevant. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(6):1822-9. doi: 10.1016/s0003-4975(02)03582-8.
30. Mannacio V, Mannacio L, Mango E, Antignano A, Mottola M, Caparrotti S, et al. Severe Prosthesis-Patient Mismatch after Aortic Valve Replacement for Aortic Stenosis: Analysis of Risk Factors for Early and Long-Term Mortality. *J Cardiol.* 2017;69(1):333-9. doi: 10.1016/j.jcc.2016.07.003.
31. Dahou A, Mahjoub H, Pibarot P. Prosthesis-Patient Mismatch after Aortic Valve Replacement. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2016;18(11):67. doi: 10.1007/s11936-016-0488-0.
32. Mohty D, Malouf JF, Girard SE, Schaff HV, Grill DE, Enriquez-Sarano ME, et al. Impact of Prosthesis-Patient Mismatch on Long-Term Survival in Patients with Small St Jude Medical Mechanical Prostheses in the Aortic Position. *Circulation.* 2006;113(3):420-6. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.546754.
33. Vicchio M, Corte AD, Santo LS, Feo M, Caianiello G, Scardone M, et al. Prosthesis-Patient Mismatch in the Elderly: Survival, Ventricular Mass Regression, and Quality of Life. *Ann Thorac Surg.* 2008;86(6):1791-7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.09.005.



Angiotomografia Coronariana em Assintomáticos: Já Temos Evidências para Sua Utilização?

Coronary CT Angiography in Asymptomatic Patients: Is There Evidence For Using It?

Ilán Gottlieb^{1,2} 

Fonte Imagem Medicina Diagnóstica,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Casa de Saúde São José,² Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Resumo

As doenças cardiovasculares (CVs) são a principal causa de morte no mundo e têm manejo clínico complicado por três aspectos fisiopatológicos principais: a) longo período de instalação, com início da doença muitas décadas antes do evento clínico; b) curso clínico silencioso; c) patogênese multifatorial e heterogênea entre diferentes subgrupos humanos. A Angio TC Coronariana (ATCC) é a melhor ferramenta disponível para diagnóstico e fenotipagem da doença arterial coronariana (DAC), seja ela obstrutiva ou não obstrutiva. Isso permite o diagnóstico precoce e o acompanhamento da doença, fundamentais para decisão de quem deve ser tratado, a titulação terapêutica e o aumento da aderência ao tratamento clínico. O diagnóstico precoce e preciso em medicina geralmente resulta em melhores desfechos clínicos.

“Um caminho retilíneo nunca direciona a outro lugar que não seja ao objetivo”.

Andre Gide

Caso clínico

Mulher de 48 anos vai à consulta de rotina, sem queixas clínicas, mas se diz preocupada porque sua mãe (que era tabagista) infartou aos 63 anos. É hipertensa controlada, em uso de um medicamento, tem sobrepeso com IMC de 27, é sedentária, mas consegue subir quatro andares de escada sem parar. O exame físico é normal, assim como o eletrocardiograma (ECG) de repouso. PA: 118 x 64 mmHg. Traz exames laboratoriais, todos dentro da normalidade. O colesterol total é de 192 mg/dl; LDL-c: 125 mg/dl; HDL-c: 51 mg/dl; TG: 80 mg/dl. O Escore de Framingham da paciente é de 2% de risco de eventos em 10 anos.

Palavras-chave

Doença arterial coronariana; Angiografia por Tomografia Computadorizada; Doenças Assintomáticas.

Correspondência: Ilán Gottlieb •

Fonte Imagem Medicina Diagnóstica, Radiologia. Rua Fonte da Saudade, 277. CEP: 22471-211. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

E-mail: ilangottlieb@gmail.com

Artigo recebido em 07/11/2023; revisado em 07/11/2023; aceito em 07/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230091>

Após discussão com a paciente, o médico solicita uma Angio TC Coronariana (ATCC), que revelou placa não calcificada e com remodelamento positivo, que determinava estenose de 30 a 40% na artéria descendente anterior (DA) proximal. Não havia calcificações coronarianas (escore de cálcio zero).

Nesse caso, o médico deve instituir tratamento clínico, considerando a paciente de baixo risco, guiado pelo escore clínico? Os achados da ATCC ajudam a paciente a realizar as mudanças necessárias no estilo de vida? Além dessas mudanças, o médico deve considerar a introdução de uma estatina? Com qual LDL-c alvo?

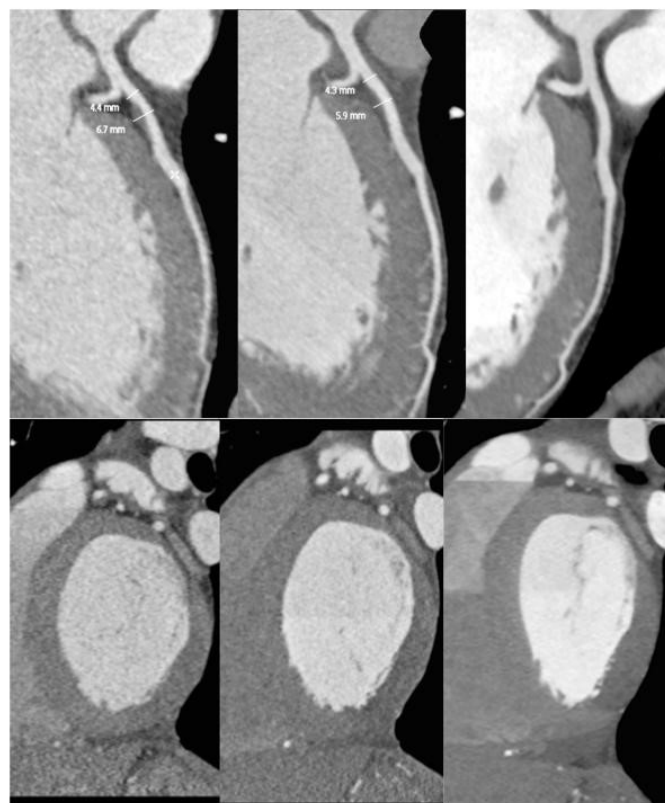
Introdução

As doenças cardiovasculares (CVs) são a principal causa de morte no mundo todo. Essa frase é repetida tantas vezes de forma automática, que foge o assustador fato de que elas matam mais que a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª e 7ª causas de morte somadas,¹ com grande impacto social e econômico. As doenças CVs têm três aspectos fisiopatológicos que determinam maior complexidade no seu manejo: a) longo período de instalação, com início da doença muitas décadas antes do evento clínico; b) curso clínico silencioso; c) patogênese multifatorial e heterogênea entre diferentes subgrupos humanos.

Longo período de instalação, com início da doença muitas décadas antes do evento clínico

A doença arterial coronariana (DAC) se instala muito cedo na vida, frequentemente antes da quarta década de vida. Análises de patologia em jovens adultos menores de 35 anos, que faleceram de trauma, revelam que a prevalência de DAC subclínica é superior a 70%, sendo uma boa parte DAC obstrutiva.^{2,3} A DAC está presente, inclusive, em um em cada seis adolescentes.⁴

Por ser de instalação tão precoce, e de evolução tão longa, as intervenções mais eficazes são aquelas que os pacientes introduzem perenemente no seu cotidiano. Intervenções pontuais, muitas vezes caras ou com efeitos colaterais, não são tão eficazes. Tome-se, como exemplo, o caso dos portadores das mutações com ganho de função da PCSK9. Por ser uma mutação com ganho de função de uma enzima que ajuda a eliminar o colesterol, esses pacientes têm seus níveis de colesterol, em média, 30% mais baixos que controles pareados, redução esta similar à encontrada com as estatinas em grandes estudos. No entanto, ao contrário das estatinas, essas pessoas já nascem com a

Figura Central: Angiotomografia Coronariana em Assintomáticos: Já Temos Evidências para Sua Utilização?**Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230091**

ATCCs seriadas (da esquerda para a direita: basal, 30 meses e 60 meses) mostrando regressão progressiva de placa na artéria DA proximal. As imagens superiores são reconstruções multiplanares, e as inferiores mostram a placa cortada transversalmente (setas). O diâmetro luminal de referência permaneceu constante, mas o diâmetro adventícia-adventícia diminuiu de 0 para 30 meses, indicando redução do remodelamento positivo. Houve, também, progressiva redução do grau de estenose e do volume total da placa.

mutação, ou seja, passam toda a vida expostas a níveis mais baixos de colesterol plasmático, enquanto as estatinas só promovem redução a partir do ponto em que foram introduzidas, além de estarem sujeitas às irregularidades posológicas inerentes a todo fármaco. Como resultado, enquanto as estatinas reduzem eventos CVs em até 30%, os portadores da mutação têm impressionantes 90% menos eventos que controles pareados.⁵ Esse achado ilustra o poder de redução dos fatores de risco a longo prazo, em contraste com intervenções pontuais. Se imaginarmos um gráfico teórico representando a vida de um indivíduo, no qual o tempo é a abscissa e a exposição aos fatores de risco modificáveis é a ordenada, o objetivo é diminuir o máximo possível a área sob a curva, como demonstrado na Figura 1.

Curso clínico silencioso

DAC não obstrutiva não causa sintomas, não há nenhum sinal de alerta. Mesmo lesões obstrutivas (> 50%) são, na sua maior parte, assintomáticas. Somado a isso, o fato de

metade dos pacientes que infartam nunca terem tido sintomas sugestivos antes do evento revela que a ausência de sintomas não significa ausência de doença, pelo contrário. O sintoma, quando vem, já é sinal tardio, em estágio avançado da doença. Cinquenta a setenta por cento dos adultos jovens que sofreram um infarto não alcançavam as recomendações para uso de estatinas antes do evento,⁶ além da inexistência de sintomas, a ausência de diagnóstico preveniu que qualquer terapia fosse instituída antes do infarto.

Patogênese multifatorial e heterogênea entre diferentes subgrupos humanos

Doenças como o mesotelioma, que têm forte associação entre a exposição ao agressor (amianto) e a doença, permitem recomendações simples e enfáticas. Definitivamente não é esse o caso das doenças CVs, que possuem fisiopatogenia extremamente variada, cujos fatores desencadeadores (“fatores de risco”) são múltiplos e com fraca associação causal, e hereditariedade heterogênea.

Artigo de Revisão

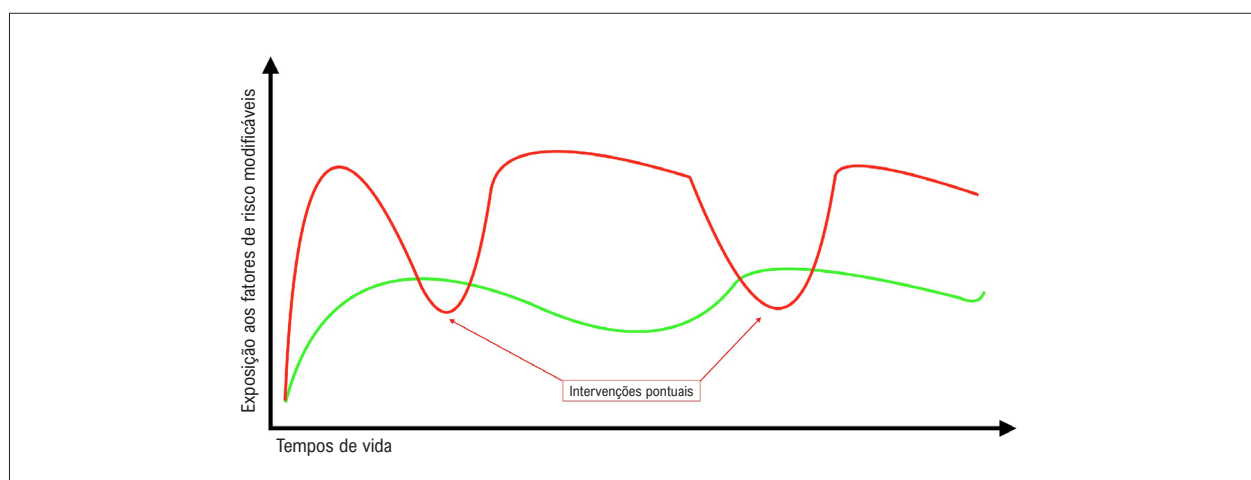


Figura 1 – Gráfico teórico ilustrando a relação entre o tempo de vida e a exposição a fatores de risco modificáveis de dois indivíduos imaginários. A linha verde representa indivíduo que consegue manter perenemente baixa a exposição aos fatores de risco, enquanto a linha vermelha representa indivíduo com maior exposição que, ao longo da vida, promove diminuições pontuais na exposição aos fatores de risco. O objetivo deve ser a obtenção da menor área sob a curva possível, o que é geralmente alcançado através das intervenções perenes ao invés das pontuais.

Um estudo revelou que há mais de 400 polimorfismos genéticos associados à DAC,⁷ possivelmente por diferentes graus de penetrância de cada variação, assim como por variações epigenéticas. Somado a isso, há mais de 200 fatores de risco de DAC publicados na literatura, sendo que na grande maioria deles, apesar de haver associação, a relação de causalidade é baixa, ou seja, seu peso populacional no desenvolvimento de DAC é baixo, salvo raras condições, como algumas variantes de hipercolesterolemia familiar ou genes específicos de grande penetração e patogenicidade. Adicionalmente, diferentes grupos populacionais têm fatores de exposição ambiental distintos e com interação genótipo/fenótipo variável. Esse é um dos motivos pelos quais os escores clínicos têm performance limitada e grande variabilidade de medida, tanto no diagnóstico da DAC obstrutiva, quanto na previsão de eventos.^{8,9} Além disso, os escores carregam um peso muito grande na idade, uma vez que a maior parte dos eventos ocorre em pessoas mais velhas, mas, com isso, perdemos a oportunidade de diagnosticar aterosclerose, mudar hábitos e instituir terapêuticas em jovens. Se o objetivo é diminuir a área sob a curva dos fatores de risco durante a toda a vida, o diagnóstico precoce é fundamental.

Escore de cálcio

O uso do escore de cálcio para a estratificação de risco de eventos CVs e titulação terapêutica é muito atraente. É um exame de simples realização (apesar de precisar de tomógrafo específico, sincronizado com o ECG), simples leitura das imagens e simples interpretação, e não necessita de contraste venoso nem de beta-bloqueadores. O escore de cálcio é capaz de prever eventos CVs de forma independente e melhor do que os fatores de risco clínicos ou do que a espessura íntima-média carotídea.¹⁰ No entanto, por se tratar de um método que detecta apenas a parte calcificada da placa aterosclerótica, quando seu resultado é positivo (acima de um ponto de corte discrecional que se define - sendo mais frequente o valor de 100 unidades Agatston), indica terapias preventivas. No entanto, a ausência de cálcio não exclui aterosclerose coronariana, uma vez que placas não calcificadas

são prevalentes, especialmente nos pacientes mais jovens, os que potencialmente mais se beneficiariam das medidas preventivas a longo prazo. Talvez por esse fato de não excluir DAC que na coorte do Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA), um terço dos eventos CV ocorreram em pacientes com escore de cálcio zero.¹¹ Na coorte do The Coronary Artery Calcium (CAC) Consortium, 43% das mortes CVs ocorreram em pessoas sem cálcio coronariano.¹² Além da calcificação estar ligada à idade e de sua ausência não excluir DAC, há, ainda, o fato do escore de cálcio não ter utilidade na avaliação longitudinal da evolução da DAC, uma vez que o aumento do escore de cálcio pode estar relacionado ao uso de estatinas (aumenta a porção calcificada da placa, diminuindo a porção não calcificada),¹³ e de que aproximadamente 15% de variabilidade nas medidas, em dois scans, torna a análise de mudança evolutiva problemática.^{14,15}

ATCC

A ATCC permite a detecção não invasiva da aterosclerose coronariana, quantificando, de forma acurada, o grau de estenose e identificando marcadores morfológicos de maior risco, como remodelamento positivo, conteúdo lipídico, calcificações puntiformes e o sinal de “anel de guardanapo”.¹⁶ A ATCC é hoje o primeiro exame a ser realizado na investigação de sintomas sugestivos de DAC obstrutiva, e, por possuir sensibilidade superior a 95%, é um exame cada vez mais empregado, com o papel de guardião, ou “gatekeeper”, do cateterismo invasivo, especialmente relevante, se considerado o fato de que 2/3 dos cateterismos não apresentam DAC obstrutiva.¹⁷ A presença de sintomas sugestivos de DAC obstrutiva não interfere no poder prognóstico da ATCC, sendo que pacientes sintomáticos e assintomáticos têm a mesma taxa de eventos estratificada pelos achados da ATCC.¹⁸

A ATCC é superior ao escore de cálcio para a determinação de prognóstico em pacientes assintomáticos,¹⁹ mesmo em subgrupos de idosos²⁰ e diabéticos.²¹ Aproximadamente 1/3 dos assintomáticos sem calcificação coronariana têm DAC documentada na ATCC.²²

Apesar da pesquisa de DAC obstrutiva ser a principal forma como a ATCC é utilizada, sendo recomendada por diretrizes nacionais e internacionais, talvez não seja esse o seu papel mais importante. A ATCC está revolucionando a cardiologia, por sua capacidade de detecção de DAC não obstrutiva, ou em estágios mais precoces da doença, quando os resultados terapêuticos de longo prazo são mais favoráveis, utilizando a detecção de DAC como ferramenta de convencimento do paciente quanto às difíceis mudanças de estilo de vida.

ATCC na DAC não obstrutiva

A ATCC tem grande sensibilidade para a detecção de DAC não obstrutiva, além de boa correlação com medidas invasivas, como o ultrassom intracoronariano (IVUS) e a tomografia de coerência óptica (OCT).²³ A composição da placa pode ser inferida de forma não invasiva, sendo possível identificar marcadores de risco mais elevado para eventos, como remodelamento positivo (o crescimento da placa em direção à adventícia está relacionado à maior inflamação da placa) e focos de hipodensidade no interior (a gordura tem baixa densidade na TC, portanto, focos de densidade menor que 30 UH têm correlação com maior carga lipídica).²⁴ Além disso, a carga aterosclerótica pode ser analisada de forma subjetiva, por análise visual, e reportada por meio de índices, como o número total de segmentos coronarianos acometidos (SIS ou “segment involvement score”), ou pelo número de segmentos coronarianos acometidos, poderados pelo grau de estenose (SSS ou “segment stenosis score”), os quais têm associação com eventos CVs, independentes do escore de cálcio e dos fatores de risco. Mais recentemente, foram desenvolvidas ferramentas semiautomatizadas de segmentação coronariana e quantificação da aterosclerose, dos percentuais entre placas não calcificadas e calcificadas, e as placas com baixa densidade e remodelamento positivo.²⁵ Essa ferramenta, apesar de ainda pouco utilizada na prática clínica (pelo fato da edição dos contornos coronarianos ser muito trabalhosa), é promissora.

Acompanhamento de doença

Voltando ao caso da paciente descrito no início, o médico decidiu iniciar uma estatina com LDL-c alvo inferior a 70 mg/dl e instituiu programa intensivo de perda ponderal e exercício físico, aos quais a paciente teve boa aderência. A figura central mostra o caso dessa paciente, com 3 ATCCs seriadas (T = 0 - basal; T = 30 meses e T = 60 meses), revelando progressiva diminuição da lesão em DA, sendo que no terceiro exame, em 5 anos, praticamente não se detecta mais a lesão. A detecção precoce da doença permitiu intervenção clínica agressiva, que resultou em regressão da aterosclerose.

Analogamente, se as ATCC subsequentes mostrassem progressão de doença, uma conversa franca deveria ter sido feita com a paciente, com o objetivo de demonstrar a “falência terapêutica” do conjunto de medidas tomadas até o momento, motivando nova mudança de curso.

Por se tratar de doença insidiosa e de longo curso clínico, assintomática e de fisiopatogenia heterogênea, a possibilidade de acompanhamento da aterosclerose é uma poderosa arma à disposição do médico e do paciente.

Estudos longitudinais com ATCC mostram que o controle do colesterol e da glicose resulta em menor (ou ausência de) progressão da carga aterosclerótica coronariana total, além de mudanças benéficas na morfologia das placas, com aumento do componente calcificado e permanência ou diminuição do não calcificado.^{26,27}

Quando a ATCC é normal

Uma ATCC normal indica ausência de placas calcificadas e não calcificadas. Esse dado é valioso, pois a taxa de eventos CVs nesse grupo de pessoas é extremamente baixo (inferior a 0,1%/ano), e permanece baixo por pelo menos 5 anos (muito provavelmente 10 anos). Nesse grupo de pessoas, poucas terapias são custo-eficazes. Obviamente devemos continuar encorajando estilos de vida saudáveis, mas as estatinas provavelmente não devem ser usadas, pois o número necessário para tratar (NNT), a fim de prevenir um evento CV, é proibitivamente alto.²⁸ Dessa forma, um exame realizado a cada 10 anos poderia potencialmente economizar o alto custo, a longo prazo, das terapias medicamentosas de uso contínuo.

Riscos da ATC

A dose de radiação de uma ATCC com tecnologia atual é similar a de uma TC de tórax (entre 2 e 5 mSv). Os riscos biológicos decorrentes da exposição a esse tipo de radiação são incertos, com cálculos teóricos sem dados empíricos. Uma discussão sobre o tema foge ao objetivo desse artigo, mas, se houver algum risco, esse é muito baixo.

Os contrastes iodados venosos utilizados para a ATCC têm taxa de alergias graves de 1 para 17.000 injeções. A nefrotoxicidade do contraste tem sido reestudada à luz de novas evidências, que avaliaram a utilização do contraste venoso em comparação com grupos que fizeram TC sem contraste. Ao invés de comparar a função renal dos pacientes antes e após o uso de contraste, novos grandes estudos, com mais de 20.000 pacientes, compararam pacientes que receberam contraste com controles que fizeram TC, mas não receberam contraste. Nesses estudos, não houve diferença na função renal após o exame entre os grupos, ou seja, não foi possível atribuir nefrotoxicidade ao meio de contraste.^{29,30}

Conclusão

Rastreamento por imagem de câncer de mama, câncer de cólon, câncer de pulmão e outros, é feito rotineiramente e recomendado por grandes sociedades internacionais. Essas doenças matam apenas uma pequena fração do que mata a doença coronariana. O rastreamento tem por objetivo a detecção precoce da doença, para que terapias possam ser instituídas mais precocemente, de forma mais assertiva e eficaz. Os programas de rastreamento de qualquer doença têm desafios relacionados à seleção das populações a serem rastreadas, ao que fazer com os resultados encontrados, comprovação de que essa estratégia está associada com a diminuição de eventos e à melhora do prognóstico, custos, e tantas outras questões importantes. A DAC é a doença que mais mata no mundo, tem início precoce, longo curso clínico e grande heterogeneidade fisiopatogênica. Tem terapias comprovadamente eficazes. O rastreamento da DAC deve ser considerado frente a esses fatos.

Artigo de Revisão

A ATCC é a melhor ferramenta que dispomos para isso no momento.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa; obtenção de dados; análise e interpretação dos dados; análise estatística; redação do manuscrito; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Gottlieb I.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Referências

1. World Health Organization. The Top 10 Causes of Death [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2023 Nov 20]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
2. Joseph A, Ackerman D, Talley JD, Johnstone J, Kupersmith J. Manifestations of Coronary Atherosclerosis in Young Trauma Victims--an Autopsy Study. *J Am Coll Cardiol*. 1993;22(2):459-67. doi: 10.1016/0735-1097(93)90050-b.
3. Strong JP. Landmark Perspective: Coronary Atherosclerosis in Soldiers. A Clue to the Natural History of Atherosclerosis in the Young. *JAMA*. 1986;256(20):2863-6. doi: 10.1001/jama.256.20.2863.
4. Tuzcu EM, Kapadia SR, Tutar E, Ziada KM, Hobbs RE, McCarthy PM, et al. High Prevalence of Coronary Atherosclerosis in Asymptomatic Teenagers and Young Adults: Evidence from Intravascular Ultrasound. *Circulation*. 2001;103(22):2705-10. doi: 10.1161/01.cir.103.22.2705.
5. Cohen JC, Boerwinkle E, Mosley TH Jr, Hobbs HH. Sequence Variations in PCSK9, Low LDL, and Protection Against Coronary Heart Disease. *N Engl J Med*. 2006;354(12):1264-72. doi: 10.1056/NEJMoa054013.
6. Singh A, Collins BL, Gupta A, Fatima A, Qamar A, Biery D, et al. Cardiovascular Risk and Statin Eligibility of Young Adults After an MI: Partners YOUNG-MI Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(3):292-302. doi: 10.1016/j.jacc.2017.11.007.
7. Samani NJ, Erdmann J, Hall AS, Hengstenberg C, Mangino M, Mayer B, et al. Genomewide Association Analysis of Coronary Artery Disease. *N Engl J Med*. 2007;357(5):443-53. doi: 10.1056/NEJMoa072366.
8. Karmali KN, Persell SD, Perel P, Lloyd-Jones DM, Berendsen MA, Huffman MD. Risk Scoring for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;3(3):CD006887. doi: 10.1002/14651858.CD006887.pub4.
9. Allan GM, Nouri F, Korownyk C, Kolber MR, Vandermeer B, McCormack J. Agreement Among Cardiovascular Disease Risk Calculators. *Circulation*. 2013;127(19):1948-56. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000412.
10. Folsom AR, Kronmal RA, Detrano RC, O'Leary DH, Bild DE, Bluemke DA, et al. Coronary Artery Calcification Compared with Carotid Intima-Media Thickness in the Prediction of Cardiovascular Disease Incidence: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Arch Intern Med*. 2008;168(12):1333-9. doi: 10.1001/archinte.168.12.1333.
11. Tota-Maharaj R, Blaha MJ, Blankstein R, Silverman MG, Eng J, Shaw LJ, et al. Association of Coronary Artery Calcium and Coronary Heart Disease Events in Young and Elderly Participants in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis: a Secondary Analysis of a Prospective, Population-Based Cohort. *Mayo Clin Proc*. 2014;89(10):1350-9. doi: 10.1016/j.mayocp.2014.05.017.
12. Miedema MD, Dardari ZA, Nasir K, Blankstein R, Knickelbine T, Oberembt S, et al. Association of Coronary Artery Calcium with Long-term, Cause-Specific Mortality Among Young Adults. *JAMA Netw Open*. 2019;2(7):e197440. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.7440.
13. Lee SE, Chang HJ, Sung JM, Park HB, Heo R, Rizvi A, et al. Effects of Statins on Coronary Atherosclerotic Plaques: the PARADIGM Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(10):1475-84. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.04.015.
14. Detrano RC, Anderson M, Nelson J, Wong ND, Carr JJ, McNitt-Gray M, et al. Coronary Calcium Measurements: Effect of CT Scanner Type and Calcium Measure on Rescan Reproducibility--MESA Study. *Radiology*. 2005;236(2):477-84. doi: 10.1148/radiol.2362040513.
15. Ghadri JR, Goetti R, Fiechter M, Pazhenkottil AP, Küest SM, Nkoulou RN, et al. Inter-Scan Variability of Coronary Artery Calcium Scoring Assessed on 64-Multidetector Computed Tomography vs. Dual-Source Computed Tomography: a Head-to-Head Comparison. *Eur Heart J*. 2011;32(15):1865-74. doi: 10.1093/eurheartj/ehr157.
16. Kolosváry M, Szilveszter B, Merkely B, Maurovich-Horvat P. Plaque Imaging with CT-a Comprehensive Review on Coronary CT Angiography Based Risk Assessment. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2017;7(5):489-506. doi: 10.21037/cdt.2016.11.06.
17. Patel MR, Peterson ED, Dai D, Brennan JM, Redberg RF, Anderson HV, et al. Low Diagnostic Yield of Elective Coronary Angiography. *N Engl J Med*. 2010;362(10):886-95. doi: 10.1056/NEJMoa0907272.
18. Camargo GC, Peclat T, Souza AC, Lima RS, Gottlieb I. Prognostic Performance of Coronary Computed Tomography Angiography in Asymptomatic Individuals as Compared to Symptomatic Patients with an Appropriate Indication. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017;11(2):148-52. doi: 10.1016/j.jcct.2016.12.006.
19. Cho I, Chang HJ, Hortaigh BÓ, Shin S, Sung JM, Lin FY, et al. Incremental Prognostic Utility of Coronary CT Angiography for Asymptomatic Patients Based Upon Extent and Severity of Coronary Artery Calcium: Results from the COronary CT Angiography EvaluationN For Clinical Outcomes International Multicenter (CONFIRM) Study. *Eur Heart J*. 2015;36(8):501-8. doi: 10.1093/eurheartj/ehu358.
20. Han D, Hortaigh BÓ, Gransar H, Lee JH, Rizvi A, Baskaran L, et al. Incremental Prognostic Value of Coronary Computed Tomography Angiography Over Coronary Calcium Scoring for Major Adverse Cardiac Events in Elderly Asymptomatic Individuals. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):675-83. doi: 10.1093/ehjci/jex150.
21. Min JK, Labounty TM, Gomez MJ, Achenbach S, Al-Mallah M, Budoff MJ, et al. Incremental Prognostic Value of Coronary Computed Tomographic Angiography Over Coronary Artery Calcium Score for Risk Prediction of Major Adverse Cardiac Events in Asymptomatic Diabetic Individuals. *Atherosclerosis*. 2014;232(2):298-304. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.09.025.
22. Plank F, Friedrich G, Dichtl W, Klauser A, Jaschke W, Franz WM, et al. The Diagnostic and Prognostic Value of Coronary CT Angiography in Asymptomatic High-Risk Patients: a Cohort Study. *Open Heart*. 2014;1(1):e000096. doi: 10.1136/openhrt-2014-000096.

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.

23. Kolossváry M, Szilveszter B, Merkely B, Maurovich-Horvat P. Plaque Imaging with CT-a Comprehensive Review on Coronary CT Angiography Based Risk Assessment. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2017;7(5):489-506. doi: 10.21037/cdt.2016.11.06.
24. Williams MC, Kwiecinski J, Doris M, McElhinney P, D'Souza MS, Cadet S, et al. Low-Attenuation Noncalcified Plaque on Coronary Computed Tomography Angiography Predicts Myocardial Infarction: Results from the Multicenter SCOT-HEART Trial (Scottish Computed Tomography of the HEART). *Circulation.* 2020;141(18):1452-62. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.044720.
25. Lee SE, Sung JM, Rizvi A, Lin FY, Kumar A, Hadamitzky M, et al. Quantification of Coronary Atherosclerosis in the Assessment of Coronary Artery Disease. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2018;11(7):e007562. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.007562.
26. Taron J, Lee S, Aluru J, Hoffmann U, Lu MT. A Review of Serial Coronary Computed Tomography Angiography (CTA) to Assess Plaque Progression and Therapeutic Effect of Anti-Atherosclerotic Drugs. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2020;36(12):2305-17. doi: 10.1007/s10554-020-01793-w.
27. Won KB, Lee SE, Lee BK, Park HB, Heo R, Rizvi A, et al. Longitudinal Assessment of Coronary Plaque Volume Change Related to Glycemic Status Using Serial Coronary Computed Tomography Angiography: A PARADIGM (Progression of Atherosclerotic Plaque Determined by Computed Tomographic Angiography Imaging) Substudy. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2019;13(2):142-7. doi: 10.1016/j.jcct.2018.12.002.
28. Chow BJ, Small G, Yam Y, Chen L, McPherson R, Achenbach S, et al. Prognostic and Therapeutic Implications of Statin and Aspirin Therapy in Individuals with Nonobstructive Coronary Artery Disease: Results from the CONFIRM (COronary CT Angiography Evaluation for Clinical Outcomes: an International Multicenter Registry) Registry. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2015;35(4):981-9. doi: 10.1161/ATVBAHA.114.304351.
29. Aycock RD, Westafer LM, Boxen JL, Majlesi N, Schoenfeld EM, Bannuru RR. Acute Kidney Injury After Computed Tomography: a Meta-analysis. *Ann Emerg Med.* 2018;71(1):44-53.e4. doi: 10.1016/j.annemergmed.2017.06.041.
30. McDonald JS, McDonald RJ, Comin J, Williamson EE, Katzberg RW, Murad MH, et al. Frequency of Acute Kidney Injury Following Intravenous Contrast Medium Administration: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiology.* 2013;267(1):119-28. doi: 10.1148/radiol.12121460.



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

Emprego do Ecocardiograma Tridimensional na Análise de Função Ventricular na Doença de Chagas

Use of Three-Dimensional Echocardiography in the Analysis of Ventricular Function in Chagas Disease

Antonio Carlos Leite de Barros-Filho,¹ Minna Moreira Dias Romano¹

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto,¹ Ribeirão Preto, SP – Brasil

Resumo

A doença de Chagas é reconhecida como um problema de saúde pública global, podendo ocasionar manifestações cardíacas, digestivas e neurológicas. O ecocardiograma é exame complementar fundamental na avaliação de pacientes com acometimento cardíaco, ao avaliar diversos parâmetros de estrutura e função cardíaca. A presente revisão tem como objetivo discorrer sobre o emprego do ecocardiograma tridimensional na análise da função ventricular em pacientes com doença de Chagas.

Introdução

A doença de Chagas (DC), causada pelo protozoário *T. cruzi*, é transmitida principalmente pela via vetorial, através da inoculação na pele de fezes dos triatomídeos previamente infectados, após sugarem o sangue de pessoas ou animais contaminados. Também pode ser transmitida por via oral, por via transplacentária, pela transfusão de sangue e hemoderivados, por transplante de órgãos sólidos ou por acidentes com material biológico.¹⁻³

Estima-se que cerca de 6 a 7 milhões de pessoas no mundo estejam infectadas, principalmente em países da América Latina. No entanto, nos últimos anos, com o avanço do fluxo migratório de áreas rurais para áreas urbanas e de países endêmicos para países não endêmicos, tal patologia tem sido reconhecida como um problema de saúde pública global.³

Sua história natural envolve uma fase aguda, nem sempre sintomática, que pode durar algumas semanas até poucos meses, e uma fase crônica, que pode se manifestar com comprometimento cardíaco, digestivo ou neurológico. O acometimento cardíaco representa a manifestação mais temida, caracterizada por complicações de elevada morbimortalidade como insuficiência cardíaca, arritmias e acidente vascular cerebral.^{1,2,4}

Palavras-chave

Ecocardiografia Tridimensional; Cardiomiopatia Chagásica; Função Ventricular

Correspondência: Antonio Carlos Leite de Barros-Filho •
Universidade de São Paulo, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Av. Bandeirantes, 3900. CEP: 14049-900. Vila Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP – Brasil
E-mail: acbarros@alumni.usp.br
Artigo recebido em 31/10/2023; revisado em 03/11/2023; aceito em 03/11/2023
Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230093>

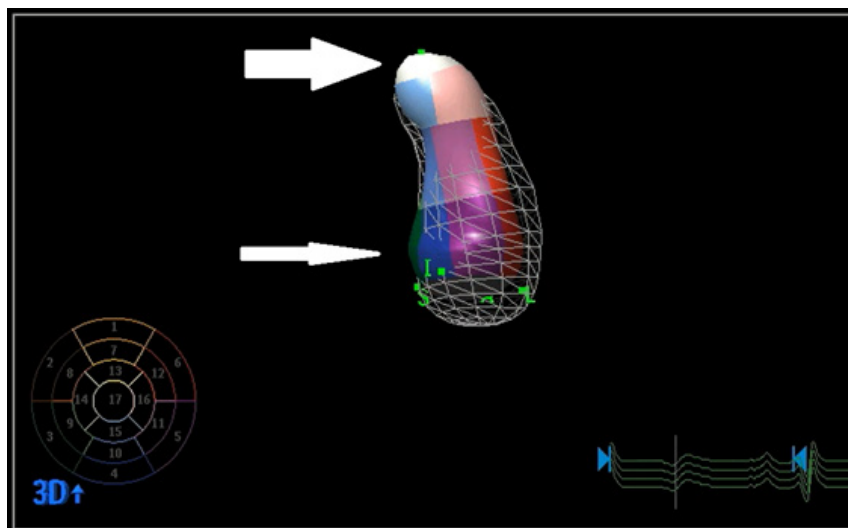
Neste cenário, o ecocardiograma é o exame complementar mais realizado para a avaliação e seguimento dos pacientes com DC ao permitir a análise da estrutura e função cardíacas, a detecção de trombos intracavitários, e a avaliação de acometimento valvar secundário.^{1,5} Nos últimos anos, novas técnicas como a ecocardiografia tridimensional (3D) e a avaliação da deformação miocárdica pelo método de rastreamento de pontos revelaram-se promissoras na avaliação da mecânica cardíaca em diversos cenários clínicos.⁶⁻¹⁴

O objetivo desta revisão é discorrer a respeito do emprego do ecocardiograma 3D na análise da função ventricular em pacientes com DC.

Avaliação da função ventricular esquerda pelo ecocardiograma 3D

Em pacientes com DC, o envolvimento segmentar é marcador de mau prognóstico, o que já foi demonstrado em diversos estudos. As alterações segmentares mais características ocorrem nos segmentos inferiores, inferolaterais e apicais do ventrículo esquerdo (VE).^{4,6,15-17} Tais segmentos nem sempre são adequadamente avaliados por meio do estudo bidimensional (2D), devido ao encurtamento da imagem (que pode excluir da análise os segmentos apicais) ou pela não inclusão dos segmentos na quantificação da função global pelo método de Simpson biplanar (que não engloba os segmentos inferolaterais).⁶ A avaliação da fração de ejeção do VE (FEVE) é um dos principais parâmetros para classificação e estadiamento dos pacientes com DC e desta forma é recomendável o emprego de métodos que apresentem elevada acurácia e reprodutibilidade para a sua estimativa.^{1,5,6}

O ecocardiograma 3D permite o cálculo dos volumes ventriculares, sem a necessidade de estimativa por fórmulas geométricas como ocorre na ecocardiografia 2D.¹³ Além disso, apresenta maior reprodutibilidade e acurácia no cálculo dos volumes em comparação com a ressonância magnética cardíaca, sendo método cada vez mais utilizado em diversas miocardiopatias.^{11,13,18,19} Como vantagens em relação às outras modalidades podemos destacar que é método menos oneroso, não invasivo, com maior portabilidade, não relacionado à exposição à radiação, capaz de obter imagens com menor tempo de aquisição e melhor resolução temporal. No entanto, a ecocardiografia 3D apresenta algumas limitações em comparação com a ecocardiografia 2D relacionadas a custo, disponibilidade, resolução espacial e dificuldades técnicas, particularmente em pacientes que apresentam irregularidade do ritmo cardíaco, como fibrilação atrial.^{10,13,19}

Figura Central: Emprego do Ecocardiograma Tridimensional na Análise de Função Ventricular na Doença de Chagas

Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230093

Renderização 3D de volume do VE em sístole em paciente com DC evidenciando grande conformação aneurismática apical (seta grossa), assim como pequena discinesia septo inferior basal (seta fina). 3D: tridimensional.

Apesar da maior acurácia da ecocardiografia 3D em relação à 2D na análise dos volumes ventriculares e da FEVE em diversos cenários clínicos, a superioridade prognóstica ainda permanece incerta.⁶ Em estudo observacional unicêntrico realizado com 172 pacientes com miocardiopatia dilatada isquêmica e não isquêmica candidatos à terapia com cardiodesfibrilador implantável (CDI), a FEVE 3D se revelou um preditor independente de eventos arrítmicos maiores, sugerindo que a FEVE 3D poderia mudar a decisão de implante de CDI neste cenário, sendo que até 20% dos pacientes poderiam ser reclassificados abaixo do limiar de indicação de implante de CDI quando utilizado o método 3D.²⁰ Em estudo unicêntrico recente com 725 pacientes encaminhados para avaliação ecocardiográfica de rotina, também foi encontrado valor incremental da FEVE 3D em relação à FEVE 2D na predição de desfechos compostos. Além disso, os valores de partição para redução leve, moderada e acentuada da função sistólica do VE por 3D demonstraram maior poder discriminatório para morte cardíaca do que os valores por 2D e a dilatação do VE definida pelo volume 3D apresentou maior associação com mortalidade.²¹

Além da avaliação absoluta dos volumes ventriculares e da FEVE 3D, também é possível obter uma curva volume-tempo correspondente às alterações dinâmicas no volume ventricular esquerdo durante o ciclo cardíaco.²² A análise desta curva permite a avaliação de novos parâmetros não invasivos de performance ventricular, como o fluxo sistólico máximo, o fluxo de pico durante o enchimento ventricular esquerdo precoce e o fluxo de pico durante a contração atrial esquerda.^{23,24} Um estudo transversal recentemente publicado, envolvendo 20 pacientes

com DC e 15 indivíduos saudáveis, teve como objetivo caracterizar tais parâmetros em pacientes com DC. Neste estudo, os pacientes com DC apresentaram fluxo sistólico máximo, fluxo de pico durante o enchimento ventricular esquerdo precoce e fluxo de pico durante a contração atrial semelhantes aos dos pacientes do grupo controle, demonstrando de maneira não invasiva que o aumento do volume diastólico final do VE é o principal mecanismo adaptativo que permite a manutenção do fluxo e do volume ejetado em pacientes com DC e disfunção sistólica ventricular esquerda acentuada.²⁵

Apesar da crescente utilização da ecocardiografia 3D para estimativa dos volumes e da FEVE em diversas patologias, não existem estudos, que sejam do nosso conhecimento, que avaliaram especificamente a superioridade da ecocardiografia 3D em relação à ecocardiografia 2D em pacientes com DC, tanto em relação à capacidade diagnóstica, de classificação em graus de disfunção sistólica ventricular esquerda ou em termos de prognóstico de desfechos cardíacos maiores como arritmias ventriculares ou mortalidade.

Avaliação da função ventricular direita pelo ecocardiograma 3D

Em pacientes com DC, o acometimento do ventrículo direito (VD) pode ocorrer de forma precoce na história natural da doença, ocorrendo em pacientes com a forma indeterminada e digestiva da DC.^{1,5,26-29}

A avaliação do VD pela ecocardiografia 2D apresenta uma série de desafios.^{13,30,31} O VD apresenta uma conformação

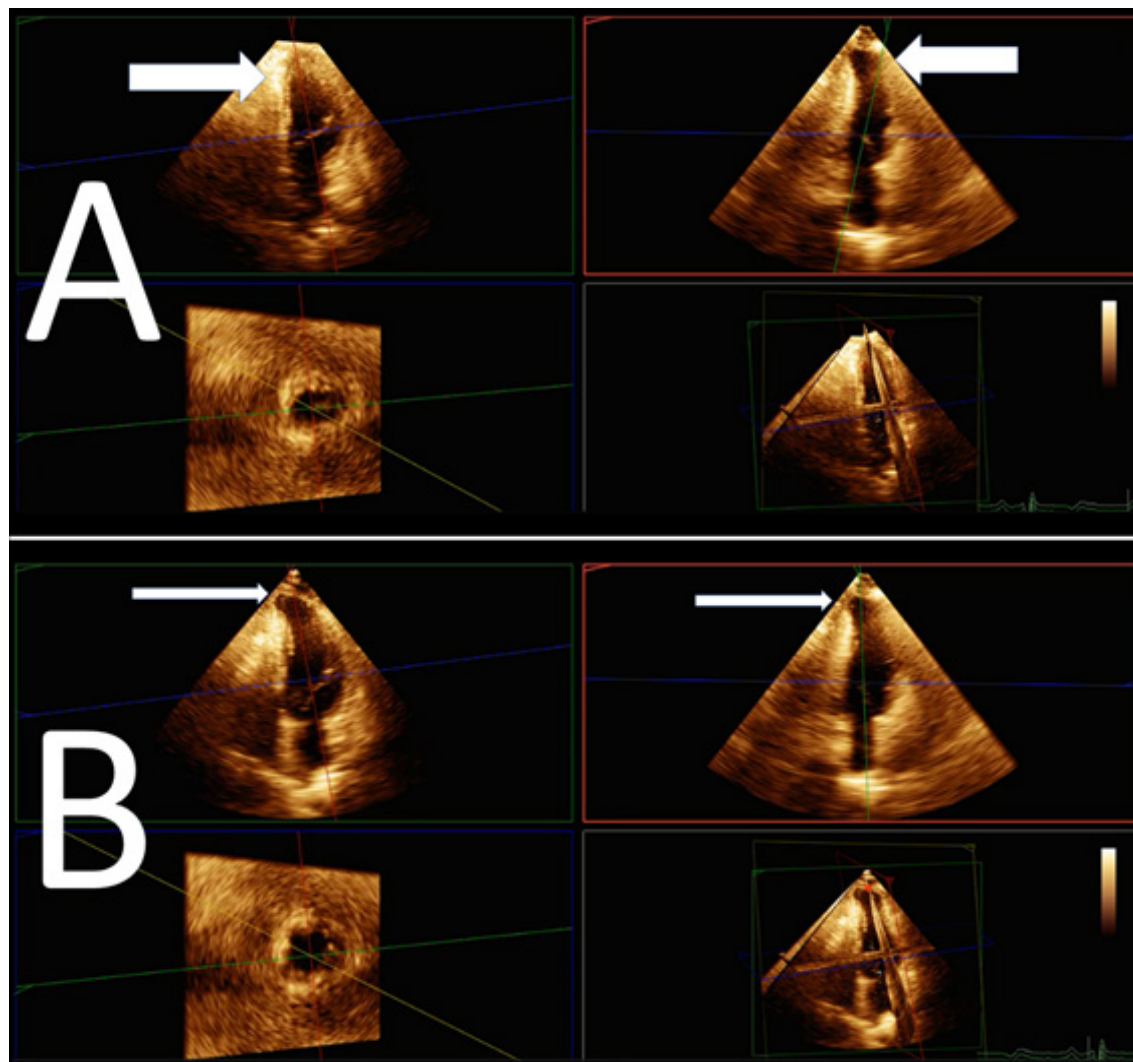


Figura 1 – Imagens multiplanares derivadas da aquisição 3D em paciente com DC. Paine A: nota-se encurtamento do ápice do VE (setas grossas). Neste caso, a avaliação dos volumes ventriculares pode ser imprecisa. Paine B: após ajuste dos planos foi possível a identificação do ápice verdadeiro com a inclusão do grande aneurisma apical na análise dos volumes ventriculares (setas finas).

geométrica mais complexa do que o VE, com pelo menos 6 regiões morfológicas distintas: via de entrada, via de saída, ápice (regiões septal e da parede livre) e corpo (regiões septal e da parede livre).³² Além disso, o VD apresenta outras características que dificultam a sua avaliação pelo método 2D, como parede miocárdica muito delgada, a presença de trabeculações proeminentes e a maior disposição de fibras endocárdicas no sentido longitudinal. Por estes motivos a análise pela ecocardiografia 2D é realizada de maneira integrada, com a obtenção de diversos parâmetros de geometria e função.^{13,30,31,33}

Desta forma, a ecocardiografia 3D tem sido cada vez mais empregada na análise da função sistólica do VD. Por meio de softwares específicos designados para avaliação do VD é possível realizar a avaliação dos volumes e da fração de ejeção

do VD (FEVD) apresentando boa correlação com a ressonância magnética cardíaca.^{12,34,35}

O ecocardiograma 3D também pode ser utilizado na caracterização da geometria ventricular direita, sendo método promissor na avaliação do remodelamento ventricular direito.³² Estudos prévios realizados com pacientes com hipertensão pulmonar e tetralogia de Fallot demonstraram diferenças no remodelamento do VD de acordo com a etiologia da sobrecarga ventricular direita.^{36,37}

Nos últimos anos, alguns estudos demonstraram valor prognóstico adicional da análise da função sistólica do VD com o emprego da ecocardiografia 2D. Nagata *et al.* encontraram elevada acurácia da ecocardiografia 3D em relação à ressonância magnética cardíaca na avaliação dos volumes e da FEVD. Também foi demonstrado que a FEVD 3D

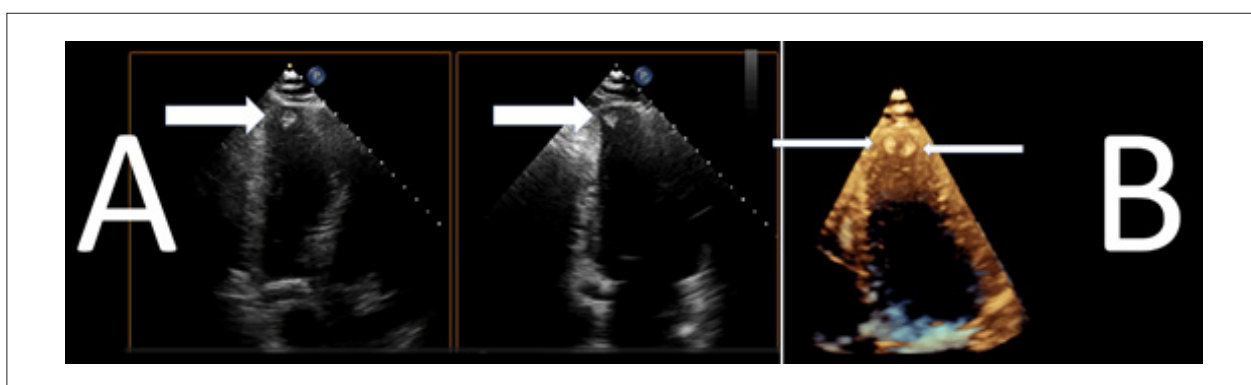


Figura 2 – Avaliação de trombos intracavitários em paciente com DC. Painel A: imagens ortogonais obtidas por meio de avaliação simultânea biplanar. Painel B: imagem 3D evidenciando 2 trombos apicais.

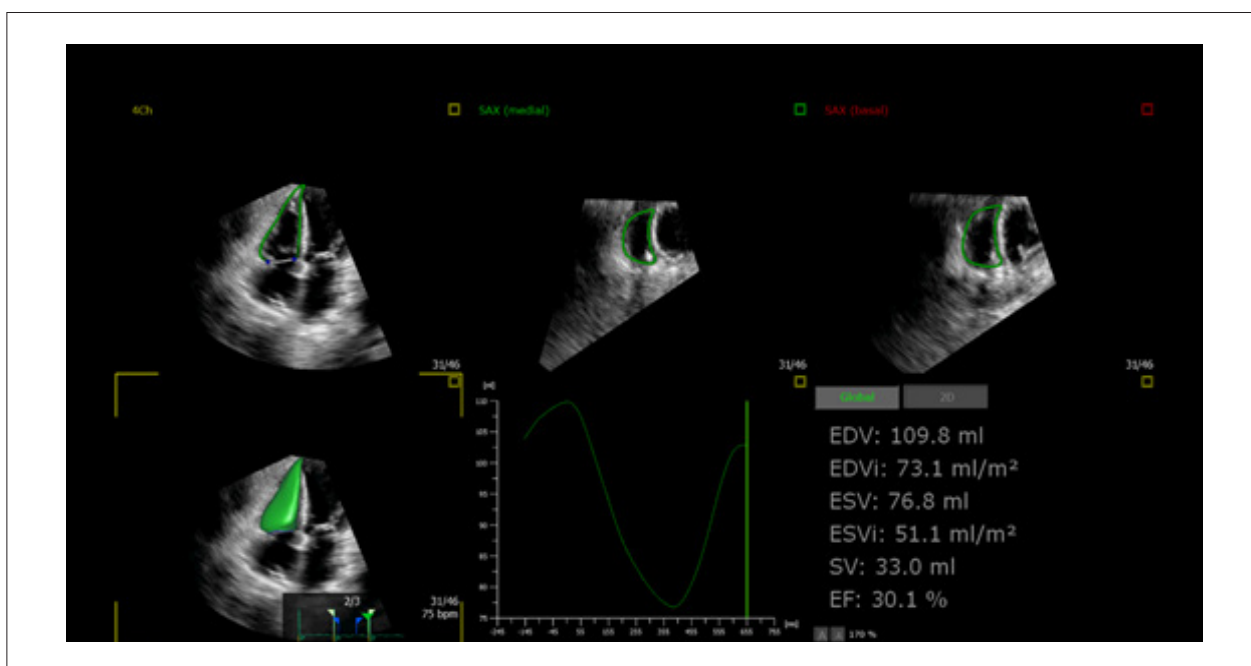


Figura 3 – Avaliação 3D da função do VD em paciente com DC. A FEVD direito foi calculada em 30%. EDV: volume diastólico final; EDVi: volume diastólico final indexado; ESV: volume sistólico final; ESVi: volume sistólico final indexado; SV: volume sistólico; EF: fração de ejeção.

foi independentemente associada com a desfechos cardíacos em diversas etiologias de disfunção ventricular direita.⁶ Surkova *et al.* demonstraram em estudo observacional com 394 pacientes com cardiopatia que a FEVD 3D está associada com mortalidade ($p < 0,0001$).³⁸ Kitano *et al.* publicaram metanálise que demonstrou que a FEVD $< 45\%$ foi associada com pior desfecho cardiovascular, tanto em indivíduos com FEVE normal quanto em indivíduos com FEVE reduzida. No mesmo estudo, a análise de subgrupos revelou que a FEVD apresentou valor prognóstico tanto em pacientes com hipertensão pulmonar quanto em pacientes com doença cardiovascular. A análise proporcional univariada de Cox revelou que a FEVD 3D foi associada tanto à morte cardíaca ($p < 0,0001$) quanto à evento cardiovascular adverso maior ($p < 0,0001$). A FEVD 3D permaneceu como um preditor independente para morte cardíaca ($p < 0,0001$) e evento

cardiovascular adverso maior ($p < 0,0001$), mesmo após análise de risco proporcional multivariada de Cox.³⁹

Apesar das evidências iniciais de valor adicional da ecocardiografia 3D em algumas condições clínicas, até o momento não existem estudos caracterizando as alterações de tamanho, geometria e função do VD por este método em pacientes com DC.

Avaliação da deformação miocárdica 3D

Nos últimos anos a avaliação da mecânica cardíaca pelo método de rastreamento de pontos tem se mostrado ferramenta promissora na avaliação de disfunção miocárdica. Existem diversos estudos demonstrando a capacidade da análise da deformação longitudinal global em prever eventos graves como mortalidade e desfechos compostos.^{40,41}

Artigo de Revisão

Embora já tenha sido demonstrado o papel do rastreamento de pontos em detectar alterações regionais em pacientes com DC mesmo em formas mais sutis, não é possível confirmar que as alterações tenham correlação com a presença de fibrose miocárdica,^{42,43} podendo ser manifestações de deformação alterada ainda antes da substituição fibrótica. Mais recentemente tem sido proposto que a análise da deformação miocárdica 3D apresentaria valor prognóstico adicional, sendo que diversos índices podem ser obtidos por meio desta ferramenta.^{41,44}

Um estudo recente com 72 pacientes com DC buscou caracterizar novas variáveis ecocardiográficas de acordo com a FEVE e avaliar seu papel na predição de desfechos clínicos em pacientes com DC.⁴⁵ Neste estudo, a exequibilidade da realização da deformação 3D do VE foi elevada (91,5% em pacientes com FEVE < 40%; 89,4% em pacientes com FEVE ≥ 40% e < 50%; 88% em pacientes com FEVE ≥ 50%), apesar de inferior à exequibilidade da realização da deformação 2D (99,3%, 98,9% e 100%, respectivamente). Após uma análise de regressão pelo modelo de Cox, os parâmetros derivados da deformação 3D que se revelaram preditores de desfechos compostos (hospitalização por insuficiência cardíaca, arritmias ventriculares complexas, transplante cardíaco e morte) foram a deformação longitudinal global 3D e a deformação da área 3D do VE.⁴⁵ Particularmente, a deformação da área 3D do VE é um índice muito promissor que quantifica a alteração da área endocárdica, integrando deformação longitudinal e circunferencial, permitindo avaliação mais detalhada dos diferentes tipos de fibras miocárdicas e possibilitando melhor compreensão da fisiopatologia das cardiomiopatias.⁴¹ Porém, em estudo recente em pacientes com miocardiopatia isquêmica e não isquêmica não foi encontrado valor incremental da deformação 3D em comparação com a análise da FEVE.⁴⁶

Conclusão

A DC é um problema de saúde pública global que apresenta elevada morbimortalidade, principalmente devido ao

envolvimento cardíaco da doença. Existem diversas vantagens teóricas no emprego do ecocardiograma 3D em pacientes com DC, devido a características intrínsecas ao método e também à patologia. No entanto, em pacientes com DC o valor adicional do ecocardiograma 3D em relação ao 2D ainda precisa ser melhor elucidado, inclusive por meio de estudos que levem em consideração a custo-efetividade do método.

Considerações adicionais

Os dados para esta revisão foram identificados por meio de buscas nas bases de dados das plataformas PubMed, Medline, Lilacs e Scielo, sendo aceitos artigos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e redação do manuscrito: Barros-Filho ACL; análise e interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Barros-Filho ACL, Romano MMD.

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. Marin-Neto JA, Rassi A Jr, Oliveira GMM, Correia LCL, Ramos NA Jr, Luquetti AO, et al. SBC Guideline on the Diagnosis and Treatment of Patients with Cardiomyopathy of Chagas Disease - 2023. *Arq Bras Cardiol*. 2023;120(6):e20230269. doi: 10.36660/abc.20230269.
2. Nunes MCP, Beaton A, Acquatella H, Bern C, Bolger AF, Echeverría LE, et al. Chagas Cardiomyopathy: an Update of Current Clinical Knowledge and Management: a Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;138(12):e169-209. doi: 10.1161/CIR.0000000000000599.
3. Echeverría LE, Marcus R, Novick G, Sosa-Estani S, Ralston K, Zaidel EJ, et al. WHF IASC Roadmap on Chagas Disease. *Glob Heart*. 2020;15(1):26. doi: 10.5334/gh.484.
4. Moreira HT, Volpe GJ, Mesquita GM, Santos MFB, Pazin-Filho A, Marin-Neto JA, et al. Association of Left Ventricular Abnormalities with Incident Cerebrovascular Events and Sources of Thromboembolism in Patients with Chronic Chagas Cardiomyopathy. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022;24(1):52. doi: 10.1186/s12968-022-00885-x.
5. Ralston K, Zaidel E, Acquatella H, Barbosa MM, Narula J, Nakagama Y, et al. WHF Recommendations for the Use of Echocardiography in Chagas Disease. *Glob Heart*. 2023;18(1):27. doi: 10.5334/gh.1207.
6. Nunes MCP, Badano LP, Marin-Neto JA, Edvardsen T, Fernández-Golfín C, Bucciarelli-Ducci C, et al. Multimodality Imaging Evaluation of Chagas Disease: an Expert Consensus of Brazilian Cardiovascular Imaging Department (DIC) and the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(4):459-60. doi: 10.1093/ehjci/ehj154.
7. Rassi DC, Vieira ML, Arruda AL, Hotta VT, Furtado RG, Rassi DT, et al. Echocardiographic Parameters and Survival in Chagas Heart Disease with Severe Systolic Dysfunction. *Arq Bras Cardiol*. 2014;102(3):245-52. doi: 10.5935/abc.20140003.
8. Pereira CB Jr, Markman B Filho. Clinical and Echocardiographic Predictors of Mortality in Chagasic Cardiomyopathy--Systematic Review. *Arq Bras Cardiol*. 2014;102(6):602-10. doi: 10.5935/abc.20140068.
9. Amundsen BH, Helle-Valle T, Edvardsen T, Torp H, Crosby J, Lyseggen E, et al. Noninvasive Myocardial Strain Measurement by Speckle Tracking Echocardiography: Validation Against Sonomicrometry and Tagged Magnetic Resonance Imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):789-93. doi: 10.1016/j.jacc.2005.10.040.

10. Qi X, Cogar B, Hsiung MC, Nanda NC, Miller AP, Yelamanchili P, et al. Live/Real Time Three-Dimensional Transthoracic Echocardiographic Assessment of Left Ventricular Volumes, Ejection Fraction, and Mass Compared with Magnetic Resonance Imaging. *Echocardiography*. 2007;24(2):166-73. doi: 10.1111/j.1540-8175.2006.00428.x.
11. Dorosz JL, Lezotte DC, Weitzenkamp DA, Allen LA, Salcedo EE. Performance of 3-Dimensional Echocardiography in Measuring Left Ventricular Volumes and Ejection Fraction: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(20):1799-808. doi: 10.1016/j.jacc.2012.01.037.
12. Medvedofsky D, Addetia K, Patel AR, Sedlmeier A, Baumann R, Mor-Avi V, et al. Novel Approach to Three-Dimensional Echocardiographic Quantification of Right Ventricular Volumes and Function from Focused Views. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(10):1222-31. doi: 10.1016/j.echo.2015.06.013.
13. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afalalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: an Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
14. Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(19):2360-79. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162.
15. Pazin-Filho A, Romano MM, Almeida-Filho OC, Furuta MS, Viviani LF, Schmidt A, et al. Minor Segmental Wall Motion Abnormalities Detected in Patients with Chagas' Disease Have Adverse Prognostic Implications. *Braz J Med Biol Res*. 2006;39(4):483-7. doi: 10.1590/s0100-879x2006000400008.
16. Pazin-Filho A, Romano MM, Furtado RG, Almeida OC Filho, Schmidt A, Marin-Neto JA, et al. Left Ventricular Global Performance and Diastolic Function in Indeterminate and Cardiac Forms of Chagas' Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20(12):1338-43. doi: 10.1016/j.echo.2007.04.029.
17. Schmidt A, Romano MMD, Marin-Neto JA, Rao-Melacini P, Rassi A Jr, Mattos A, et al. Effects of Trypanocidal Treatment on Echocardiographic Parameters in Chagas Cardiomyopathy and Prognostic Value of Wall Motion Score Index: a BENEFIT Trial Echocardiographic Substudy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(2):286-95.e3. doi: 10.1016/j.echo.2018.09.006.
18. Thavendiranathan P, Grant AD, Negishi T, Plana JC, Popović ZB, Marwick TH. Reproducibility of Echocardiographic Techniques for Sequential Assessment of Left Ventricular Ejection Fraction and Volumes: Application to Patients Undergoing Cancer Chemotherapy. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(1):77-84. doi: 10.1016/j.jacc.2012.09.035.
19. Lancellotti P, Badano LP, Lang RM, Akhaladze N, Athanassopoulos GD, Barone D, et al. Normal Reference Ranges for Echocardiography: Rationale, Study Design, and Methodology (NORRE Study). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(4):303-8. doi: 10.1093/ehjci/et008.
20. Rodríguez-Zanella H, Muraru D, Secco E, Boccalini F, Azzolina D, Aruta P, et al. Added Value of 3- Versus 2-Dimensional Echocardiography Left Ventricular Ejection Fraction to Predict Arrhythmic Risk in Patients with Left Ventricular Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(10):1917-26. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.07.011.
21. Muraru D, Baldea SM, Genovese D, Tomaselli M, Heilbron F, Gavazzoni M, et al. Association of Outcome with Left Ventricular Volumes and Ejection Fraction Measured with Two- and Three-Dimensional Echocardiography in Patients Referred for Routine, Clinically Indicated Studies. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:1065131. doi: 10.3389/fcvm.2022.1065131.
22. Zeidan Z, Erbel R, Barkhausen J, Hunold P, Bartel T, Buck T. Analysis of Global Systolic and Diastolic Left Ventricular Performance Using Volume-Time Curves by Real-Time Three-Dimensional Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2003;16(1):29-37. doi: 10.1067/mje.2003.40.
23. Nesser HJ, Sugeng L, Corsi C, Weinert L, Niel J, Ebner C, et al. Volumetric Analysis of Regional Left Ventricular Function with Real-Time Three-Dimensional Echocardiography: Validation by Magnetic Resonance and Clinical Utility Testing. *Heart*. 2007;93(5):572-8. doi: 10.1136/hrt.2006.096040.
24. Badano LP, Muraru D, Ciambellotti F, Caravita S, Guida V, Tomaselli M, et al. Assessment of Left Ventricular Diastolic Function by Three-Dimensional Transthoracic Echocardiography. *Echocardiography*. 2020;37(11):1951-6. doi: 10.1111/echo.14782.
25. Pinto AS, Nunes MCP, Rodrigues CA, Oliveira BMR, Medrado Neto JDR, Tan TC, et al. The Volume-Time Curve by Three-Dimensional Echocardiography in Chagas Cardiomyopathy: Insights into the Mechanism of Hemodynamic Adaptations. *Arq Bras Cardiol*. 2022;118(6):1099-105. doi: 10.36660/abc.20201308.
26. Moreira HT, Volpe CJ, Marin-Neto JA, Ambale-Venkatesh B, Nwabuo CC, Trad HS, et al. Evaluation of Right Ventricular Systolic Function in Chagas Disease Using Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2017;10(3):e005571. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005571.
27. Marin-Neto JA, Marzullo P, Sousa AC, Marcassa C, Maciel BC, Iazigi N, et al. Radionuclide Angiographic Evidence for Early Predominant Right Ventricular Involvement in Patients with Chagas' Disease. *Can J Cardiol*. 1988;4(5):231-6.
28. Barros MV, Machado FS, Ribeiro AL, Rocha MOC. Detection of Early Right Ventricular Dysfunction in Chagas' Disease Using Doppler Tissue Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002;15(10 Pt 2):1197-201. doi: 10.1067/mje.2002.122966.
29. Furtado RG, Frota DC, Silva JB, Romano MM, Almeida OC Filho, Schmidt A, et al. Right Ventricular Doppler Echocardiographic Study of Indeterminate form of Chagas Disease. *Arq Bras Cardiol*. 2015;104(3):209-17. doi: 10.5935/abc.20140197.
30. Romano MMD, Moreira HT, Schmidt A, Maciel BC, Marin-Neto JA. Imaging Diagnosis of Right Ventricle Involvement in Chagas Cardiomyopathy. *Biomed Res Int*. 2017;2017:3820191. doi: 10.1155/2017/3820191.
31. Rudski LG, Lai WW, Afalalo 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.
32. Addetia K, Maffessanti F, Muraru D, Singh A, Surkova E, Mor-Avi V, et al. Morphologic Analysis of the Normal Right Ventricle Using Three-Dimensional Echocardiography-Derived Curvature Indices. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(5):614-23. doi: 10.1016/j.echo.2017.12.009.
33. Zaidi A, Knight DS, Augustine DX, Harkness A, Oxborough D, Pearce K, et al. Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: a Practical Guideline from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2020;7(1):G19-41. doi: 10.1530/ERP-19-0051.
34. Shimada YJ, Shiota M, Siegel RJ, Shiota T. Accuracy of Right Ventricular Volumes and Function Determined by Three-Dimensional Echocardiography in Comparison with Magnetic Resonance Imaging: a Meta-Analysis Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(9):943-53. doi: 10.1016/j.echo.2010.06.029.
35. Muraru D. 22nd Annual Feigenbaum Lecture: Right Heart, Right Now: the Role of Three-Dimensional Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35(9):893-909. doi: 10.1016/j.echo.2022.05.011.
36. Addetia K, Maffessanti F, Yamat M, Weinert L, Narang A, Freed BH, et al. Three-Dimensional Echocardiography-Based Analysis of Right Ventricular Shape in Pulmonary Arterial Hypertension. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(5):564-75. doi: 10.1093/ehjci/jev171.
37. Bidviene J, Muraru D, Maffessanti F, Ereminiene E, Kovács A, Lakatos B, et al. Regional Shape, Global Function and Mechanics in Right Ventricular Volume and Pressure Overload Conditions: a Three-Dimensional Echocardiography Study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(4):1289-99. doi: 10.1007/s10554-020-02117-8.
38. Surkova E, Muraru D, Genovese D, Aruta P, Palermo C, Badano LP. Relative Prognostic Importance of Left and Right Ventricular Ejection Fraction in Patients with Cardiac Diseases. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(11):1407-15.e3. doi: 10.1016/j.echo.2019.06.009.

Artigo de Revisão

39. Kitano T, Nabeshima Y, Nagata Y, Takeuchi M. Prognostic Value of the Right Ventricular Ejection Fraction Using Three-Dimensional Echocardiography: Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2023;18(7):e0287924. doi: 10.1371/journal.pone.0287924.
40. Houard L, Benaets MB, Ravenstein CM, Rousseau MF, Ahn SA, Amzulescu MS, et al. Additional Prognostic Value of 2D Right Ventricular Speckle-Tracking Strain for Prediction of Survival in Heart Failure and Reduced Ejection Fraction: a Comparative Study with Cardiac Magnetic Resonance. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(12):2373-85. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.028.
41. Medvedofsky D, Maffessanti F, Weinert L, Tehrani DM, Narang A, Addetia K, et al. 2D and 3D Echocardiography-Derived Indices of Left Ventricular Function and Shape: Relationship with Mortality. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(11):1569-79. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.08.023.
42. Macedo CT, Larocca TF, Noya-Rabelo M, Correia LCL, Moreira MIG, Caldas AC, et al. Assessment of Speckle Tracking Strain Predictive Value for Myocardial Fibrosis in Subjects with Chagas Disease. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2015;8:75-80. doi: 10.1016/j.ijcha.2015.05.007.
43. Romano MMD, Moreira HT, Marin-Neto JA, Baccelli PE, Alenezi F, Klem I, et al. Early Impairment of Myocardial Deformation Assessed by Regional Speckle-Tracking Echocardiography in the Indeterminate Form of Chagas Disease without Fibrosis Detected by Cardiac Magnetic Resonance. *PLoS Negl Trop Dis*. 2020;14(11):e0008795. doi: 10.1371/journal.pntd.0008795.
44. Truong VT, Phan HT, Pham KN, Duong HNH, Ngo TNM, Palmer C, et al. Normal Ranges of Left Ventricular Strain by Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(12):1586-97.e5. doi: 10.1016/j.echo.2019.07.012.
45. Hotta VT, Abduch MCD, Vieira MLC, Vilela AA, Bocchi EA. Three and Two-Dimensional Cardiac Mechanics by Speckle Tracking are Predictors of Outcomes in Chagas Heart Disease. *Sci Rep*. 2022;12(1):12237. doi: 10.1038/s41598-022-16379-w.
46. Aly MFA, Kleijn SA, van Lenthe JH, Menken-Negroiu RF, Robbers LF, Beek AM, et al. Prediction of Prognosis in Patients with Left Ventricular Dysfunction Using Three-Dimensional Strain Echocardiography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Neth Heart J*. 2022;30(12):572-9. doi: 10.1007/s12471-022-01688-6.



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

O Que É Importante na Avaliação Ecocardiográfica do Paciente Com Sarcoidose Cardíaca?

What Is Important in the Echocardiographic Evaluation of Patients With Cardiac Sarcoidosis?

Nathalia Conci Santorio,¹ Pandreli Testa Santorio,¹ Fabio Fernandes,¹ Viviane Tiemi Hotta^{1,2}

Instituto do Coração (InCor), Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo,¹ São Paulo, SP – Brasil

Fleury Medicina e Saúde,² São Paulo, SP – Brasil

Resumo

A sarcoidose é uma doença sistêmica, de etiologia não esclarecida, associada à formação de granulomas não necrotizantes em diversos órgãos, com envolvimento torácico em 90% dos casos. O acometimento cardíaco é detectado em aproximadamente 10% dos pacientes, chegando a 25% nos estudos de autópsia. É responsável por cerca de metade dos óbitos em pacientes com sarcoidose, sendo importante fator prognóstico. O septo interventricular e a parede livre do ventrículo esquerdo são as regiões mais acometidas, especialmente na porção subepicárdica. O desenvolvimento de alterações de condução (incluindo bloqueios atrioventriculares e arritmias ventriculares) e insuficiência cardíaca são as manifestações mais comuns. O diagnóstico é desafiador e exige, na maioria dos casos, a realização de exames de imagem avançados, como a tomografia por emissão de pósitrons ou ressonância magnética cardíaca com técnica de realce tardio. Porém, são exames de custo elevado e pouco disponíveis. O ecocardiograma transtorácico convencional, por outro lado, é amplamente acessível, mas apresenta achados mais tardios e pouco específicos. Os mais importantes são a redução da fração de ejeção ventricular esquerda < 50% e a presença de afilamento anormal do septo interventricular basal. Outras alterações segmentares, especialmente quando não correspondentes a territórios coronarianos, e aneurismas, também são de grande relevância. Além disso, podem estar presentes disfunção diastólica, derrame pericárdico e disfunção ventricular direita, tanto por acometimento primário como secundário à hipertensão pulmonar. As técnicas ultrassonográficas mais avançadas, como o *strain* miocárdico, trabalho miocárdico e elastografia, são promissoras na busca de um diagnóstico mais precoce e de menor custo.

Palavras-chave

Ecocardiografia; Entorses e Distensões; Sarcoidose

Correspondência: Nathalia Conci Santorio •

Av. Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 44. CEP: 05403-900. Cerqueira César, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: nathalia.conci@hc.fm.usp.br

Artigo recebido em 14/11/2023; revisado em 17/11/2023; aceito em 17/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230104>

Introdução

A sarcoidose é uma doença sistêmica de etiologia não esclarecida, com provável componente autoimune, associada à formação de granulomas não-necrotizantes em diversos órgãos e tecidos.¹ Possui prevalência em torno de 0,05% e,² em cerca de 70% dos casos, acomete indivíduos entre 25 e 40 anos de idade, com um segundo pico de incidência em mulheres acima de 50 anos.³

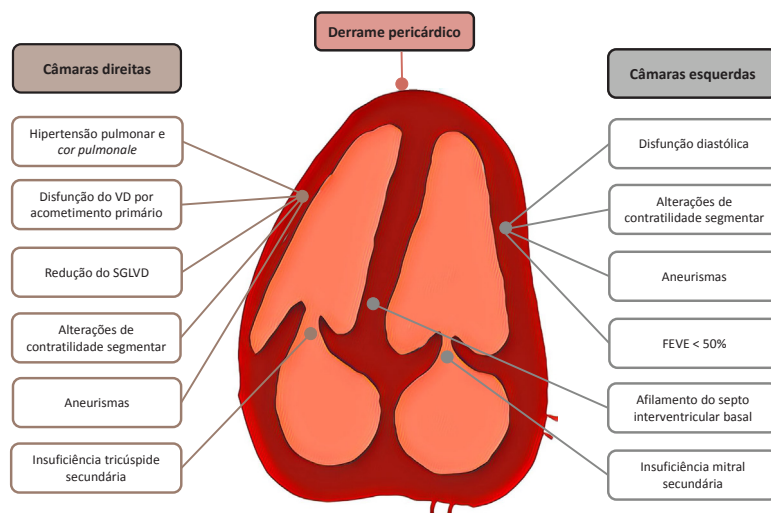
As manifestações clínicas são bastante variadas, assim como o curso clínico da doença, que pode ser autolimitado ou crônico. O envolvimento torácico ocorre em 90% dos casos, com adenopatia hilar e/ou micronódulos pulmonares difusos, principalmente ao longo de estruturas linfáticas.¹

O envolvimento cardíaco é clinicamente detectado em cerca de 10% dos pacientes, porém, a prevalência chega a 25% nos estudos de autópsia.⁴ O septo interventricular e a parede livre do ventrículo esquerdo são as regiões mais acometidas, especialmente em sua porção subepicárdica, sendo o desenvolvimento de alterações de condução (incluindo bloqueios atrioventriculares e arritmias ventriculares potencialmente fatais) e miocardiopatia levando à insuficiência cardíaca, as manifestações clínicas mais comuns.⁴ Os pacientes podem ser assintomáticos ou apresentarem palpitações, dispneia, síncope ou até mesmo morte súbita cardíaca como primeira manifestação.⁴

O envolvimento cardíaco está associado à infiltração granulomatosa, com evolução progressiva para fibrose cicatricial. É responsável por cerca de 50% dos óbitos em pacientes com sarcoidose,⁵ sendo importante fator de mau prognóstico na doença. Portanto, todos os pacientes diagnosticados com sarcoidose devem ser ativamente questionados sobre sintomas cardiovasculares e submetidos a um eletrocardiograma de repouso, com indicação individualizada para o ecocardiograma transtorácico e Holter de 24 horas.⁶

Existem critérios específicos para o diagnóstico de sarcoidose cardíaca, tanto em sua forma isolada como associada ao acometimento sistêmico.^{7,8} Tais critérios exigem, na grande maioria dos casos, a realização de exames de imagem avançados, como a cintilografia cardíaca com gálio,^{6,7} PET/TC ¹⁸F-FDG (tomografia por emissão de pósitrons com ¹⁸F-fluorodeoxiglicose) ou ressonância magnética cardíaca (RMC) com técnica de realce tardio (Figura 1). Porém, são exames de custo elevado e menos disponíveis, raramente utilizados como métodos diagnósticos iniciais. O ecocardiograma transtorácico, por outro lado, é amplamente disponível e de baixo custo. Neste artigo, discutiremos

Figura Central: O Que É Importante na Avaliação Ecocardiográfica do Paciente Com Sarcoidose Cardíaca?



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230104

Principais achados ecocardiográficos na sarcoidose. VD: ventrículo direito; SGLVD: strain global longitudinal do ventrículo direito; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo..

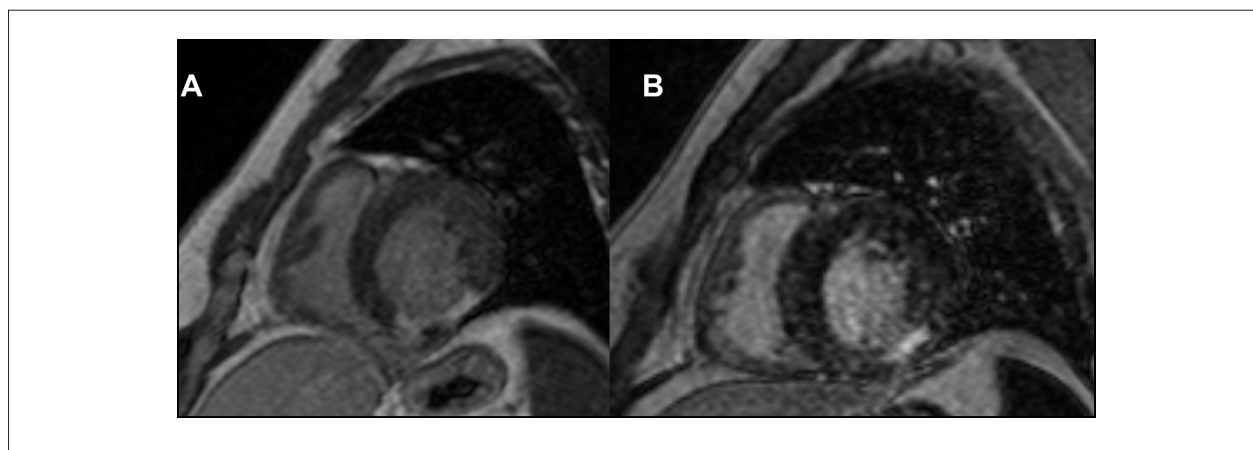


Figura 1 – Imagens de ressonância magnética cardíaca de paciente com sarcoidose cardíaca evidenciando acinesia (A) e fibrose pela técnica de realce tardio de padrão transmural (B) em paredes lateral inferior e inferior em corte transversal.

os principais achados ultrassonográficos diagnósticos e prognósticos associados à sarcoidose cardíaca, bem como o emprego de técnicas mais avançadas como forma de aumentar a sensibilidade diagnóstica.

Avaliação ecocardiográfica convencional

Do ponto de vista diagnóstico, os achados mais importantes são a redução da fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) < 50% e a presença de afilamento anormal da porção basal do septo interventricular. Outras alterações segmentares, especialmente se não correspondentes a territórios coronarianos, incluindo presença de aneurismas,

também são de grande relevância. Tais achados, apesar de associados a um acometimento mais avançado, são contemplados como critérios maiores pelo principal algoritmo diagnóstico utilizado atualmente.⁸ Nas figuras 2 a 4, são demonstradas essas alterações em exames de pacientes com diagnóstico comprovado de sarcoidose cardíaca.

A disfunção diastólica, apesar de não específica para o diagnóstico, surge em fases mais precoces que os achados citados anteriormente, e pode sugerir a realização de investigação complementar em pacientes com diagnóstico estabelecido da forma sistêmica, ou na presença de quadro clínico sugestivo. Segundo estudo publicado em 2019, a

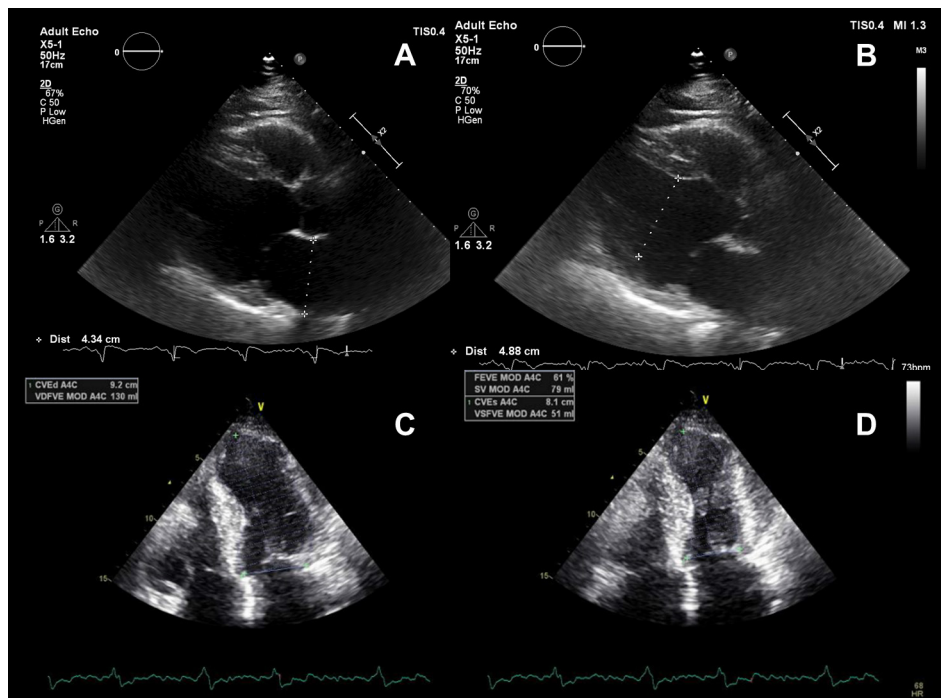


Figura 2 – Imagens ao ecocardiograma transtorácico em paciente com sarcoidose cardíaca. Observa-se afilamento e acinesia do segmento basal do septo ventricular no corte paraesternal longitudinal (A e B). Outro paciente com sarcoidose cardíaca e discinesia da região apical no corte apical 4-câmaras (C e D).

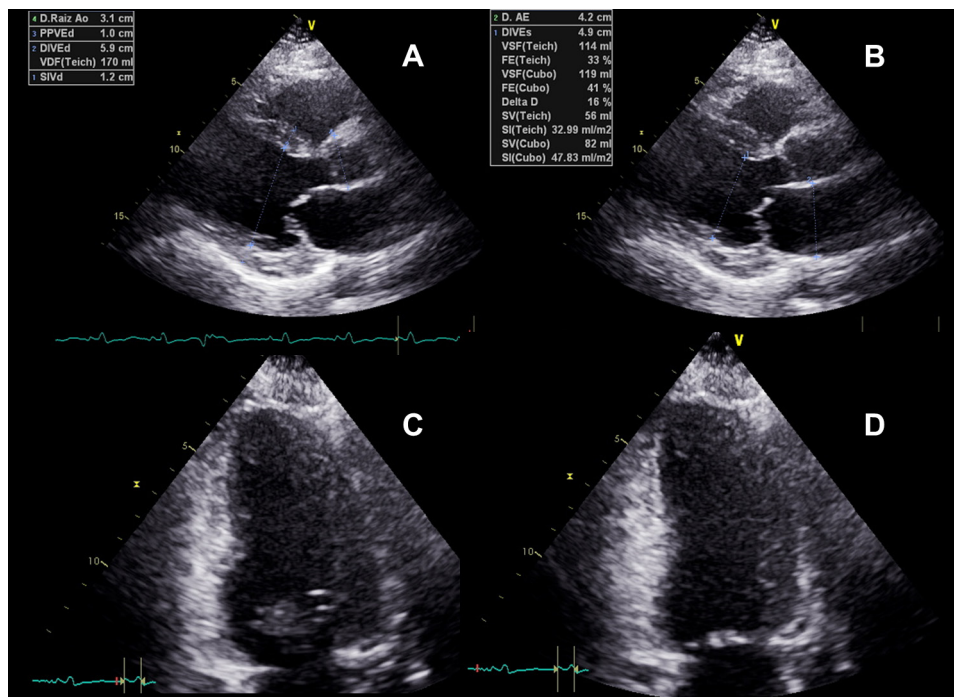


Figura 3 – Imagens ao ecocardiograma transtorácico em paciente com sarcoidose cardíaca. Observa-se aumento da refringência e acinesia do segmento basal da parede lateral inferior no corte paraesternal longitudinal (A, diástole; e B, sístole). O mesmo paciente apresenta acinesia do segmento basal da parede inferior no corte apical 2-câmaras (C, diástole; e D, sístole).

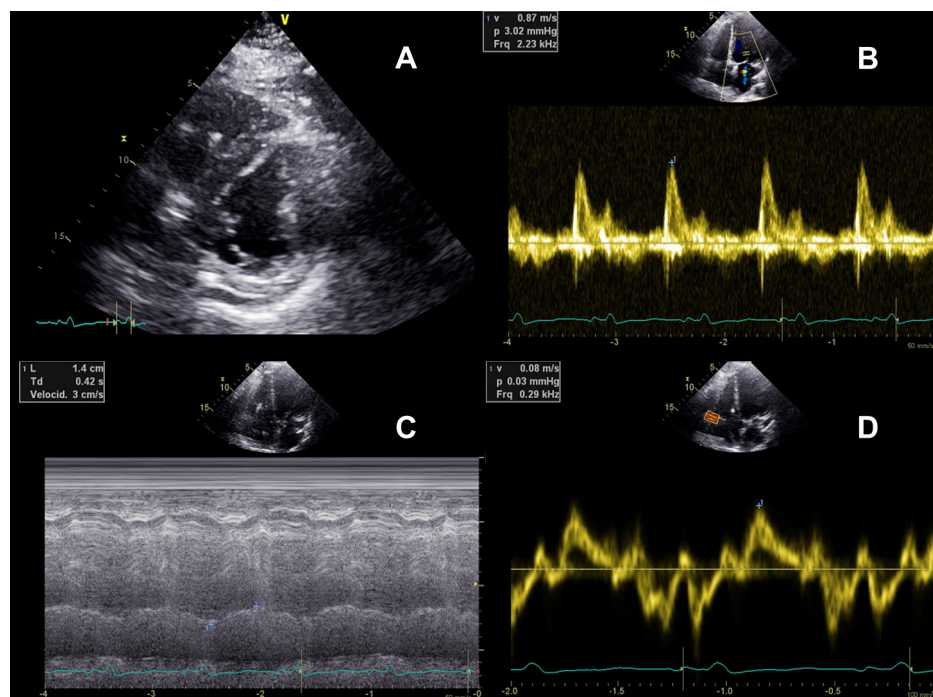


Figura 4 – Imagens ao ecocardiograma transtorácico de paciente com sarcoidose cardíaca. Observa-se retificação do septo ventricular, no corte paraesternal transversal, devido à sobrecarga pressórica e hipertensão pulmonar, além de discreto derrame pericárdico em corte paraesternal transversal (A). Observa-se sinais de disfunção diastólica ao Doppler mitral, pela relação E/A > 2, e tempo de desaceleração encurtado (B), além de disfunção sistólica do ventrículo direito avaliada pela redução da excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE = 14 mm; anormal se < 16 mm) e redução da onda s' da parede livre do ventrículo direito (onda s' = 8 mm/s; anormal se < 9,5 mm/s).

disfunção diastólica do ventrículo esquerdo esteve presente em 26% dos 77 pacientes com diagnóstico confirmado de sarcoidose sistêmica.⁹ Por isso, a avaliação ecocardiográfica rotineira, seguindo critérios já estabelecidos para outras doenças, é fundamental.

Outro ponto de importância é a análise do pericárdio, uma vez que seu envolvimento direto, a partir do acometimento primário do miocárdio, é descrito em 20% dos pacientes com sarcoidose cardíaca.¹⁰ O achado mais frequente é a presença de derrame pericárdico de pequeno volume, mas também é descrita a evolução para pericardite constritiva e tamponamento cardíaco.

O acometimento do ventrículo direito pode ocorrer tanto de forma primária, pela infiltração granulomatosa de seu miocárdio, como de forma secundária, pela hipertensão pulmonar associada ao acometimento dos pulmões, sendo fundamental sua análise por meio de parâmetros quantitativos. A estimativa da pressão sistólica da artéria pulmonar pelo ecocardiograma mostrou correlação com as medidas realizadas por cateterismo direito em pacientes com sarcoidose pulmonar.¹¹ Velocidades máximas de refluxo tricúspide < 2,9 m/s foram acuradas para exclusão de hipertensão pulmonar nesses pacientes, enquanto valores > 3,4 m/s aumentam consideravelmente a probabilidade de hipertensão pulmonar pela medida invasiva.¹²

Na figura central, são representados os principais achados ecocardiográficos associados à sarcoidose cardíaca.

Apesar de teoricamente afetar qualquer porção do coração, o envolvimento endocárdico e de valvas é menos comumente relatado. Porém, em um estudo recentemente publicado, foi demonstrado que 68% dos pacientes com sarcoidose cardíaca com insuficiência mitral moderada ou importante apresentavam hipercaptção de algum grau em músculos papilares, geralmente de ambos, mesmo quando a insuficiência mitral era classificada como funcional.¹³ Além disso, 61% dos pacientes apresentaram melhora de pelo menos um grau da insuficiência mitral após o tratamento imunossupressor,¹³ suscitando a hipótese de que o acometimento inflamatório pode ser mais relevante do que considerado anteriormente.

Técnicas ecocardiográficas avançadas

Dentre as técnicas ecocardiográficas avançadas, a avaliação do strain miocárdico pela técnica de *speckle tracking* é a mais estudada. O *strain* global longitudinal absoluto do ventrículo esquerdo (SGLVE) inferior a 16,3% mostrou sensibilidade de 82,2% e especificidade de 81,2% para diagnóstico de sarcoidose cardíaca em pacientes com diagnóstico confirmado da forma sistêmica, enquanto o *strain* global longitudinal absoluto do ventrículo direito (SGLVD) inferior a 19,9% mostrou sensibilidade 88,1% e especificidade de 86,7%.¹⁴

Artigo de Revisão

Uma meta-análise, publicada em 2020, avaliou 589 pacientes com sarcoidose extracardíaca confirmada e 378 controles, mostrando redução consistente do *strain* global longitudinal e circunferencial nesse grupo de pacientes, associada à ocorrência de desfechos cardiovasculares, como morte por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca, implante de CDI (cardiodesfibrilador implantável) ou terapia apropriada por esse dispositivo.¹⁵

O *strain* miocárdico também foi comparado a outros métodos de imagem, mostrando correlação com o achado de realce tardio na RMC.¹⁶ Quando comparado ao PET/TC ¹⁸F-FDG,¹⁶ também demonstrou associação com o número de segmentos miocárdicos com alteração de perfusão, e ambos os métodos apresentaram valor prognóstico.¹⁷

Esses dados fortalecem o uso do *strain* como ferramenta de avaliação diagnóstica e prognóstica nesses pacientes, com potencial de detecção mais precoce em relação aos achados ecocardiográficos convencionais.

Outras técnicas avançadas estão atualmente em estudo pelo Grupo de Miocardiopatias do Instituto do Coração (InCor). Está em andamento a avaliação do trabalho miocárdico e da elastografia miocárdica em pacientes com sarcoidose cardíaca confirmada e com sarcoidose sem acometimento cardíaco.

A elastografia miocárdica é uma modalidade ultrassonográfica que permite avaliar de forma não invasiva a rigidez miocárdica, por meio da medida da velocidade de propagação de ondas de cisalhamento geradas naturalmente pelo fechamento da valva mitral. Em meios com densidade conhecida, sabe-se que essa velocidade é diretamente proporcional à rigidez do tecido.¹⁸ Tal técnica já se demonstrou factível na avaliação de pacientes com amiloidose cardíaca.¹⁹

O trabalho miocárdico é uma abordagem derivada do *strain* miocárdico, que representa a área da curva pressão-volume do ventrículo esquerdo, construída a partir de dados do SGLVE e da aferição não invasiva da pressão arterial. Assim, incorpora os efeitos de variação de carga, não contemplados por outros métodos, como a FEVE e o SGLVE,¹⁸ sendo também uma técnica promissora para fins diagnósticos e prognósticos.

O ecocardiograma tridimensional (Eco 3D) ainda é pouco disponível em estudos transtorácicos em função da curva de aprendizado para realização do exame, além dos custos associados ao transdutor específico. O Eco 3D permite medidas mais acuradas dos volumes das câmaras cardíacas e FEVE, com valores comparáveis aos obtidos na RMC. Essa técnica foi utilizada em pacientes com sarcoidose sem acometimento cardíaco diagnosticado e mostrou redução da fração de esvaziamento atrial esquerda,²⁰ e também aumento do índice de dissincronia sistólica (SDI)²¹ quando comparados aos indivíduos controle, gerando a hipótese de outros possíveis marcadores precoces para o acometimento cardíaco.

Avaliação prognóstica pelo ecocardiograma

O fator prognóstico mais importante é a presença de disfunção ventricular esquerda, relacionada à extensão do envolvimento cardíaco. Além da queda da FEVE, a extensão do realce tardio miocárdico pela RMC e o número de segmentos com alteração de perfusão no PET seguem o

mesmo racional, e também estão associados a desfechos cardiovasculares negativos.²²

Outro dado prognóstico e de fácil aferição é a medida da espessura da porção basal do septo interventricular ≤ 4 mm, que foi considerada como um preditor independente de eventos adversos (morte por todas as causas, insuficiência cardíaca com necessidade de hospitalização e arritmias sintomáticas graves).²³

Como discutido anteriormente, o *strain* miocárdico apresenta valor prognóstico em diversos estudos. Valores de SGLVE inferiores a 14% foram significativamente relacionados a internações hospitalares e insuficiência cardíaca.¹⁴

Desafios na avaliação ecocardiográfica

Os achados ecocardiográficos convencionais são, na maioria das vezes, inespecíficos ou tardios. Além disso, o diagnóstico diferencial com outras miocardiopatias, ou até mesmo com doença arterial coronariana, pode ser desafiador. Assim, o desenvolvimento de técnicas avançadas que possam ser incorporadas ao exame convencional sem aumento substancial de custo é de grande relevância.

Alguns aspectos técnicos relacionados ao método também dificultam a avaliação, como limitação de janela acústica em pacientes com excesso de peso, muitas vezes associado a uso crônico de corticoides, ou com acometimento pulmonar extenso. Nessas situações, o uso de agentes de realce ultrassonográfico pode facilitar a avaliação de disfunção segmentar, de afilamentos e de aneurismas, e deve ser usado quando disponível.

Conclusão

Apesar das limitações já discutidas, o ecocardiograma transtorácico é uma técnica com inúmeros benefícios e indispensável na prática clínica do cardiologista, inclusive na avaliação de pacientes com sarcoidose cardíaca.

A avaliação detalhada da função biventricular, buscando os achados mais sugestivos de acometimento cardíaco pela sarcoidose, é fundamental, especialmente em casos de suspeita clínica ou de pacientes já diagnosticados com a forma sistêmica da doença, direcionando para exames de imagem mais específicos. Nesse contexto, o emprego do *strain* miocárdico pelo *speckle tracking* deve ser encorajado e realizado sempre que tecnicamente possível.

Futuramente, o domínio de técnicas ultrassonográficas avançadas pelo ecocardiografista promete incrementar a avaliação diagnóstica e prognóstica desses pacientes, permitindo tratamento mais precoce e melhora de desfechos clínicos.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Santorio NC; obtenção de dados e redação do manuscrito: Santorio NC, Santorio PT, Hotta VT; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Fernandes F, Hotta VT.

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. Sève P, Pacheco Y, Durupt F, Jamilloux Y, Gerfaud-Valentin M, Isaac S, et al. Sarcoidosis: a Clinical Overview from Symptoms to Diagnosis. *Cells*. 2021;10(4):766. doi: 10.3390/cells10040766.
2. Statement on sarcoidosis. Joint Statement of the American Thoracic Society (ATS), the European Respiratory Society (ERS) and the World Association of Sarcoidosis and Other Granulomatous Disorders (WASOG) Adopted by the ATS Board of Directors and by the ERS Executive Committee, February 1999. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(2):736-55. doi: 10.1164/ajrcm.160.2.ats4-99.
3. Arkema EV, Cozier YC. Epidemiology of Sarcoidosis: Current Findings and Future Directions. *Ther Adv Chronic Dis*. 2018;9(11):227-40. doi: 10.1177/2040622318790197.
4. Markatis E, Afthinos A, Antonakis E, Papanikolaou IC. Cardiac Sarcoidosis: Diagnosis and Management. *Rev Cardiovasc Med*. 2020;21(3):321-38. doi: 10.31083/j.rcm.2020.03.102.
5. Perry A, Vuitch F. Causes of Death in Patients with Sarcoidosis. A Morphologic Study of 38 Autopsies with Clinicopathologic Correlations. *Arch Pathol Lab Med*. 1995;119(2):167-72.
6. Crouser ED, Maier LA, Wilson KC, Bonham CA, Morgenthau AS, Patterson KC, et al. Diagnosis and Detection of Sarcoidosis. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(8):e26-51. doi: 10.1164/rccm.202002-0251ST.
7. Birnie DH, Sauer WH, Bogun F, Cooper JM, Culver DA, Duvernay CS, et al. HRS Expert Consensus Statement on the Diagnosis and Management of Arrhythmias Associated with Cardiac Sarcoidosis. *Heart Rhythm*. 2014;11(7):1305-23. doi: 10.1016/j.hrthm.2014.03.043.
8. Terasaki F, Azuma A, Anzai T, Ishizaka N, Ishida Y, Isobe M, et al. JCS 2016 Guideline on Diagnosis and Treatment of Cardiac Sarcoidosis - Digest Version. *Circ J*. 2019;83(11):2329-88. doi: 10.1253/circj.CJ-19-0508.
9. Ozyilmaz E, Akilli R, Berk İ, Deniz A, Ozturk OG, Baydar O, et al. The Frequency of Diastolic Dysfunction in Patients with Sarcoidosis and its Relationship with HLA DRB1* Alleles. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*. 2019;36(4):285-93. doi: 10.36141/svdlld.v36i4.8606.
10. Houston BA, Mukherjee M. Cardiac Sarcoidosis: Clinical Manifestations, Imaging Characteristics, and Therapeutic Approach. *Clin Med Insights Cardiol*. 2014;8(Suppl 1):31-7. doi: 10.4137/CMC.S15713.
11. Huitema MP, Post MC, Grutters JC, Wells AU, Kouranos V, Shlobin OA, et al. Echocardiographic Estimate of Pulmonary Artery Pressure in Sarcoidosis Patients - Real World Data from a Multi-National Study. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*. 2022;38(4):e2021032. doi: 10.36141/svdlld.v38i4.11376.
12. Huitema MP, Bakker ALM, Mager JJ, Snijder RJ, Rensing BJWM, Swaans MJ, et al. Predicting Pulmonary Hypertension in Sarcoidosis; Value of PH Probability on Echocardiography. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020;36(8):1497-505. doi: 10.1007/s10554-020-01859-9.
13. Sykora D, Young KA, Elwazir MY, Bois JP, Arment CA, Chareonthaitawee P, et al. The Mechanism and Natural History of Mitral Regurgitation in Cardiac Sarcoidosis. *Am J Cardiol*. 2023;191:84-91. doi: 10.1016/j.amjcard.2023.01.002.
14. Di Stefano C, Bruno G, Arciniegas Calle MC, Acharya GA, Fussner LM, Ungprasert P, et al. Diagnostic and Predictive Value of Speckle Tracking Echocardiography in Cardiac Sarcoidosis. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20(1):21. doi: 10.1186/s12872-019-01323-0.
15. Barssoum K, Altibi AM, Rai D, Kumar A, Kharsa A, Chowdhury M, et al. Speckle Tracking Echocardiography can Predict Subclinical Myocardial Involvement in Patients with Sarcoidosis: a Meta-Analysis. *Echocardiography*. 2020;37(12):2061-70. doi: 10.1111/echo.14886.
16. Orii M, Hirata K, Tanimoto T, Shiono Y, Shimamura K, Yamano T, et al. Myocardial Damage Detected by Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in Patients with Extracardiac Sarcoidosis: Comparison with Magnetic Resonance Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(6):683-91. doi: 10.1016/j.echo.2015.02.018.
17. Sperry BW, Ibrahim A, Negishi K, Negishi T, Patel P, Popović ZB, et al. Incremental Prognostic Value of Global Longitudinal Strain and 18F-Fludeoxyglucose Positron Emission Tomography in Patients with Systemic Sarcoidosis. *Am J Cardiol*. 2017;119(10):1663-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2017.02.010.
18. Harbo MB, Stokke MK, Sjaastad I, Espe EKS. One Step Closer to Myocardial Physiology: from PV Loop Analysis to State-Of-The-Art Myocardial Imaging. *Acta Physiol (Oxf)*. 2022;234(2):e13759. doi: 10.1111/apha.13759.
19. Petrescu A, Santos P, Orlowska M, Pedrosa J, Bézy S, Chakraborty B, et al. Velocities of Naturally Occurring Myocardial Shear Waves Increase with Age and in Cardiac Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(12):2389-98. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.029.
20. Solmaz H, Ozdogan O. Left Atrial Phasic Volumes and Functions Changes in Asymptomatic Patients with Sarcoidosis: Evaluation by Three-Dimensional Echocardiography. *Acta Cardiol*. 2022;77(9):782-90. doi: 10.1080/00015385.2022.2119668.
21. Cabuk AK, Cabuk G. Real-Time Three-Dimensional Echocardiography for Detection of Cardiac Sarcoidosis in the Early Stage: a Cross-Sectional Single-Centre Study. *Acta Cardiol*. 2022;77(8):699-707. doi: 10.1080/00015385.2022.2064062.
22. Lehtonen J, Uusitalo V, Pöyhönen P, Mäyränpää MI, Kupari M. Cardiac Sarcoidosis: Phenotypes, Diagnosis, Treatment, and Prognosis. *Eur Heart J*. 2023;44(17):1495-510. doi: 10.1093/eurheartj/ehad067.
23. Nagano N, Nagai T, Sugano Y, Morita Y, Asaumi Y, Aiba T, et al. Association Between Basal Thinning of Interventricular Septum and Adverse Long-Term Clinical Outcomes in Patients with Cardiac Sarcoidosis. *Circ J*. 2015;79(7):1601-8. doi: 10.1253/circj.CJ-14-1217.



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

Utilização da Impressão Tridimensional nas Plastias Cirúrgicas da Valva Mitral

Using Three-Dimensional Printing in Surgical Mitral Valve Repairs

Rodrigo Bahiense Visconti,^{1,2,3} Luciano Herman Juaçaba Belem,^{2,4,5} Antonio Carlos Dos Santos Nogueira,^{3,6} Maria Claudia Lembo Cornélio,^{1,3} Luis Henrique Weitzel^{3,7}

Rede D'Or, Ecocardiografia,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Fonte imagem medicina diagnóstica,² Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Proecho diagnósticos,³ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

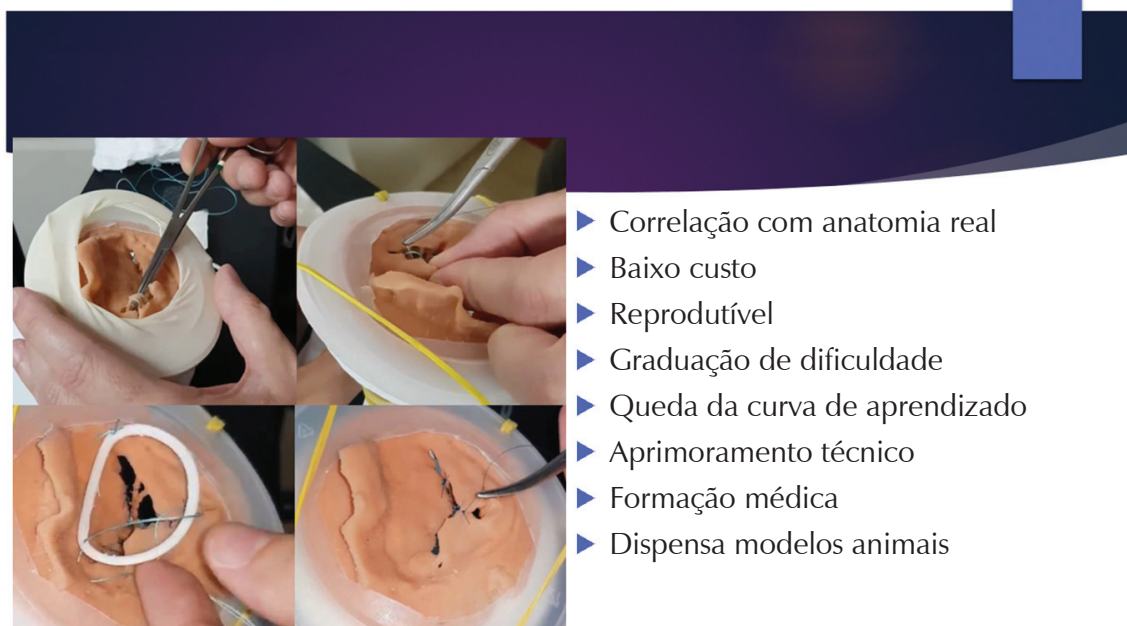
Prevtotal,⁴ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Instituto Nacional de Cardiologia,⁵ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Pro-Cardiaco Hospital,⁶ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Instituto Aluisio de Castro,⁷ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Figura Central: Utilização da impressão tridimensional nas plastias cirúrgicas da valva mitral



- ▶ Correlação com anatomia real
- ▶ Baixo custo
- ▶ Reprodutível
- ▶ Graduação de dificuldade
- ▶ Queda da curva de aprendizado
- ▶ Aprimoramento técnico
- ▶ Formação médica
- ▶ Dispensa modelos animais

Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230101

Palavras-chave

Impressão Tridimensional; Ecocardiografia; Insuficiência da Valva Mitral; Cirurgia Torácica; Anuloplastia da Valva Mitral

Correspondência: Rodrigo Bahiense Visconti •

Proecho Diagnósticos. R. Sorocaba, 464, 1º andar. CEP: 22271-110. Botafogo, Rio de Janeiro, RJ – Brasil

E-mail: Rodrigobvisconti@gmail.com

Artigo recebido em 15/11/2023; revisado em 17/11/2023; aceito em 17/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230101>

Resumo

A regurgitação mitral representa uma importante causa de morbimortalidade e a plastia mitral cirúrgica continua sendo seu tratamento de escolha quando possível. Utilizamos a ecocardiografia tridimensional associada a impressão tridimensional para a confecção de modelos cirúrgicos nos quais é possível o treinamento ou aprimoramento de técnicas cirúrgicas visando uma melhoria nos resultados das plastias e um aprimoramento na formação médica.

Introdução

A regurgitação mitral representa uma importante causa de morbimortalidade, levando progressivamente ao declínio da função cardíaca, aumento das cavidades esquerdas e desenvolvimento de hipertensão arterial pulmonar, sendo uma prevalente causa de insuficiência cardíaca com um importante impacto social e na saúde pública.¹ Suas causas podem variar desde fatores congênitos, inflamatórios, infecciosos e degenerativos até alterações funcionais secundárias como dilatação ventricular, disfunção e deslocamento dos músculos papilares e, menos comumente, aumento do volume atrial.²

Como mostrado em vários estudos, a plastia mitral tem inúmeros benefícios em relação à troca valvar em termos de prognóstico, mortalidade precoce e tardia, morbidade e durabilidade, sendo considerado o tratamento padrão ouro para a regurgitação mitral.^{3,4} No entanto, essa abordagem apresenta uma dificuldade técnica elevada, prejudicando a previsibilidade de seu desfecho, implicando, em muitos casos, em aumento do tempo cirúrgico e de utilização de circulação extra corpórea, além insuficiência mitral residual significativa, podendo levar a necessidade de troca valvar com implante de prótese.³⁻⁵

A disfunção valvular não ocorre de forma simétrica. Ela pode envolver segmentos isolados ou acometer a válvula mais abrangentemente (Figura 1). A ecocardiografia é capaz de identificar inúmeros parâmetros, os quais visam determinar o mecanismo da disfunção. O método determina detalhes anatômicos como os segmentos envolvidos, medidas dos folhetos e suas relações, forma e dimensões do anel mitral, acometimento do aparato subvalvar, distância entre os músculos papilares até o tecido valvular ou estruturas adjacentes envolvidas, bem como a graduação da regurgitação do distúrbio. O mecanismo e as informações anatômicas serão fundamentais na determinação da possibilidade de plastia e da técnica cirúrgica a ser empregada. A doença valvar degenerativa com prolapso mitral é a forma de disfunção mais comumente encontrada na qual o resultado da plastia, quando exequível, é reconhecidamente benéfico. Pode-se diferenciar três grandes grupos. O grau de acometimento dos folhetos pode ser dividido em dois grupos: graus 1 e 2, este chamado de degeneração fibroelástica (FED), acometimento mais brando com envolvimento de poucos segmentos valvares e menor excesso de tecido, principalmente do folheto posterior, tendo maior possibilidade de realização de plastia bem sucedida; e graus 3 e 4, sendo este grupo chamado de síndrome de Barlow (SB), condição multisegmentar que consiste em uma infiltração mixomatosa com maior acometimento de ambos os folhetos, com acentuada alteração e importante deformação do complexo valvar, restringindo seu reparo a centros altamente especializados e com ampla experiência, condição esta que, portanto, tem como tratamento de escolha na maioria dos casos a troca valvar. A forma frustra (FF), ou Barlow frusto, seria o grau 3 e se refere a uma alteração intermediária, cuja abordagem deve ser avaliada caso a caso. A análise do folheto mais acometido representa grande importância no resultado final. A intervenção cirúrgica no posterior, principalmente quando o envolvimento é localizado ao nível do Scallop P2, é considerada mais simples, tendo melhores índices de êxito. As lesões dos Scallops P1 e P3 e

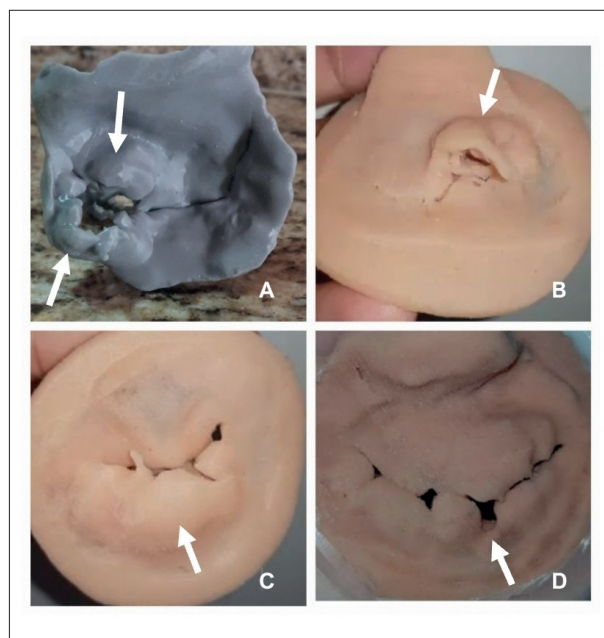


Figura 1 – Modelos impressos demonstrando formas distintas da patologia mitral com prolapso e flail acometendo a comissura lateral a A1/P1 (A), flail do folheto anterior ao nível de A2/A3 (B), prolapso com flail de P2 (C) e síndrome de Barlow com cleft posterior (D).

comissurais são tecnicamente mais difíceis e delicadas em relação ao Scallop P2, mas mantêm uma boa possibilidade de plastia. O acometimento do folheto anterior requer técnicas mais desafiadoras, devendo ser realizadas por cirurgiões experientes. Dentre as técnicas mais utilizadas atualmente nos reparos, estão a ressecção triangular ou quadrangular do segmento envolvido, a colocação de patch, o fechamento de *cleft*, a transferência de cordas, o uso de neocordas e a anuloplastia com colocação de anel.⁶⁻¹⁰

Podem ser observados resultados divergentes em plastias realizadas em válvulas com envolvimento semelhante, os quais podem estar relacionados ao grau de proficiência do cirurgião, a fatores próprios do paciente ou a uma avaliação pré-operatória inadequada.¹¹ Atualmente, a ecocardiografia, principalmente com a avaliação tridimensional, permite uma melhor análise da anatomia valvar, com medições mais precisas e uma boa visualização do mecanismo envolvido. No entanto, muitas vezes a demonstração desses dados ao cirurgião pode não ocorrer de forma adequada, deixando uma lacuna no planejamento estratégico do procedimento.

Novas tecnologias permitem a impressão de modelos realistas a partir de imagens obtidas por ETE 3D com precisão de escala comprovada em estudos, possibilitando medidas físicas e permitindo uma visualização prévia do campo cirúrgico. A partir da imagem tridimensional adquirida em formato DICOM, é obtido um modelo tridimensional, o qual é convertido em um arquivo que pode ser impresso em diversos materiais com características físicas e resistências diferentes a partir de uma impressora tridimensional. Além disso, é possível imprimir moldes que permitem a utilização de materiais que mimetizam a resistência do tecido valvar, com os quais pode-

Artigo de Revisão

se realizar uma cirurgia simulada no pré-operatório com as mesmas dimensões e características que serão encontradas durante o ato proposto.¹²⁻¹⁶

O estudo visa estabelecer um melhor planejamento das cirurgias de recuperação da valva mitral a partir da criação de modelos que mimetizam a anatomia do paciente na ocasião da decisão sobre tratamento cirúrgico, verificar e testar de forma pré-operatória a melhor a abordagem cirúrgica a ser adotada.

Essa abordagem propõe tornar a imagem cardíaca mais tangível podendo permitir uma maior previsibilidade do resultado cirúrgico sem prejuízos ao paciente em questão. Outro possível efeito é o de capacitar um maior número de profissionais a realização destas técnicas, reduzindo a curva de aprendizado e permitindo a elaboração de novas abordagens ou técnicas alternativas em um ambiente controlado e próximo ao real, gerando um impacto na formação médica.

Métodos

O estudo se baseia na criação de modelos tridimensionais por meio de impressão 3D, submetendo-os a um cirurgião cardíaco especializado em plastia mitral cirúrgica para avaliar a possibilidade de executar as técnicas cirúrgicas habituais nos modelos impressos para simulação de uma manipulação cirúrgica real.

Foram criados modelos avançados que dispõem de anel mitral, folhetos, músculos papilares e cordoalhas tendíneas de patologias mitrais distintas utilizando silicone com características de resistência semelhante ao do tecido valvar humano por meio de imagens obtidas por exames ecocardiográficos transesofágicos tridimensionais. As patologias foram selecionadas de modo que se pudesse obter graus variados de dificuldade cirúrgica, requerendo o uso de técnicas cirúrgicas diferentes.

Os exames foram realizados utilizando o aparelho Phillips Epic Cvx com sonda esofágica X8. As imagens foram submetidas ao software QStation para avaliação das medidas valvares a partir de método semiautomático. Posteriormente, as imagens foram exportadas para software aberto (3DSlicer) para confecção de modelos tridimensionais (Figura 2) e gravado em formato stl (stereolitografia). Em seguida, o arquivo foi exportado para uma impressora tridimensional (flashforge inventor) para a impressão de um molde, o qual deverá ser impresso em filamento solúvel (PVA) e preenchido, então, com silicone específico (ecoflex), gerando assim um modelo com características elásticas e que suporte uma cirurgia simulada (Figura 3).

Para o auxílio da aplicabilidade da técnica cirúrgica foram construídos modelos de anéis para anuloplastia por impressão tridimensional utilizando-se material elástico a partir de modelos computacionais gerados utilizando-se medidas e formas de anéis de anuloplastia já disponíveis no mercado.

Resultados

Foram criados modelos de valvas avançados com patologias envolvendo o folheto anterior, folheto posterior em seus três Scallops e síndrome de Barlow

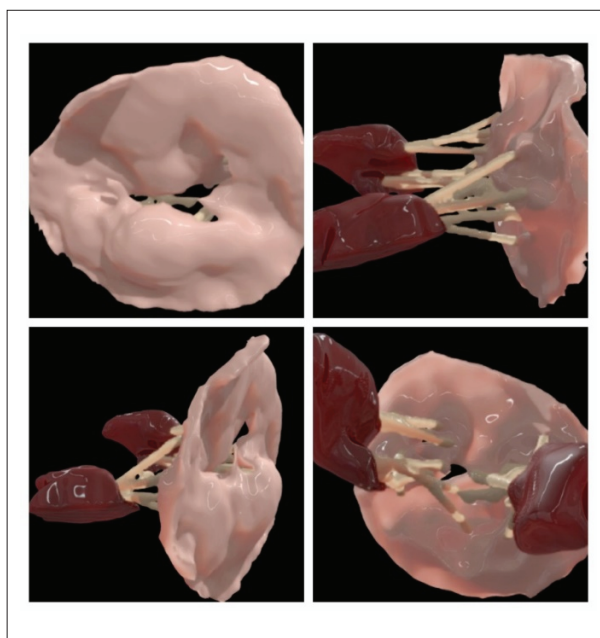


Figura 2 – Modelo tridimensional virtual.

com envolvimento difuso. As cordoalhas foram criadas com 1,5 mm de espessura, sendo esta a menor espessura possível com os métodos utilizados, a fim de permitir sua integridade após o processo de fabricação. Foi utilizado um corante de silicone para facilitar a visualização durante a manipulação e se aproximar mais da colocação real.

As peças criadas foram medidas por paquímetro. As medidas foram comparadas com as obtidas ao ecocardiograma transesofágico tridimensional por software automatizado (Philips MVQ) com boa correlação entre as medidas (Figura 4).

A partir dos modelos impressos, foi possível aplicar diferentes técnicas utilizando-se material cirúrgico regular e fios cirúrgicos comuns (Figura 5). Executou-se técnicas como anuloplastia, ressecção triangular e quadrangular e implante de neocordas com boa correlação com a resistência, textura e comportamento do tecido em comparação como paciente real quando avaliado pelo cirurgião cardíaco especializado em plastia mitral (Figura 6).

Conclusão

Embora seja um trabalho experimental e com pouca abrangência, tentamos demonstrar como é possível a utilização da ecocardiografia tridimensional associada a impressão tridimensional para o planejamento e treinamento das plastias cirúrgicas da valva mitral. Atualmente, muitos cirurgiões no Brasil têm um baixo volume cirúrgico de plastia, o que impacta na habilidade destes profissionais de realizar técnicas mais avançadas, levando a troca valvar desnecessária em alguns casos. Investimentos e mais pesquisas nessa área poderiam levar a um programa de treinamento médico mais avançado, levando a melhor qualificação dos cirurgiões já habilitados em plastia e permitindo a formação de novos, além da



Figura 3 – Imagem obtida por ecocardiografia tridimensional acima à esquerda. Modelo tridimensional avançado impresso em silicone contendo folhetos, aparelho subvalvar e músculos papilares. Abaixo, à direita, foto da peça cirúrgica.

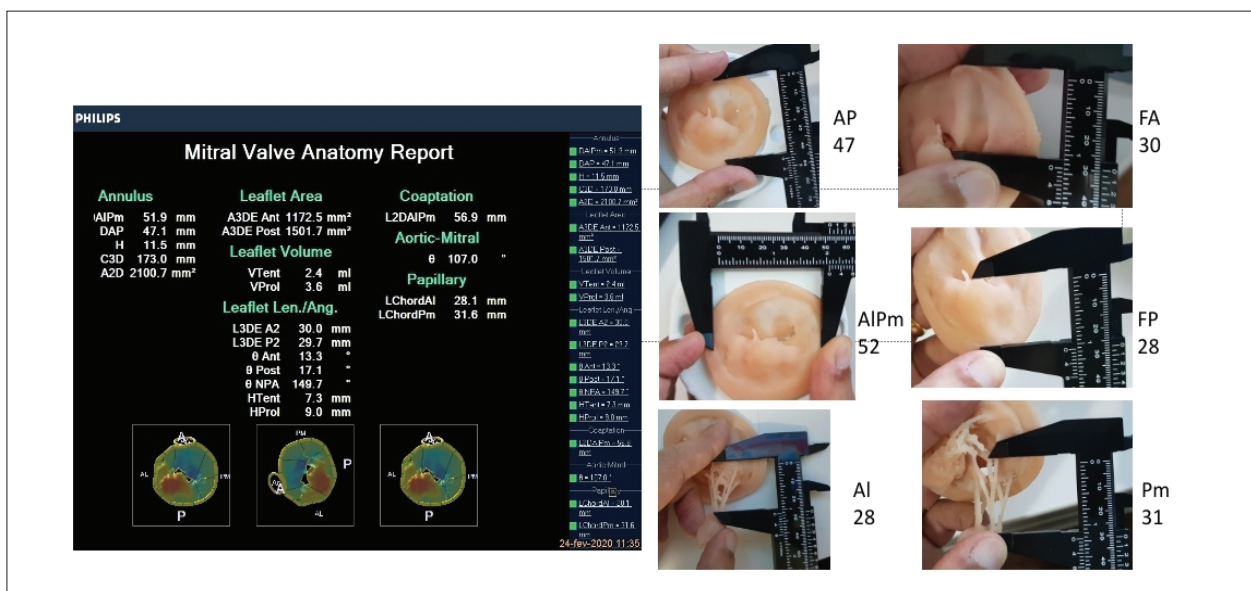
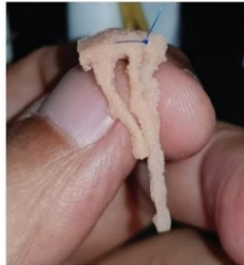


Figura 4 – Comparação entre medidas da valva mitral obtidas por software específico (Philips MVQ) e medidas realizadas no modelo impresso. AP: diâmetro anteroposterior; AIPm: diâmetro laterolateral; FA: folheto anterior; FP: folheto posterior; AI: cordoalhas do músculo papilar anterolateral; Pm: cordoalhas do músculo papilar posteromedial.

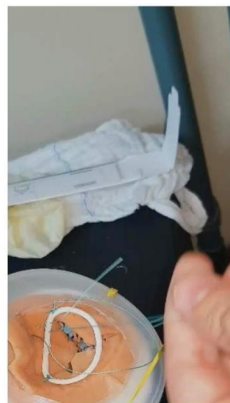


Figura 5 – Resultado antes e após cirurgia simulada em peça impressa.

Ressecção triangular



Anuloplastia



Neocordas

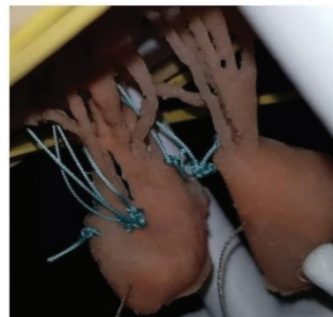


Figura 6 – Técnicas cirúrgicas aplicadas nos modelos impressos.

possibilidade de se desenvolver novas técnicas, como a cirurgia minimamente invasiva e a robótica, sem impactos aos pacientes. Desta forma, podemos melhorar as estatísticas de plastia com impactos na população em geral.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Visconti RB; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Visconti RB, Belem LHJ, Cornélio MCL, Nogueira ACS, Weitzel LH.

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.

Referências

1. El Sabbagh A, Reddy YNV, Nishimura RA. Mitral Valve Regurgitation in the Contemporary Era: Insights Into Diagnosis, Management, and Future Directions. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(4):628-43. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.01.009.
2. O'Gara PT, Grayburn PA, Badhwar V, Afonso LC, Carroll JD, Elmariah S, et al. 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Management of Mitral Regurgitation: A Report of the American College of Cardiology Task Force on Expert Consensus Decision Pathways. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(19):2421-49. doi: 10.1016/j.jacc.2017.09.019.
3. Castedo E, Moñivas V, Cabo RA, Monguió E, Montero CG, Burgos R, et al. Valve Repair for Chronic Mitral Regurgitation. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58(7):864-7.
4. Gillinov AM, Blackstone EH, Nowicki ER, Slisatkov W, Al-Dossari G, Johnston DR, et al. Valve Repair versus Valve Replacement for Degenerative Mitral Valve Disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135(4):885-93. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.11.039.
5. Flameng W, Herijgers P, Bogaerts K. Recurrence of Mitral Valve Regurgitation After Mitral Valve Repair in Degenerative Valve Disease. *Circulation*. 2003;107(12):1609-13. doi: 10.1161/01.CIR.0000058703.26715.9D.
6. Shimokawa T, Kasegawa H, Katayama Y, Matsuyama S, Manabe S, Tabata M, et al. Mechanisms of Recurrent Regurgitation After Valve Repair for Prolapsed Mitral Valve Disease. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(5):1433-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.01.015.
7. Debonnaire P, Palmen M, Marsan NA, Delgado V. Contemporary Imaging of Normal Mitral Valve Anatomy and Function. *Curr Opin Cardiol*. 2012;27(5):455-64. doi: 10.1097/HCO.0b013e328354d7b5.
8. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, Enriquez-Sarano M. Burden of Valvular Heart Diseases: A Population-Based Study. *Lancet*. 2006;368(9540):1005-11. doi: 10.1016/S0140-6736(06)69208-8.
9. Chandra S, Salgo IS, Sugeng L, Weinert L, Tsang W, Takeuchi M, et al. Characterization of Degenerative Mitral Valve Disease Using Morphologic Analysis of Real-Time Three-Dimensional Echocardiographic Images: Objective Insight Into Complexity and Planning of Mitral Valve Repair. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4(1):24-32. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.109.924332.
10. Yazdchi F, Kaneko T, Tang GHL. Surgical Versus Percutaneous Approaches for Degenerative Mitral Valve Repair: A Review, Structural Heart. 2019;3(3):176-84. doi: 10.1080/24748706.2019.1596337.
11. LaPar DJ, Ailawadi G, Isbell JM, Crosby IK, Kern JA, Rich JB, et al. Mitral Valve Repair Rates Correlate with Surgeon and Institutional Experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148(3):995-1003; discussion 1003-4. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.06.039.
12. Vukicevic M, Mosadegh B, Min JK, Little SH. Cardiac 3D Printing and its Future Directions. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(2):171-84. doi: 10.1016/j.jcmg.2016.12.001.
13. Boll LFC, Rodrigues GO, Rodrigues CG, Bertollo FL, Irigoyen MC, Goldmeier S. Using a 3D Printer in Cardiac Valve Surgery: A Systematic Review. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2019;65(6):818-24. doi: 10.1590/1806-9282.65.6.818.
14. Little SH, Vukicevic M, Avenatti E, Ramchandani M, Barker CM. 3D Printed Modeling for Patient-Specific Mitral Valve Intervention: Repair with a Clip and a Plug. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9(9):973-5. doi: 10.1016/j.jcin.2016.02.027.
15. Kedziora A, Wrozek M, Litwinowicz R, Bartus K, Witowski J, Konstanty-Kalandyck J, et al. Feasibility of 3D Printing in Preoperative Management of Mitral Valve Regurgitation. A Pilot Study. *Przegl Lekarski*. 2018;75(6):279-82.
16. Premyodhin N, Mandair D, Ferng AS, Leach TS, Palsma RP, Albanna MZ, et al. 3D Printed Mitral Valve Models: Affordable Simulation for Robotic Mitral Valve Repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;26(1):71-6. doi: 10.1093/icvts/ivx243.



Impressão de Protótipos Tridimensionais em Cardiopatias Congênitas

Three-Dimensional Model Printing in Congenital Heart Disease

Milton Benevides Freitas,¹ Jose Luiz Figueiredo,¹ Francisco Candido Cajueiro,¹ Rafaela Melo Lima,¹ Marcio Handerson Freitas,¹ Cristiane Maria Teixeira¹

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),¹ Recife, PE – Brasil

Resumo

Introdução: A impressão tridimensional (3D) é um conjunto de métodos usados na criação de objetos sólidos 3D, partindo de arquivos digitais. A utilização de protótipos 3D pode melhorar a compreensão e o conhecimento sobre doenças cardíacas congênitas. Tem-se demonstrado sua utilidade no planejamento pré-operatório, na simulação de procedimentos intervencionistas e na tomada de decisões cirúrgicas. Este trabalho tem como objetivo oferecer uma revisão de literatura sobre os vários métodos da prototipagem rápida e sua aplicabilidade na prática médica, especialmente nas cardiopatias congênitas.

Métodos: Trata-se de um estudo de revisão da literatura, cujos dados para a discussão foram coletados a partir de consulta à base de dados eletrônica: LILACS, MEDLINE, SCOPUS, e a biblioteca Scientific Electronic Library Online.

Resultados: No período avaliado pelo estudo foram publicados um total 480 artigos abordando o tema de impressão 3D para cardiopatia, 196 artigos referem-se à impressão 3D para cardiopatia congênita. Destes, 22 foram incluídos no estudo.

Conclusão: A impressão em 3D é uma tecnologia em construção. Ela é capaz de auxiliar o clínico e a equipe cirúrgica na decisão terapêutica, no aprendizado do aluno da especialização e da pós-graduação, no treinamento de habilidades cirúrgicas e no esclarecimento aos familiares.

Palavras-chave: Cardiologia; Cirurgia Cardíaca; Cardiopatias Congênitas; Impressão Tridimensional

Abstract

Introduction: Three-dimensional (3D) printing refers to a set of methods used to create solid 3D objects, based on digital files. The use of 3D models can improve understanding and knowledge about congenital heart diseases. Their usefulness has been demonstrated in preoperative planning, simulation of interventional procedures, and in surgical decision-making. The objective of this study is to offer a review of the literature on the various rapid prototyping methods and their applicability in medical practice, especially in congenital heart diseases.

Methods: This is a literature review study. Data for discussion were collected by consulting the following electronic database: LILACS, MEDLINE, SCOPUS, and the Scientific Electronic Library Online.

Results: During the period evaluated by the study, a total of 480 articles were published addressing the topic of 3D printing (TDP) for heart disease, with 196 articles related to TDP for congenital heart disease. Of these, 22 were included in this study.

Conclusion: TDP is a technology that is still under construction. It has the potential to assist physicians and surgical teams in therapeutic decision-making, to promote learning for students in specialization and postgraduate studies, to contribute to surgical skills training, and to clarify information for family members.

Keywords: Cardiology; Thoracic Surgery; Congenital Heart Defects; Three-Dimensional Printing.

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

Correspondência: Milton Benevides Freitas •

Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235. CEP: 50670-901. Cidade Universitária, Recife, PE – Brasil

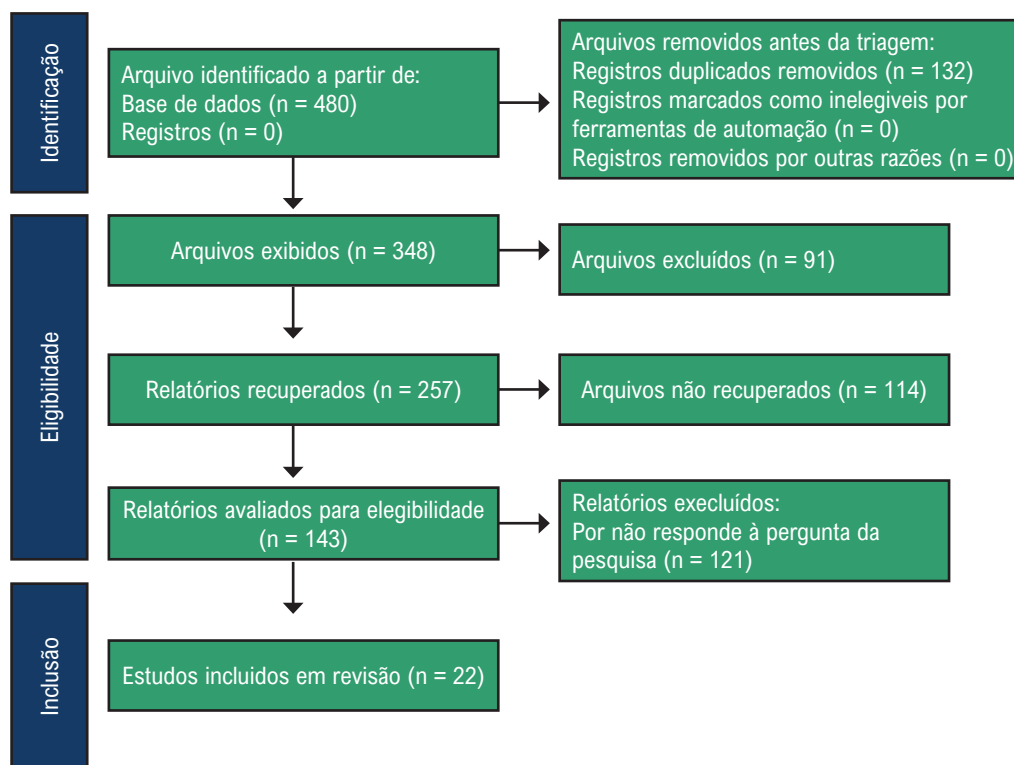
E-mail: miltonhalyson@gmail.com

Artigo recebido em 03/06/2023; revisado em 27/10/2023; aceito em 07/11/2023

Editor responsável pela revisão: Karen Saori Shiraishi Sawamura

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230065>

Figura Central: Impressão de Protótipos Tridimensionais em Cardiopatias Congênitas



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230065

Fluxograma do processo de seleção dos artigos adaptado do PRISMA

Introdução

A impressão tridimensional (3D) ou prototipagem rápida é um conjunto de métodos usados na criação de objetos sólidos 3D (modelo ou protótipo), partindo de arquivos digitais. Existem diferentes formas de impressão 3D, sendo uma das mais populares a que usa a técnica de processamento aditivo, na qual o objeto é criado camada a camada, por sucessivas deposições de um polímero plástico de alta resistência. As imagens são adquiridas de exames do próprio paciente como ecocardiografia 3D (C3D), tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RM). É possível criar peças personalizadas e de alta complexidade que não são factíveis usando técnicas de fabricação convencionais. Apesar do uso da tecnologia 3D ser um tópico recorrente da literatura médica desde 1988, 95% dos trabalhos sobre impressão 3D foram publicados a partir de 2012.¹

Nas últimas décadas, o uso dessa tecnologia na área médica vem apresentando crescimento exponencial devido à diminuição dos custos de produção, quebra de patentes, domínio do processo criativo pelos profissionais de saúde e investimento em pesquisas. A modelagem e impressão 3D é atualmente empregada em diversos cenários como na odontologia, engenharia de tecidos, fabricação de dispositivos médicos, formulação de novas drogas e criação

de modelos anatômicos para educação, treinamento e planejamento cirúrgico.²

Para as doenças cardiovasculares, a utilização de protótipos 3D (P3D) pode melhorar a compreensão e o conhecimento sobre doenças cardíacas congênitas. Estudos têm demonstrado sua utilidade no planejamento pré-operatório, na simulação de procedimentos intervencionistas e na tomada de decisões cirúrgicas intra-operatória de forma individualizada.^{3,4}

A maioria das imagens 3D para diagnóstico da cardíacas congênitas utilizadas atualmente na prática clínica são derivadas de métodos de alta resolução, como TC, RM e, em menor escala da C3D.⁵ Para a população pediátrica e para o binômio mãe/feto, modalidades de imagem que utilizam radiação, contraste e sedação, como a TC e RM, constituem fatores limitantes. O desenvolvimento das imagens em varreduras de ultrassom, tanto em 3D/4D, ampliou as capacidades de alcançar uma avaliação completa do coração fetal, geralmente entre 24 e 28 semanas de gestação, abrindo a possibilidade para a criação de excelentes modelos 3D.^{6,7}

Este trabalho tem como objetivo oferecer uma revisão de literatura sobre os vários métodos da prototipagem rápida e sua aplicabilidade na prática médica, abrindo novos horizontes e perspectivas na Medicina.

Métodos

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica. Para realizar a seleção dos artigos foram determinados como critérios de inclusão: abordar prototipagem 3D, cardiopatia congênita no título e/ou resumo, ser um trabalho original, disponível para leitura na íntegra, publicado em português, inglês ou espanhol. Foram excluídos: editoriais, carta ao leitor, estudos não disponíveis na íntegra e relato de caso. A delimitação temporal da busca foi do período de 2013 a 2022, permitindo evidenciar a evolução científica nesta temática.

Na investigação da literatura utilizou-se as bases de dados online: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE), SCOPUS e a biblioteca virtual Scientific Electronic Library Online (SciELO).

A busca dos artigos indexados utilizou como base os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Crianças”, “Cirurgia Cardíaca”, “Cardiopatia Congênita” e “prototipagem 3D”. Adotou-se ainda os termos provenientes do Medical Subject Headings (MeSH): “Cardiac surgery”, “Congenital heart diseases” e “3D printing”. O planejamento guiou-se com base na junção dos operadores booleanos AND e OR, realizando a busca conjunta e individual para que não houvessem possíveis divergências.

A seleção dos estudos a serem utilizados foi realizada por dois pesquisadores de forma autônoma e não houve discordância. De início, teve-se a eliminação dos estudos duplicados, por meio da utilização do formulador de dados e referências Zotero. Em seguida, foi utilizado o software Rayyan® para organização e consulta dos títulos e resumos dos artigos por pares, almejando verificar os critérios de inclusão/exclusão. Posteriormente, efetuou-se a leitura na íntegra dos 22 artigos incluídos no estudo.

Em seguida, foi realizada uma análise mediante o grau de evidência, de acordo com a abordagem metodológica da Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) e o sistema GRADE. Os estudos selecionados foram ordenados em uma tabela do Excel Microsoft®, incluindo os seguintes dados: base de dados, autor, ano de publicação, local e idioma, delineamento metodológico, nível e qualidade de evidência. A inquirição se deu a partir da leitura metódica dos estudos selecionados, priorizando a análise qualitativa.

Resultados

No período avaliado pelo estudo foram publicados um total 480 artigos abordando o tema de impressão 3D para cardiopatia, com 196 trabalhos relacionados à cardiopatia congênita. Destes, 22 foram selecionados para fazer parte do estudo (Tabela 1).

Etapas da impressão 3D

A prototipagem rápida compreende dois estágios de produção: primeiramente o estágio virtual e, em seguida, o estágio físico. O estágio virtual pode se utilizar de softwares de modulação sólida (*computer-aided design* – CAD) para obter a geometria virtual do biomodelo. Como alternativa, pode

ser feita a conversão de arquivos obtidos por scanners 3D, TC ou RM para obtenção da geometria virtual do protótipo.^{8,9}

A confecção dos P3D possui alguns passos no processo de impressão, sendo eles: aquisição da imagem, segmentação, criação de malha 3D, pós-processamento de malha 3D e impressão do modelo 3D (Figura 1). A confecção do P3D é realizada basicamente pela leitura de um código numérico (G Code) desenvolvido através de programas computacionais CAD e *computer-aided manufacturing* (CAM), os quais são capazes de segmentar e modelar estruturas.

O passo inicial para a impressão de objetos 3D é a aquisição da imagem. Considera-se esse o passo mais importante, visto que a qualidade dos modelos impressos depende diretamente da qualidade dos dados adquiridos (resolução da imagem).¹⁰ Este arquivo é obtido por meio da aquisição de imagens seccionais em equipamentos digitais, tais como RM, TC ou mesmo ultrassonografia 3D/4D.¹¹ O formato *digital imaging and communications in medicine* (DICOM) é hoje um padrão da indústria de equipamentos médicos e, por ser mundialmente aceito, é o que confere maior interoperabilidade entre sistemas computacionais e equipamentos médicos.

A segunda etapa é a segmentação da imagem que consiste na delimitação da área de interesse do estudo, podendo assim, determinar qual região será estudada. Para a determinação da região de interesse, deve-se levar em consideração alguns aspectos, tais como: área anatômica e tipos de tecidos a serem estudados. O objetivo da segmentação é isolar a área de interesse, dentro do conjunto de dados volumétricos que foi recolhido, extraindo uma superfície de dados segmentados, que permite gerar a malha de superfície (*mesh*). Existem vários programas de utilização livre e de código aberto que contêm uma variedade de ferramentas manuais e automáticas, permitindo assim manipular dados DICOM em arquivos prontos para impressão.

Entre as ferramentas disponíveis para a segmentação das imagens, o *threshold* é bastante utilizado em TC e baseia-se na definição de intervalos de densidade que expressem, por exemplo, somente os voxels que correspondam ao tecido estudado. Já na segmentação pela US3D, nem todos os softwares conseguem abrir blocos volumétricos como o que é realizado pelo 3D Slicer (software open source) e o Mimics (software pago), os quais geram ao final do processo um modelo virtual nos formatos *wavefront object* (WFO) e *standard triangular language* (STL), este último direcionado para impressão 3D. Em alguns casos, é necessária a edição manual das imagens, com ferramentas como cortar, apagar e selecionar.

Após a segmentação, inicia-se a criação da malha que consiste em realizar a reconstrução dos segmentos individualizados de 2D em uma interface de volume 3D. O processo de reconstrução consiste, basicamente, em se obter um modelo 3D dos objetos de interesse, possibilitando não apenas sua visualização, mas também uma melhor compreensão de sua estrutura através da extração e análise de parâmetros geométricos dos objetos.

A máquina de prototipagem rápida não pode processar diretamente as imagens adquiridas devido a duas razões

Tabela 1 – Resumo dos artigos incluídos no estudo

Autor(a)	Tipo de estudo	Resultados	Conclusões
Oliveira et al. ¹	Estudo de revisão sistemática	O total de 9.253 publicações de impressões 3D e 497 de impressões de coração 3D foram incluídos no estudo.	Impressões de modelos 3D estão ajudando cirurgiões no planejamento cirúrgico e favorecendo uma maior compreensão das patologias dos pacientes e familiares.
Liaw et al. ²	Estudo de revisão sistemática	As principais aplicações de impressão 3D são na odontologia, engenharia de tecidos, modelos anatômicos, dispositivos médicos e formulações de drogas. Atualmente, mais de 85 dispositivos médicos são impressos em 3D.	As novas tecnologias de impressões 3D estão ampliando sua utilização nas áreas médicas e reduzindo seus custos de produção.
Lau et al. ³	Estudo de revisão sistemática	O total de 28 estudos foram incluídos na revisão : 61% relatos de casos e 36% opiniões de especialistas.	O uso da impressão 3D em modelos de cardiopatia congênita apresenta aplicações no ensino, planejamento pré-operatório e simulações.
Han et al. ⁴	Estudo clínico	A utilização de protótipo 3D reduz o tempo cirúrgico, sem impacto em tempo de estadia hospitalar ou complicações.	O uso de P3D facilita o planejamento cirúrgico e reduz o tempo operatório.
Chen et al. ⁵	Estudo descritivo	Aquisição da imagem pelo Voluson E10 (USG) e utilização dos softwares Mimics e Meshmixer para segmentação e modelagem de P3D.	Primeira publicação que demonstra o método de impressão 3D de um coração fetal com imagem derivada de e cocardiografia.
Byrne et al. ⁶	Estudo de revisão sistemática	O total de 136 estudos foram incluídos no estudo : 1 estudo clínico, 80 artigos de jornal e 55 relatos de casos.	Os métodos de segmentação da imagem requerem um alto grau de conhecimento dos softwares e tempo do operador.
Olivieri et al. ⁷	Estudo de coorte	Nove pacientes foram submetidos a e cardiografia 3D para estudo de suas patologias. A partir das imagens foram confeccionados P3D.	Os P3D são tecnicamente factíveis de serem elaborados e refletem com acurácia as patologias.
Alves et al. ⁸	Estudo de coorte	A partir de imagem de TC de paciente, após segmentação e processamento, é confeccionado modelo 3D pela técnica de estereolitografia.	A utilização da prototipagem rápida é uma ferramenta de extremo valor no apoio da atividade médica. Partindo de imagens médicas bidimensionais provenientes de TC e RM é possível a obtenção de modelos tridimensionais.
Guo et al. ⁹	Estudo descritivo	Aquisição da imagem pelo Voluson (USG) e utilização dos softwares Mimics segmentação e modelagem de P3D. Os objetos 3D foram então gerados, suavizados e exportados como arquivos STL e , depois, impressos em resina.	Os P3D de tetralogia de Fallot são tecnicamente factíveis de ser elaborados e podem ser impressos em resina multicolorida.
Shui et al. ¹⁰	Estudo de coorte	A partir de imagem de TC, RM e ecocardiografia é possível produzir P3D.	A acurácia dos P3D é determinada principalmente pela qualidade das imagens obtidas.
Bagaria et al. ¹¹	Estudo de coorte multicêntrico	Cinquenta P3D foram produzidos para auxiliar casos cirúrgicos.	Todos os cirurgiões reportaram que os protótipos foram úteis para o planejamento, simulação e referência no campo cirúrgico.
Marro et al. ¹²	Estudo de revisão sistemática	O estudo detalha as etapas de confecção de P3D e as formas de impressão mais utilizadas.	Os P3D estão ampliando sua utilização em diversas áreas médicas à medida que novas tecnologias surgem.
Bagaria et al. ¹³	Estudo de revisão sistemática	O estudo detalha as evoluções da prototipagem e as aplicações no campo médico.	A utilização de impressão 3D, com o avanço tecnológico, vai permitir a produção de bioprotótipos, tecidos e órgãos.

Artigo de Revisão

Ryan et al. ¹⁴	Estudo de coorte	Estudo comparado variáveis cirúrgicas em 79 casos de patologias cardíacas congênitas com confecção de protótipos em relação a casos sem modelos 3D.	A utilização de modelos 3D reduziu o tempo cirúrgico na sala operatória por favorecer um melhor planejamento e referências anatômicas.
Rankin et al. ¹⁵	Estudo de revisão sistemática	O total de 261 estudos foram incluídos no estudo: 5% usavam DICOM, 38% TC, 20% R M, 28% USG e 9% bioprint.	A prototipagem 3D tem ampla utilização no planejamento, simulação e confecção de próteses. A simplificação dos softwares vai favorecer uma maior aplicação dessa tecnologia.
Fadero et al. ¹⁶	Estudo descritivo	O estudo descreve as etapas de processamento da imagem 3D a partir da TC e suas aplicações na medicina.	O processamento das imagens em 3D precisa ser simplificado para ampliar a utilização dessa tecnologia.
Bizzotto et al. ¹⁷	Estudo de coorte	No estudo foram confeccionados 40 protótipos e analisados seu impacto no planejamento cirúrgico e informação aos pacientes.	A utilização de P3D facilita o planejamento cirúrgico e aumenta a compreensão dos pacientes dos procedimentos realizados.
Karsenty et al. ¹⁸	Ensaio clínico	Avaliar a compreensão das cardiopatias dos estudantes dividindo em 2 grupos: um com modelos 3D e outro sem modelo.	A utilização de modelos 3D melhorou a compreensão dos estudantes e sua satisfação na aprendizagem.
Preece et al. ¹⁹	Ensaio clínico	Avaliou a compreensão das cardiopatias dos estudantes dividindo em 3 grupos: modelos 3D, livros de texto e modelos de computador.	O grupo de estudantes com P3D apresentou melhor compreensão de anatomia.
Biglino et al. ²⁰	Estudo transversal	A utilização de P3D facilitou a compreensão de estudantes: em relação à anatomia (86%), orientação espacial (70%) e complexidade anatômica (66%).	Os P3D são importantes ferramentas para compreensão das cardiopatias congênitas.
White et al. ²¹	Estudo transversal	A utilização de P3D facilita a compreensão de cardiopatias congênitas complexas (Fallot), mas não houve diferença em patologias como CIA e CIV.	Os P3D facilitam a compreensão dos estudantes, mas o impacto maior é em cardiopatias complexas.
Su W et al. ²²	Estudo transversal	Estudantes que tiveram contatos com P3D tiveram melhor compreensão sobre as cardiopatias congênitas.	A utilização de P3D aumenta o interesse dos estudantes e a aprendizagem das cardiopatias.

CIA: comunicação interatrial; CIV: comunicação interventricular; DICOM: digital imaging and communications in medicine; RM: ressonância magnética; STL: standard triangular language; TC: tomografia computadorizada; USG: ultrassonografia; P3D: protótipos 3D; 3D: tridimensional.

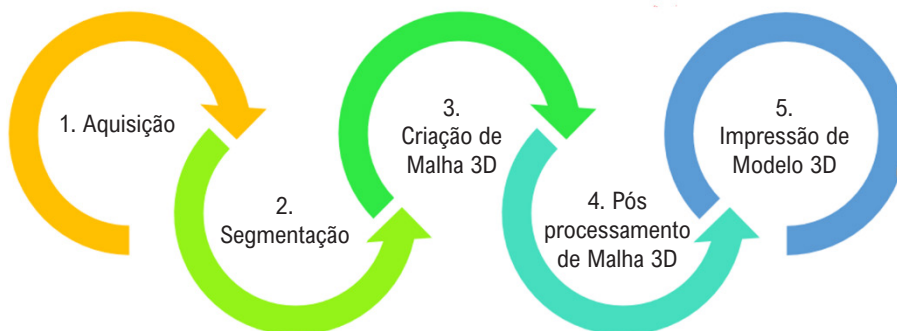


Figura 1 – Etapas necessárias à criação de modelos anatômicos baseados em exames de imagem e impressão 3D

principais: o formato de imagem fornecido e a espessura das imagens que é da ordem de 1 a 5 mm, enquanto que as fatias de imagens utilizadas nos processos de prototipagem rápida são em torno de 0,25 mm. Existem inúmeros métodos de reconstrução e visualização de objetos 3D a partir de suas seções transversais. Os principais métodos podem ser classificados em duas categorias, os métodos baseados em volume e baseados em superfície.¹²

Após a aquisição do objeto em 3D, é realizado o pós-processamento de malha do objeto 3D que consiste em torná-lo visualmente agradável e realçar as características necessárias à compreensão da peça. Nesta fase, 3 passos devem ser levados à risca para que o processo seja realizado da melhor forma possível: *repairing*, *cleaning* e *smoothing*. No *repairing* é fundamental localizar os locais onde há falhas na imagem e assim poder corrigi-las, tornando a superfície do objeto o mais regular possível. Um dos softwares mais usados atualmente para essa etapa é o Meshmixer, software gratuito do Autodesk, entretanto existe outros com ferramentas adicionais como o Mimics. No *cleaning*, usa-se um algoritmo para reduzir o ruído sem que haja perda das informações anatômicas. No *smoothing*, regulariza e alisa a superfície da imagem para melhorar a qualidade e a definição da imagem 3D a ser impressa.¹¹

Na impressão 3D, várias tecnologias são empregadas na fabricação de modelos 3D, entre elas: modelagem por

deposição de material fundido (ou modelação por extrusão de plástico ou modelação por fusão e deposição – FDM), estereolitografia (SLA), sinterização seletiva por laser (SLS), impressão tridimensional (TDP), fabricação de objetos por camadas (LOM), entre outros de maior especificidade, e inkjet. As mais utilizadas na área médica são a FDM, SLA e SLS.¹³

O FDM constrói as peças por deposição de um material termoplástico extrudido. A cabeça injetora traça os perímetros da sessão transversal e preenche-os construindo assim cada camada. Já o SLS permite a construção de modelos físicos utilizando materiais na forma de pó. O pó é processado em um ambiente inerte e termicamente controlado no interior de uma câmara. Ele atinge a temperatura de fusão (sinterização) por ação de um laser de CO₂. Depois de uma camada ser sinterizada, uma nova é depositada e assim sucessivamente até finalizar a construção da peça (Figuras 2 e 3). A técnica SLA tem como princípio a fotopolimerização da resina líquida, em que um feixe de laser traça um padrão na superfície da resina líquida que se solidifica e constrói a peça camada por camada. A SLA barateou e popularizou a impressão 3D, já que permite a produção de várias peças em um só tempo com alto grau de precisão.

Os custos para a produção de protótipos ou modelos 3D reduziram com a introdução dessas novas tecnologias e barateamento do material. Impressoras 3D de FDM custam

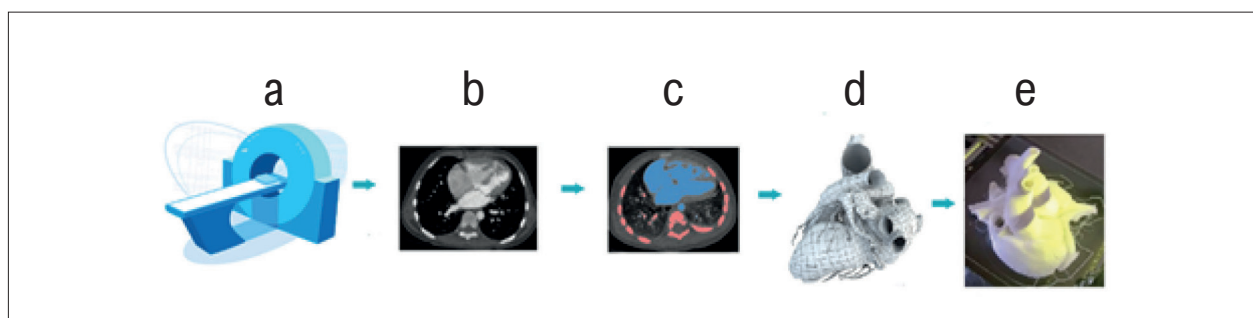


Figura 2 – Etapas da criação de modelos 3D: a) utilização de equipamento de produção de imagem; b) aquisição da imagem; c) segmentação da imagem; d) reconstrução de modelo 3D; e) impressão de modelo computacional pela impressora 3D (figuras próprias).



Figura 3 – Construção dos modelos 3D: a) *cleaning* e *smoothing* realizados no software; b) modelo estimado para confecção pela impressora; c) modelo produzido (figuras próprias).

Artigo de Revisão

1.000 reais brasileiros, já impressoras profissionais de SLS giram em torno de 25.000 reais. O material para as impressoras 3D custa de 250 a 500 reais por kg, já o material da SLS custa de 500 a 2.000 reais por kg.

Discussão

Nos últimos anos, houve avanço na aplicação dos sistemas de prototipagem rápida na medicina em diversas especialidades. Assim, torna-se necessário desenvolver uma revisão de literatura sobre a aplicabilidade da técnica nessa área da saúde, considerando-se a escassez de trabalhos na literatura que possam, de maneira sintética, auxiliar na confecção de modelos 3D.

Aplicação na medicina

A análise pré-operatória pode ser considerada uma das aplicações mais úteis da tecnologia de impressão 3D. Procedimentos cirúrgicos em áreas de anatomia complexa com alto risco de lesão de estruturas nobres são beneficiadas com a prototipagem rápida dos modelos 3D.¹⁵

Vários programas CAD permitem atualmente a realização de planejamento cirúrgico virtual (virtual surgical planning – VSP) com um entendimento melhor da geometria espacial, das relações anatômicas, e da possibilidade de se programar acessos cirúrgicos menos invasivos.¹⁶

Alguns trabalhos demonstram que a tecnologia de impressão 3D em planejamento e realização de procedimentos cirúrgicos leva: à diminuição do tempo cirúrgico, diminuição de perda de sangue no intraoperatório, diminuição do tempo de exposição à radiação ionizante durante o procedimento cirúrgico, redução de complicações e à provável melhora nos resultados cirúrgicos.¹³

Outro grande benefício da aplicação desta tecnologia encontra-se também na comunicação da equipe médica com pacientes e familiares. A utilização de modelos anatômicos para informar sobre o tipo de tratamento cirúrgico proposto promove um melhor entendimento da condição clínica do paciente, da programação cirúrgica, da reabilitação e maior adesão ao tratamento, contribuindo para melhora na relação médico-paciente.¹⁷

Importância dos P3D nas cardiopatias congênitas

A cardiopatia congênita é o mais comum dos defeitos ao nascimento ocorrendo em cerca de 9 a cada 1.000 nascidos vivos. Isso corresponde anualmente a 1,35 milhão de recém-nascidos com doenças no coração dos quais 70% necessitarão de tratamento durante o primeiro ano de vida.¹⁸ Esses pacientes necessitam de cuidados e acompanhamento durante toda a vida, do manejo interdisciplinar na atenção primária ao seguimento especializado com a cardiologia clínica, cardiologia intervencionista e cirurgia cardíaca pediátrica.

O ensino das cardiopatias congênitas é predominantemente baseado em representações 2D dos defeitos cardíacos. As ferramentas educacionais para o ensino nesse contexto incluem simples diagramas em livros, textos, imagens de ecocardiografia, angiografia ou até mesmo aquelas

adquiridas de modalidades avançadas de imagem como TC ou RM. A habilidade de traduzir imagens 2D em representações mentais 3D das lesões é um ponto crucial no aprendizado. A manipulação tátil e a utilização de vários sentidos é capaz de promover maior apreciação espacial e o entendimento de anatomias complexas.¹⁹

Iniciativas promissoras utilizando a tecnologia de modelagem e impressão 3D foram desenvolvidas para o melhor entendimento de anatomias cardíacas complexas. Biglino et al.²⁰ citam a importância dessa ferramenta no treinamento de profissionais de enfermagem cardiológica e reforçam a otimização dos protótipos através de tarjas, cores que destacam as lesões de importância e o uso de material educacional complementar. White et al.²¹ descrevem que a incorporação de modelos impressos em 3D durante sessões didáticas de ensino propicia maior entendimento imediato dos residentes de pediatria e emergência pediátrica. Su et al.²² em estudo controlado, utilizaram P3D de defeitos do septo ventricular como adjuvante no ensino de estudantes de medicina. Os resultados pós-teste evidenciaram melhores resultados nos domínios “aquisição de conhecimento” e “conceitualização estrutural” no grupo 3D reiterando a efetividade do uso dessa tecnologia para a educação médica.

Em recente revisão sistemática brasileira, Oliveira et al.¹ compilaram 9.253 publicações em “3-D printing” e 497 publicações em “heart 3-D printing” e concluíram que os modelos impressos em 3D estão auxiliando fellows, residentes e cirurgiões na prática e planejamento cirúrgico até mesmo de casos raros, ajudando os demais profissionais de saúde no melhor entendimento das doenças e aumentando a compreensão de pais e familiares sobre a patologia da criança.

Dentre as limitações desse estudo estão a heterogeneidade dos estudos selecionados, possíveis vieses de estudos individuais e rápida evolução dos métodos de prototipagem rápida, tornando alguns métodos pouco utilizados atualmente.

A maior parte dos estudos e modelos cardíacos 3D são obtidos a partir de angiotomografia ou RM, que em geral produzem imagem de melhor resolução. Entretanto, estruturas finas e móveis são melhor visualizadas pela C3D. A impressão 3D reproduz as diferenças entre os métodos de imagem a partir dos quais ela foi construída, portanto, defeitos septais e doenças valvares são melhor representados pela C3D e a anatomia dos grandes vasos e suas relações com as câmaras são bem representados pela TC e RM. Em alguns casos, pode-se lançar mão de biomodelos feitos a partir dos dois métodos.

Conclusão

A impressão em P3D é uma tecnologia em construção. Ela ainda apresenta limitações e desafios para garantir melhor qualidade ao produto. Entre elas, podemos destacar a precisão da montagem, a construção de modelos com mesmas propriedades mecânicas dos tecidos, o menor tempo de preparação e o custo econômico.

Os modelos de impressão em 3D de cardiopatias congênitas estão auxiliando fellows, residentes e cirurgiões na prática e planejamento cirúrgico, até mesmo de casos raros, ajudando os demais profissionais de saúde no melhor entendimento das doenças e aumentando a compreensão de pais e familiares sobre a patologia da criança.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Freitas MB; obtenção de dados: Freitas MB, Lima RM; análise e interpretação dos dados: Freitas MB, Figueiredo JL, Cajueiro FC, Lima RM; análise estatística: Cajueiro FC; redação do manuscrito: Freitas MB, Freitas MH; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Figueiredo JL, Freitas MH, Lima RM, Teixeira CM.

Referências

1. Oliveira MAB, Santos CAD, Brandi AC, Botelho PHH, Braille DM. Three-Dimensional Printing: is it Useful for Cardiac Surgery? *Braz J Cardiovasc Surg.* 2020;35(4):549-54. doi: 10.21470/1678-9741-2019-0475.
2. Liaw CY, Guvendiren M. Current and Emerging Applications of 3D Printing in Medicine. *Biofabrication.* 2017;9(2):024102. doi: 10.1088/1758-5090/aa7279.
3. Lau I, Sun Z. Three-Dimensional Printing in Congenital Heart Disease: a Systematic Review. *J Med Radiat Sci.* 2018;65(3):226-36. doi: 10.1002/jmrs.268.
4. Han F, Co-Vu J, Lopez-Colon D, Forder J, Bleiweis M, Reyes K, et al. Impact of 3D Printouts in Optimizing Surgical Results for Complex Congenital Heart Disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2019;10(5):533-8. doi: 10.1177/2150135119852316.
5. Chen SA, Ong CS, Hibino N, Baschat AA, Garcia JR, Miller JL. 3D Printing of Fetal Heart Using 3D Ultrasound Imaging Data. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;52(6):808-9. doi: 10.1002/uog.19166.
6. Byrne N, Forte MV, Tandon A, Valverde I, Hussain T. A Systematic Review of Image Segmentation Methodology, Used in the Additive Manufacture of Patient-Specific 3D Printed Models of the Cardiovascular System. *JRSM Cardiovasc Dis.* 2016;5:2048004016645467. doi: 10.1177/2048004016645467.
7. Olivieri LJ, Krieger A, Loke YH, Nath DS, Kim PC, Sable CA. Three-Dimensional Printing of Intracardiac Defects from Three-Dimensional Echocardiographic Images: Feasibility and Relative Accuracy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(4):392-7. doi: 10.1016/j.echo.2014.12.016.
8. Alves L, Braga F. Protoclick: Prototipagem Rápida. Porto: Protoclick; 2001.
9. Guo YT, Hou N, Liang JH, Zhang ZK, Cao TS, Yuan LJ. Three-Dimensional Printed Multicolor Normal and Abnormal Fetal Hearts Based on Ultrasound Imaging Data. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;55(3):421-2. doi: 10.1002/uog.20392.
10. Shui W, Zhou M, Chen S, Pan Z, Deng Q, Yao Y, et al. The Production of Digital and Printed Resources from Multiple Modalities Using Visualization and Three-Dimensional Printing Techniques. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2017;12(1):13-23. doi: 10.1007/s11548-016-1461-9.
11. Bagaria V, Chaudhary K. A Paradigm Shift in Surgical Planning and Simulation Using 3Dgraphy: Experience of First 50 Surgeries Done Using 3D-Printed Biomodels. *Injury.* 2017;48(11):2501-8. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.058.

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 Milton Benevides Freitas pela UFPE.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

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

12. Marro A, Bandukwala T, Mak W. Three-Dimensional Printing and Medical Imaging: a Review of the Methods and Applications. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2016;45(1):2-9. doi: 10.1067/j.cpradiol.2015.07.009.
13. Bagaria V, Bhansali R, Pawar P. 3D Printing-Creating a Blueprint for the Future of Orthopedics: Current Concept Review and the Road Ahead!. *J Clin Orthop Trauma.* 2018;9(3):207-12. doi: 10.1016/j.jcot.2018.07.007.
14. Ryan J, Plasencia J, Richardson R, Velez D, Nigro JJ, Pophal S, et al. 3D Printing for Congenital Heart Disease: a Single Site's Initial Three-Year experience. *3D Print Med.* 2018;4(1):10. doi: 10.1186/s41205-018-0033-8.
15. Rankin TM, Wormer BA, Miller JD, Giovinco NA, Al Kassiss S, Armstrong DG. Image Once, Print Thrice? Three-Dimensional Printing of Replacement Parts. *Br J Radiol.* 2018;91(1083):20170374. doi: 10.1259/bjr.20170374.
16. Fadero PE, Shah M. Three Dimensional (3D) Modelling and Surgical Planning in Trauma and Orthopaedics. *Surgeon.* 2014;12(6):328-33. doi: 10.1016/j.surge.2014.03.008.
17. Bizzotto N, Tami I, Tami A, Spiegel A, Romani D, Corain M, et al. 3D Printed Models of Distal Radius Fractures. *Injury.* 2016;47(4):976-8. doi: 10.1016/j.injury.2016.01.013.
18. Karsenty C, Guitarte A, Dulac Y, et al. The usefulness of 3D printed heart models for medical student education in congenital heart disease. *BMC Med Educ.* 2021;21(1):480-8. doi: 10.1186/s12909-021-02917-z.
19. Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. „Let's Get Physical”: Advantages of a Physical Model Over 3D Computer Models and Textbooks in Learning Imaging Anatomy. *Anat Sci Educ.* 2013;6(4):216-24. doi: 10.1002/ase.
20. Biglino G, Capelli C, Konioridou D, Robertshaw D, Leaver LK, Schievano S, et al. Use of 3D Models of Congenital Heart Disease as an Education Tool for Cardiac Nurses. *Congenit Heart Dis.* 2017;12(1):113-8. doi: 10.1111/chd.12414.
21. White SC, Sedler J, Jones TW, Seckeler M. Utility of Three-Dimensional Models in Resident Education on Simple and Complex Intracardiac Congenital Heart Defects. *Congenit Heart Dis.* 2018;13(6):1045-9. doi: 10.1111/chd.12673.
22. Su W, Xiao Y, He S, Huang P, Deng X. Three-Dimensional Printing Models in Congenital Heart Disease Education for Medical Students: a Controlled Comparative Study. *BMC Med Educ.* 2018;18(1):178. doi: 10.1186/s12909-018-1293-0.



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

Papel da Elastografia por Ondas de Cisalhamento na Avaliação da Rigidez Miocárdica nas Diversas Miocardiopatias

Role of Shear Wave Elastography in the Assessment of Myocardial Stiffness in Various Cardiomyopathies

Fábio Fernandes,¹ Nathalia Conci Santorio,¹ Natália de Melo Pereira,¹ Caio Rebouças Fonseca Cafezeiro,¹ Aristóteles Comte de Alencar Neto,¹ Bruno Vaz Kerges Bueno,¹ Fernando Linhares Pereira,² Maria Cristina Chammass²

Instituto do Coração (InCor), Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo,¹ São Paulo, SP – Brasil

Hospital das Clínicas (HC), Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo,² São Paulo, SP – Brasil

Resumo

O ecocardiograma é fundamental para o diagnóstico e tratamento das doenças cardiovasculares. A avaliação da função diastólica do ventrículo esquerdo constitui um grande desafio, sendo utilizadas várias técnicas ultrassonográficas conhecidas, tais como o Doppler pulsátil do fluxo mitral, o Doppler tecidual e o *strain* miocárdico, com o objetivo de estimar de forma não invasiva a pressão de enchimento do átrio esquerdo. Apesar de amplamente disponível, essa abordagem possui várias limitações e não representa de fato as propriedades intrínsecas do músculo cardíaco. Nesse contexto, a elastografia cardíaca surge como uma forma de estimar a rigidez miocárdica de forma não invasiva, ao estudar a velocidade de propagação de ondas de cisalhamento no tecido cardíaco. A elastografia já é amplamente utilizada na avaliação da rigidez de outros tecidos, como tireoide, fígado e mama. No âmbito da avaliação cardiológica, essa técnica já foi empregada com sucesso em doenças como amiloidose cardíaca e cardiomiopatia hipertrófica. Este artigo visa revisar os principais conceitos associados a essa técnica promissora e expor as experiências publicadas de serviços nacionais e internacionais.

Introdução

A insuficiência cardíaca é definida como a incapacidade de o coração bombear sangue na proporção necessária para satisfazer às necessidades metabólicas do organismo, ou fazê-lo às custas de aumento de suas pressões de enchimento.¹ Esse conceito é de suma importância, visto que aproximadamente 50% dos casos de insuficiência cardíaca são classificados como tendo fração de ejeção ventricular esquerda preservada,¹ na qual o aumento das pressões de enchimento se mostra como mecanismo predominante.

Palavras-chave

Técnicas de Imagem por Elasticidade; Rigidez Vascular; Amiloidose.

Correspondência: Fábio Fernandes •

Av. Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 44. CEP: 05403-900. Cerqueira César, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: fabio.fernandes@incor.usp.br

Artigo recebido em 28/11/2023; revisado em 01/12/2023; aceito em 01/12/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230108>

Classicamente, a medida direta das pressões de enchimento intracavitário é feita pelo cateterismo cardíaco, permitindo a construção de curvas de pressão-volume através de dados obtidos de forma invasiva. Essa abordagem caracteriza as propriedades intrínsecas da bomba ventricular ao longo do ciclo cardíaco, bem como variáveis hemodinâmicas, o que permite melhor entendimento da fisiopatologia das doenças cardíacas e contribui na abordagem diagnóstica dessas doenças.

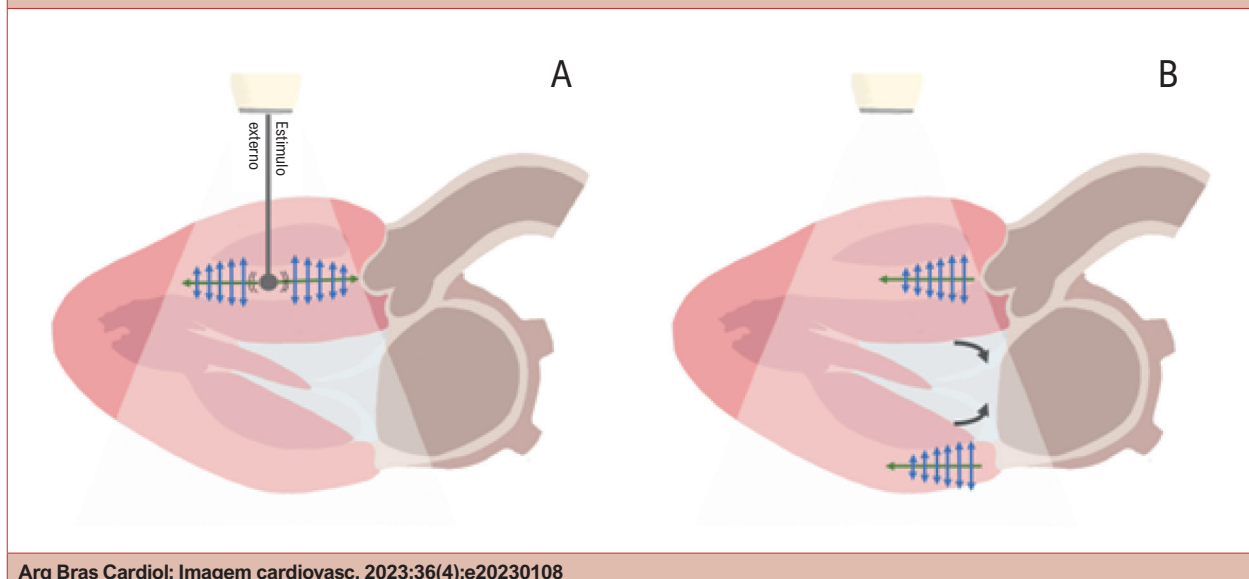
Uma propriedade importante é a rigidez, conceito aplicado aos diferentes materiais, pois quantifica até que ponto um objeto resiste à deformação em resposta a uma força aplicada.² A complacência, por sua vez, é o inverso da rigidez e quantifica a deformabilidade de um material.² A rigidez miocárdica, portanto, representa a resistência ao estiramento quando o miocárdio é submetido ao estresse, correspondendo à inclinação da curva de estresse-deformação do miocárdio.³ Já a complacência do ventrículo esquerdo (VE) é a variação de pressão em relação à variação de volume dessa câmara, e a rigidez do VE pode ser medida pela inclinação da curva de pressão-volume na diástole final.⁴

A função diastólica normal é caracterizada por uma taxa normal de relaxamento do VE, com parâmetros de rigidez miocárdica e ventricular esquerda dentro de limites normais, o que resulta em baixa pressão de enchimento.⁵ Durante a diástole, tanto o relaxamento ativo quanto a rigidez miocárdica, propriedade intrínseca associada a proteínas do sarcômero, como a titina, e à matriz extracelular, determinam o enchimento do VE de forma simultânea.⁶ Porém, há maior predominância do relaxamento ativo na diástole inicial, e da rigidez miocárdica passiva ao final da diástole.⁶ Isso implica maior influência da rigidez miocárdica na inclinação da curva de pressão-volume na diástole final.⁶

A avaliação da função diastólica é feita, na maioria das vezes, por meio de técnicas ecocardiográficas rotineiras, como o Doppler pulsátil do fluxo mitral e o Doppler tecidual e, mais recentemente, do *strain* miocárdico, que permitem estimar de forma não invasiva a pressão de enchimento do átrio esquerdo. Apesar de amplamente disponíveis, possuem várias limitações e não representam de fato as propriedades intrínsecas do músculo cardíaco.

A elastografia por ondas de cisalhamento oferece uma quebra de paradigmas à ecocardiografia ao medir a rigidez miocárdica de forma não invasiva, podendo agregar importantes informações à análise da função diastólica. Neste artigo, discutiremos sobre os fundamentos de seu uso e suas principais aplicações clínicas.

Figura Central: Papel da Elastografia por Ondas de Cisalhamento na Avaliação da Rigidez Miocárdica nas Diversas Miocardiopatias



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2023;36(4):e20230108

Formas de avaliação da elastografia miocárdica. Em A, observa-se a geração de ondas de cisalhamento através dos impulsos emitidos pelo próprio transdutor. Em B, são representadas as ondas de cisalhamento geradas naturalmente pelo fechamento da valva mitral. As setas azuis representam o deslocamento do tecido, enquanto as setas verdes indicam a direção da propagação da onda de cisalhamento.

Propriedades físicas e funcionamento do método

A elastografia por ondas de cisalhamento já é um método amplamente consolidado para avaliação não invasiva hepática e de nódulos de mama, além de outras aplicações, como caracterização de lesões renais, prostáticas e tireoidianas.⁷

Essa técnica envolve a medida da velocidade de propagação das ondas de cisalhamento nos diversos tecidos, que é diretamente proporcional à sua rigidez. É importante diferenciar conceitualmente as ondas de cisalhamento das ondas compressivas, utilizadas pela ultrassonografia convencional para geração de imagens. As ondas compressivas geram movimentação de partículas de forma paralela à direção de propagação, enquanto as ondas de cisalhamento geram movimentação de forma perpendicular.⁸ Além disso, as ondas de cisalhamento apresentam velocidade de propagação em torno de 1-10 m/s, muito inferior às ondas acústicas compressivas, que se propagam em torno de 1450-1550 m/s em tecidos moles.⁷ Para avaliação das ondas de cisalhamento com razoável precisão, são necessários transdutores específicos e equipamentos com taxa de frame rate entre 1000 e 10000 quadros/segundo.⁹

As menores velocidades de propagação das ondas de cisalhamento as tornam essenciais para a sua função de caracterização tecidual. Foi demonstrado que mudanças patológicas no tecido geram aumento de sua velocidade de propagação.¹⁰ A evolução dos aparelhos de ultrassom permitiu rastrear tais ondas e diferenciar pequenas variações que podem ocorrer durante o seu percurso nos tecidos não saudáveis.

A elastografia cardíaca pode ser realizada de diferentes maneiras, dependendo do modo como tais ondas são

geradas, o que é ilustrado na figura central. Uma forma é através dos impulsos de radiação acústica emitidos pelo próprio transdutor, de alta intensidade e curta duração, formando ondas de cisalhamento que geram deslocamento do tecido (Figura Central A). Para a adequada realização dessa técnica, a parede cardíaca de interesse deve estar orientada paralelamente ao transdutor, que emite o impulso e determina a velocidade em que as ondas se propagam no tecido.⁹

No contexto da fisiologia cardíaca, o fechamento das valvas atrioventriculares e semilunares gera, por si só, ondas de cisalhamento. Outra possível técnica é baseada na avaliação da movimentação intrínseca dessas ondas naturalmente geradas (Figura Central B). Essa análise é mais factível e pode ser realizada com equipamentos mais próximos aos convencionais. Além disso, tais ondas não dependem da janela acústica para sua geração, permitindo maior aplicação na prática clínica. Porém, enquanto as ondas geradas pelo transdutor podem ser controladas no tempo e no espaço pelo aparelho de ultrassom, as ondas naturalmente geradas surgem em locais e em períodos determinados do ciclo cardíaco. Isso exige que a análise da velocidade de propagação também seja realizada em momentos específicos do ciclo cardíaco.

Considerando um meio isotrópico, com densidade uniforme, a rigidez pode ser estimada a partir da velocidade de propagação da onda de cisalhamento, segundo a equação: $\mu = \rho c^2$, na qual “ μ ” representa a rigidez miocárdica (kPa), “ ρ ” a densidade do tecido, e “ c ” a velocidade de propagação da onda de cisalhamento.⁹

Recentemente, foram publicados resultados de um estudo brasileiro realizado no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor) em parceria

Artigo de Revisão

com o Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InRad).¹¹ Nesse estudo, as avaliações foram realizadas por um aparelho já empregado na rotina do serviço, APLIO i800 (Canon®, Japão), com pequenos ajustes para o estudo elastográfico, com imagens obtidas a partir de uma sonda convexa multifrequencial (frequência fundamental 3,5 MHz). As mensurações da velocidade de propagação das ondas de cisalhamento foram obtidas ao final da diástole, momento de menor movimentação do coração. As janelas ecocardiográficas utilizadas foram as paraesternais de eixo longo (para avaliação do segmento basal do septo) e curto (para avaliação dos segmentos basal, médio e apical do septo, além da parede livre do ventrículo direito), como mostrado na Figura 1.

Aplicações clínicas

Vários estudos têm mostrado resultados promissores com a técnica. Em 2019, Petrescu et al. demonstraram aumento das velocidades de propagação em pacientes com amiloidose cardíaca e idosos, sugerindo uma possível correlação entre as velocidades de propagação e a rigidez miocárdica.¹² Em 2020, o mesmo grupo avaliou as velocidades de propagação em

pacientes transplantados cardíacos e mostrou boa correlação com a medida invasiva da pressão capilar pulmonar medida por cateterismo direito e padrão de lesão miocárdica difusa avaliada por ressonância magnética cardíaca.¹³

Villemain et al. demonstraram aumento da rigidez miocárdica, calculada a partir da velocidade de propagação das ondas de cisalhamento, em pacientes com miocardiopatia hipertrófica quando comparados a indivíduos saudáveis, apresentando ainda correlação significativa com fibrose avaliada por ressonância magnética cardíaca com realce tardio e com parâmetros de disfunção diastólica avaliados por ecocardiograma convencional.¹⁴

Cvijic et al. utilizaram o método para avaliar pacientes hipertensos, mostrando que pacientes com doença avançada e remodelamento concêntrico ou hipertrofia concêntrica apresentavam aumento de rigidez, quando comparados a controles saudáveis.¹⁵

Alencar Neto et al. mostraram aumento da rigidez miocárdica em pacientes com amiloidose cardíaca por transtirretina quando comparados a indivíduos controle.¹¹ Foi demonstrado um padrão decrescente da rigidez em direção ao ápice,¹¹ sugerindo um padrão de *apical sparing*, compatível com a fisiopatologia da doença.

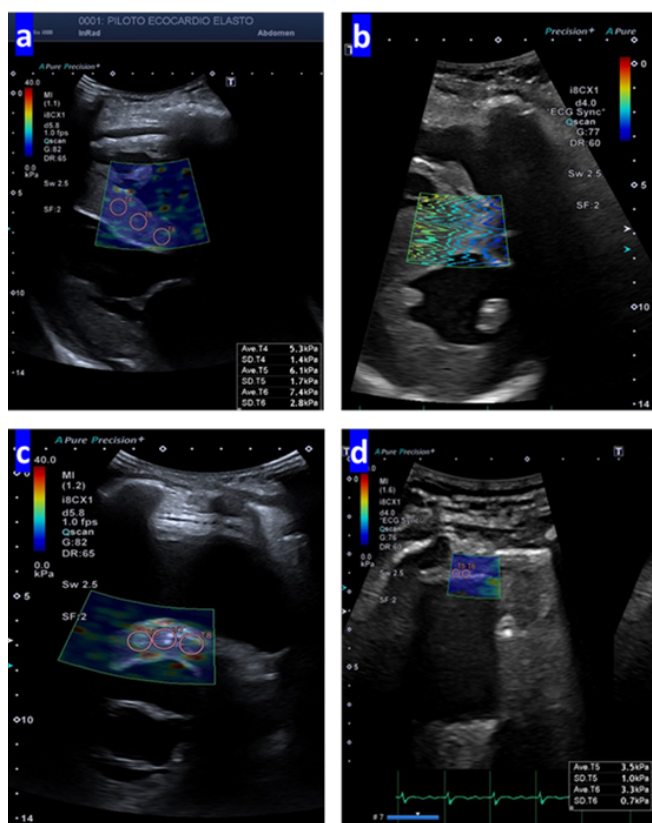


Figura 1 – Elastografia miocárdica. Em A, observa-se a avaliação do segmento basal do septo interventricular na janela paraesternal de eixo longo. Em B e C, são avaliados os segmentos médio e basal do septo, respectivamente, na janela paraesternal de eixo curto. Em D, evidencia-se a avaliação da parede livre do ventrículo direito na janela paraesternal de eixo curto.

Embora se trate de estudos iniciais, mostram que a técnica é factível e com potencial aplicação clínica. Considerando que várias doenças que se apresentam com fenótipo hipertrófico, como amiloidose e miocardiopatia hipertrófica, demandam recursos diagnósticos adicionais e de maior custo, o uso de uma técnica não invasiva associada ao ecocardiograma pode aprimorar o diagnóstico dessas doenças no futuro e possivelmente agregar valor prognóstico. Além disso, trata-se de um método que pode revolucionar a avaliação e o entendimento da função diastólica de um modo geral.

Desafios para sua utilização

Além de dificuldades inerentes a técnicas diagnósticas novas, como diferentes protocolos de aquisição e equipamentos, trata-se de uma técnica ultrassonográfica e, consequentemente, operadora-dependente e ângulo-dependente.¹⁶

Associado a tais fatores técnicos, o tecido cardíaco é essencialmente anisotrópico, com diferentes camadas, de paredes finas e com movimentação própria,¹⁷ variáveis que podem influenciar adicionalmente na velocidade de propagação da onda de cisalhamento. Além disso, as alterações geométricas já demonstraram impacto nessas medidas,¹⁸ bem como aumentos de pré-carga.¹⁷ Esses fatores mecânicos limitam a utilização do módulo de Young para obtenção da rigidez miocárdica, pois essa equação não os considera. Como a velocidade de propagação é influenciada por essas variáveis, elas devem ser idealmente determinadas no momento da avaliação para a interpretação correta dos resultados.

Outras limitações são as definições quanto à janela ecocardiográfica ideal a ser utilizada e o número de segmentos miocárdicos analisados. Velocidades de propagação significativamente mais altas foram obtidas na janela apical em relação à paraesternal em indivíduos saudáveis, sem correlação significativa entre os valores medidos.¹⁹ Vale ressaltar que as ondas de cisalhamento naturalmente geradas pelas valvas se propagam dentro do miocárdio em direções desconhecidas, o que prejudica a estimativa acurada das velocidades.²⁰

É importante considerar que a realização da elastografia é dependente da fase do ciclo cardíaco, com acionamento do impulso realizado de acordo com a monitorização elétrica do batimento cardíaco. Porém, não há impedimento do uso do método em avaliações com ritmo cardíaco irregular, que limitam a avaliação da função diastólica convencional.

Perspectivas futuras

Existem perspectivas para avaliar o estudo da elastografia em outras cardiopatias, com a finalidade de aprimorar sua avaliação diagnóstica e, possivelmente, como fator prognóstico e de resposta terapêutica. Como se trata de uma técnica não invasiva, de fácil acesso e de baixo custo, pode ser incorporada ao ecocardiograma tradicional, tão presente na prática clínica do cardiologista.

À medida que o interesse pela técnica cresce, o número de estudos sobre elastografia cardíaca tem aumentado. Porém, diferentes técnicas de emissão de impulso, de aparelhos de ultrassom e configurações dificultam o entendimento dos dados e a uniformização do conteúdo. A padronização da

técnica é fundamental e deve ser alcançada futuramente. Da mesma forma, diferentes métricas de resultados podem ser encontradas na literatura. Há maior tendência em se utilizar a velocidade de propagação da onda, e não a elasticidade, evitando-se a utilização de equações que dependem de fatores mecânicos que não são aplicáveis para o miocárdio.

Dados como a dispersão e a anisotropia do tecido também podem ser reportados e obtidos através da elastografia, permitindo uma caracterização tecidual mais avançada. Além disso, a maior parte dos estudos reportam tipicamente a velocidade das ondas de cisalhamento no septo interventricular, em janela paraesternal de eixo longo, devido a relação quase ortogonal entre a posição do feixe de ultrassom e o tecido cardíaco requerido para induzir as ondas de cisalhamento. Porém, é possível utilizar outras janelas ecocardiográficas e realizar avaliações de outras regiões do miocárdio, de acordo com o avanço na qualidade do aparelho utilizado.

Conclusão

A elastografia cardíaca tem mostrado boa acurácia na avaliação da velocidade de propagação das ondas de cisalhamento, permitindo estimar a rigidez miocárdica, apesar das limitações, e realizar uma avaliação mais detalhada da função diastólica, de forma não invasiva e de baixo custo.

O método ainda está em estudo e é alvo de interesse crescente da comunidade científica nacional e internacional. No futuro, poderá fornecer informações únicas incrementais ao ecocardiograma convencional e agregar importante valor diagnóstico nas mais variadas cardiopatias.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Fernandes F; obtenção de dados e análise e interpretação dos dados: Santorio NC, Pereira NM; redação do manuscrito: Santorio NC, Pereira NM, Cafezeiro CRF; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Fernandes F, Santorio NC, Cafezeiro CRF, Alencar Neto AC, Bueno BVK, Pereira FL, Chammas MC.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado por Pfizer.

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. Ho JE, Enserro D, Brouwers FP, Kizer JR, Shah SJ, Psaty BM, et al. Predicting Heart Failure with Preserved and Reduced Ejection Fraction: the International Collaboration on Heart Failure Subtypes. *Circ Heart Fail*. 2016;9(6):e003116. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.115.003116.
2. Emig R, Zgierski-Johnston CM, Timmermann V, Taberner AJ, Nash MP, Kohl P, et al. Passive Myocardial Mechanical Properties: Meaning, Measurement, Models. *Biophys Rev*. 2021;13(5):587-610. doi: 10.1007/s12551-021-00838-1.
3. Paulus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskampf FA, Rademakers FE, et al. How to Diagnose Diastolic Heart Failure: a Consensus Statement on the Diagnosis of Heart Failure with Normal Left Ventricular Ejection Fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28(20):2539-50. doi: 10.1093/eurheartj/ehm037.
4. Burkhoff D, Mirsky I, Suga H. Assessment of Systolic and Diastolic Ventricular Properties Via Pressure-Volume Analysis: a Guide for Clinical, Translational, and Basic Researchers. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2005;289(2):H501-12. doi: 10.1152/ajpheart.00138.2005.
5. Nagueh SF. Heart Failure with Preserved Ejection Fraction: Insights into Diagnosis and Pathophysiology. *Cardiovasc Res*. 2021;117(4):999-1014. doi: 10.1093/cvr/cvaa228.
6. Harbo MB, Stokke MK, Sjaastad I, Espe EKS. One Step Closer to Myocardial Physiology: from PV Loop Analysis to State-of-the-Art Myocardial Imaging. *Acta Physiol*. 2022;234(2):e13759. doi: 10.1111/apha.13759.
7. Ozturk A, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of Ultrasound Elastography. *Abdom Radiol*. 2018;43(4):773-85. doi: 10.1007/s00261-018-1475-6.
8. Caenen A, Pernot M, Nightingale KR, Voigt JU, Vos HJ, Segers P, et al. Assessing Cardiac Stiffness using Ultrasound Shear Wave Elastography. *Phys Med Biol*. 2022;67(2). doi: 10.1088/1361-6560/ac404d.
9. Voigt JU. Echocardiographic Stiffness Measurements: How to Rule the Waves?. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14(8):1506-7. doi: 10.1016/j.jcmg.2021.06.004.
10. Greenleaf JF, Fatemi M, Insana M. Selected Methods for Imaging Elastic Properties of Biological Tissues. *Annu Rev Biomed Eng*. 2003;5:57-78. doi: 10.1146/annurev.bioeng.5.040202.121623.
11. Alencar Neto AC, Cafezeiro CRF, Bueno BVK, Rissato JH, Hotta VT, Alencar Filho AC, et al. Myocardial Stiffness Evaluation by Shear Wave Elastography in Transthyretin Amyloidosis with and without Cardiac Involvement. *Eur Heart J*. 2023;44(Suppl 2):ehad655.1875. doi: 10.1093/eurheartj/ehad655.1875.
12. Petrescu A, Santos P, Orłowska M, Pedrosa J, Bézy S, Chakraborty B, et al. Velocities of Naturally Occurring Myocardial Shear Waves Increase with Age and in Cardiac Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(12):2389-98. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.029.
13. Petrescu A, Bézy S, Cvijic M, Santos P, Orłowska M, Duchenne J, et al. Shear Wave Elastography using High-Frame-Rate Imaging in the Follow-Up of Heart Transplantation Recipients. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(11):2304-13. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.06.043.
14. Villemain O, Correia M, Mousseaux E, Baranger J, Zarka S, Podetti I, et al. Myocardial Stiffness Evaluation using Noninvasive Shear Wave Imaging in Healthy and Hypertrophic Cardiomyopathic Adults. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(7 Pt 1):1135-45. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.02.002.
15. Cvijic M, Bézy S, Petrescu A, Santos P, Orłowska M, Chakraborty B, et al. Interplay of Cardiac Remodelling and Myocardial Stiffness in Hypertensive Heart Disease: a Shear Wave Imaging Study using High-Frame Rate Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(6):664-72. doi: 10.1093/ehjci/jez205.
16. Pislaru C, Ionescu F, Alashry M, Petrescu I, Pellikka PA, Grogan M, et al. Myocardial Stiffness by Intrinsic Cardiac Elastography in Patients with Amyloidosis: Comparison with Chamber Stiffness and Global Longitudinal Strain. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(8):958-68. doi: 10.1016/j.echo.2019.04.418.
17. Caenen A, Bezy S, Petrescu A, Werner A, Voigt JU, D'hooge J, et al. Transmural Wave Speed Gradient may Distinguish Intrinsic Myocardial Stiffening from Preload-Induced Changes in Operational Stiffness in Shear Wave Elastography. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2023;70(1):259-70. doi: 10.1109/TBME.2022.3188441.
18. Malik A, Baranger J, Nguyen MB, Slorach C, Hui W, Lizardi JCV, et al. Impact of Ventricular Geometric Characteristics on Myocardial Stiffness Assessment using Shear-Wave Velocity in Healthy Children and Young Adults. *J Am Soc Echocardiogr*. 2023;36(8):849-57. doi: 10.1016/j.echo.2023.02.012.
19. Keijzer LBH, Strachinaru M, Bowen DJ, Caenen A, van Steen AFW, Verweij MD, et al. Parasternal Versus Apical View in Cardiac Natural Mechanical Wave Speed Measurements. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2020;67(8):1590-602. doi: 10.1109/TUFFC.2020.2978299.
20. Pernot M, Villemain O. In the Heart of Stiffness: are Natural Heart Vibrations Reliable Enough to Assess Myocardial Stiffness, the New Holy Grail in Echocardiography?. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(12):2399-401. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.012.



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

Explorando Complexidades no Diagnóstico Diferencial: Corda Tendínea Rota na Valva Aórtica

Exploring Complexities in Differential Diagnosis: Torn Chord Tendinea in the Aortic Valve

Alexandre Costa,^{1,2} Endy de Santana Alves,^{1,2} Priscila Pinheiro,^{1,2} Leonardo Flausino,^{1,2} Marcus Vinicius Freire,^{1,2} Rodrigo Vieira Morel^{1,2}

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

Instituto D'or de pesquisa e educação (IDOR),² Salvador, BA – Brasil

Introdução

A prevalência de corda anômala na valva aórtica é rara na prática clínica.¹ Essas anomalias, embora pouco comuns, podem ter implicações clínicas significativas, incluindo insuficiência valvar, arritmias e/ou risco embólico. O diagnóstico preciso e o entendimento de sua fisiopatologia são fundamentais para o manejo adequado do paciente.

A natureza pouco comum das cordas anômalas na valva aórtica significa que sua presença pode muitas vezes passar despercebida ou ser erroneamente diagnosticada. A literatura médica apresenta escassos relatos sobre essas estruturas de provável origem embrionária, deixando lacunas no conhecimento clínico.² Além disso, pela sua capacidade de influenciar a hemodinâmica cardíaca e seu potencial para complicar quadros clínicos, é essencial que se amplie a compreensão sobre sua incidência, manifestações clínicas e melhores práticas de manejo.

Caso Clínico

Paciente de 59 anos, sexo feminino, com antecedente de doença do refluxo gastroesofágico (DRGE). Compareceu, à consulta ambulatorial com cardiologista referindo dispnéia aos grandes esforços e perda de peso não intencional (cerca de 10 quilos) em 6 meses. Negou outros sintomas cardiovasculares e febre, sem estigmas infecciosos. Exame físico sem alterações; entretanto, durante a avaliação odontológica, notou-se comprometimento da higiene oral e a presença de sinais de infecção com abscesso em uma unidade dentária. Na investigação inicial, o ecocardiograma transtorácico (ETT) revelou cavidades cardíacas com dimensões normais (volume do átrio esquerdo: 25mL/m², diâmetro diastólico 48mm, diâmetro sistólico 30mm, volume diastólico final 107mL) refluxos valvares mitral e tricúspide discretos, função diastólica

normal (E/e': 06), contratilidade miocárdica e função sistólica biventricular preservada (FEVE: 67%, estimada através do método de Simpson). Além disso, identificou-se uma lesão filamentar na valva aórtica em sua face ventricular. Essa lesão, caracteristicamente móvel, apresentava dimensões aproximadas de 11mm. Dada a relevância clínica dessa observação e a potencial implicação de endocardite ou outras patologias cardíacas, procedeu-se com a coleta de hemoculturas para identificar possíveis agentes infecciosos.

O ecocardiograma transesofágico (ETE) avaliou a lesão na valva aórtica com maior precisão, identificando sinais incipientes de degeneração com refluxo mínimo. Adicionalmente, foi detectada uma imagem de aspecto serpiginoso, com diâmetro máximo de até 21 mm (Figuras 1 e 2), aderida à face ventricular da válvula não coronariana, sugestiva de vegetação.

Além da avaliação dos marcadores inflamatórios e da busca por focos infecciosos, foi conduzido um rastreio complementar para a investigação de doenças autoimunes. Os testes realizados, que incluíram anticoagulante lúpico, fator reumatoide, anticorpos anti-Beta-2 glicoproteína, fator antinuclear (FAN), anti-Sm, anti-RNA e anti-DNA, retornaram todos dentro dos parâmetros normais, não indicando atividade de doenças autoimunes. O leucograma evidenciou 5,82mil/mm³, Proteína C-Reativa (PCR) – 5,2mg/L; valor de referência (VR): < 10mg/dL – e a procalcitonina mantiveram-se em níveis normais (0,05ng/mL; VR : < 0,5ng/mL). O NT-proBNP estava em um patamar que descarta insuficiência cardíaca aguda (136pg/mL; VR: < 450pg/mL). A hemoglobina e os hematócritos estavam levemente reduzidos (12.0g/dL e 36.4%, respectivamente), indicando anemia leve, mas a função renal foi confirmada como normal (Ureia 30mg/dL, Creatinina 0,92mg/dL). Em paralelo à investigação infecciosa e imunológica, foi realizada uma avaliação complementar com tomografia de tórax, seios da face e abdome, sem alterações significativas, bem como mamografia de rastreio anual, realizada anteriormente à internação, sem achados relevantes.

A equipe de cirurgia cardiovascular foi consultada e, no *Heart Team*, discutiu-se a abordagem terapêutica: tratamento clínico versus cirúrgico. A paciente permaneceu afebril e estável durante o período de internação, com hemoculturas negativas. Iniciou-se antibioticoterapia empírica (1º esquema: ceftriaxona associada a oxacilina e gentamicina, sendo posteriormente alterada para o 2º esquema, com daptomicina associada a ceftriaxona).

Após 6 semanas de tratamento clínico, durante as quais não houve redução da lesão ou melhora sintomática, e

Palavras-chave

Valva Aórtica; Doenças das Valvas Cardíacas; Diagnóstico por Imagem; Procedimentos Cirúrgicos Cardíacos

Correspondência: Alexandre Costa •

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

E-mail: alexandrecoastahr@gmail.com

Artigo recebido em 19/10/2023; revisado em 10/11/2023; aceito em 13/11/2023

Editor responsável pela revisão: Marco Lofrano-Alves

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230084>

considerando a extensão significativa da lesão com um grande componente móvel na via de saída do ventrículo esquerdo, a equipe médica decidiu, conjuntamente com a paciente, pela intervenção cirúrgica. Essa decisão foi fundamentada pelo potencial risco de embolização, tendo em vista a mobilidade e localização da lesão, que aumentavam substancialmente a possibilidade de eventos embólicos graves. O manejo clínico prolongado, sem evidências de regressão da lesão, reforçou a necessidade de uma resolução mais definitiva para atenuar os riscos associados e promover uma recuperação mais efetiva.

No intraoperatório, uma lesão de 5 cm sugestiva de corda tendínea foi identificada e removida (Figura 1). A avaliação anatomopatológica confirmou tecido valvar, e a cultura foi negativa. Sete dias após a cirurgia, a paciente recebeu alta hospitalar, apresentando melhora subsequente dos sintomas e, em reavaliação com ETT, manteve função sistólica biventricular e insuficiência aórtica mínima, sem lesões residuais.

Discussão

As cordas tendíneas da valva aórtica, também chamadas de “strands” fibrosos, formadas entre a valva aórtica e as demais estruturas cardíacas, são remanescentes embrionários do processo de formação das válvulas.^{3,4} Em termos de diagnóstico, há descrições de sua associação com eventos embólicos ou endocardite, embora a sua relevância clínica ainda seja objeto de debate. Portanto, uma avaliação cuidadosa e um acompanhamento clínico rigoroso são recomendados quando tais estruturas são identificadas.^{5,6}

Embora essa alteração congênita seja uma observação rara em exames de imagem, sua identificação é de fundamental importância, pois, em alguns casos, podem estar associadas a complicações.^{3,4} Dentre essas, podemos considerar a possibilidade de surgimento de eventos embólicos e regurgitações aórticas progressivas, incluindo sinais de ectasia dos segmentos aórticos proximais e/ou consequente hipertrofia ventricular esquerda excêntrica por sobrecarga volumétrica.

As cordas tendíneas aórticas anômalas podem estar associadas a lesões valvares e manifestar-se tanto em acometimentos crônicos, com cordão íntegro, quanto em quadros agudos de insuficiência aórtica devido à sua ruptura. Essa ruptura, seja espontânea ou resultante de trauma, isquemia ou degeneração senil, pode originar uma imagem filamentar móvel nos exames, complicando o diagnóstico diferencial com trombos ou vegetações, conforme demonstrado no caso clínico em questão.⁵

A alteração de fluxo gerada pela presença de corda tendínea em posição anômala pode alterar a expressão fenotípica das células endocárdicas da via de saída do ventrículo esquerdo, resultando em lesões fibroproliferativas e que podem aumentar a incidência de complicações cardíacas.¹ Além disso, essa anomalia tendínea também pode levar à formação de um gradiente na via de saída do ventrículo esquerdo, resultando até mesmo em quadros de estenose subvalvar aórtica.⁴

Durante a abordagem cirúrgica intraoperatória, foi possível identificar detalhadamente os sítios específicos de inserção da corda tendínea anômala (Figura 2), localizados no septo interventricular, na região da janela mitro aórtica e, adicionalmente, no nódulo de Arantius pertencente à válvula coronariana direita. Notavelmente, a corda associada a esse último sítio encontrava-se rompida, o que determinou o achado correlacionado com o ETT (Figuras 3 e 4).

A detecção de uma corda tendínea anômala na valva aórtica, especialmente quando se considera o paciente em questão, ressalta a complexidade e os desafios diagnósticos enfrentados na prática clínica. No presente caso, a lesão extremamente móvel observada na via de saída do ventrículo esquerdo introduziu um cenário diagnóstico ambíguo, onde a possibilidade de endocardite surgiu como um diagnóstico diferencial. Este caso destaca a importância de um entendimento aprofundado e de uma abordagem metódica na avaliação de tais anomalias, garantindo assim a precisão diagnóstica e o manejo clínico apropriado.

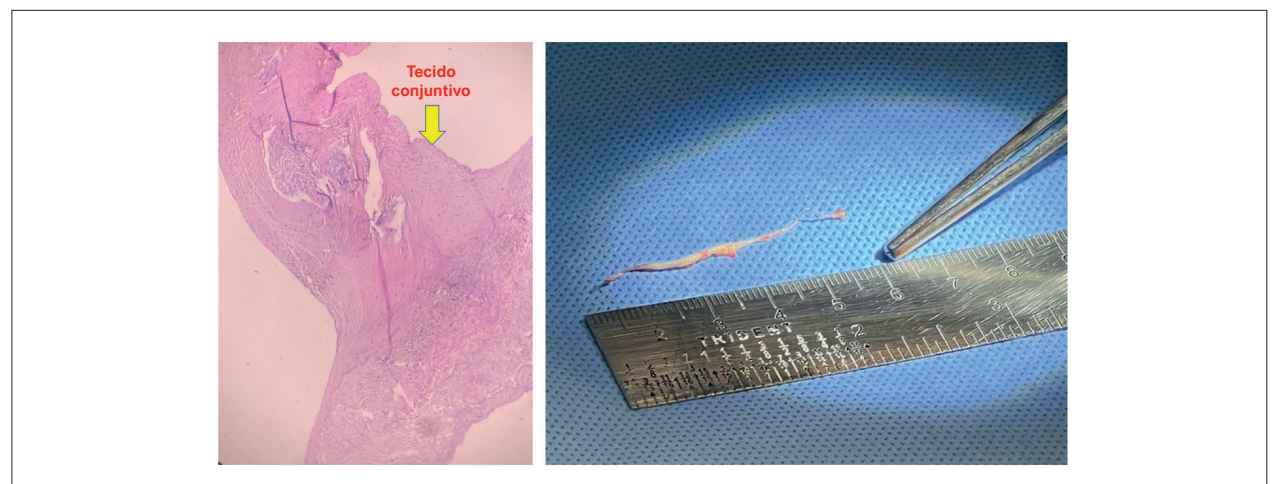


Figura 1 – À esquerda, corte histológico com tecido conjuntivo característico de tecido valvar com presença de áreas mixomatosas de permeio. À direita, imagem anatômica da peça após exérese da lesão.

Relato de Caso

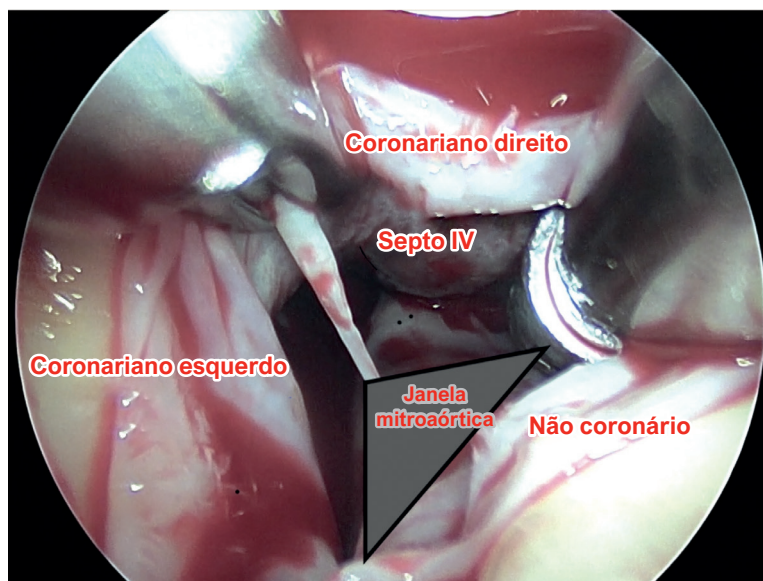


Figura 2 – Visão do cirurgião através da videotoracoscopia em cirurgia minimamente invasiva: após aortotomia transversa e suspensão dos folhetos da válvula aórtica. É identificada corda anômala em via de saída do ventrículo esquerdo com extremidades fixas no septo interventricular e Fibrosa Mitroaórtica (FIMA).

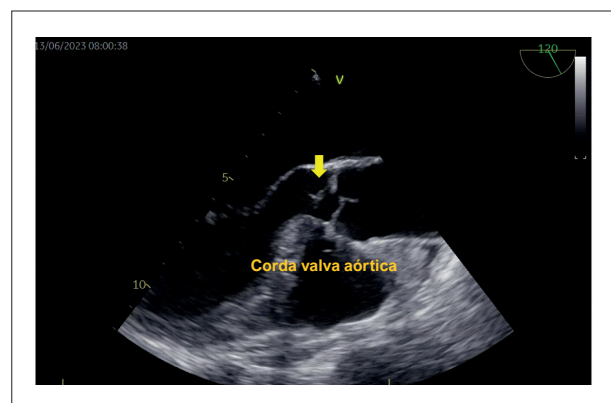


Figura 3 – ETE a 120°, evidenciando lesão filamentar relacionada à face ventricular da válvula aórtica, acentuadamente móvel e medindo até 21mm.

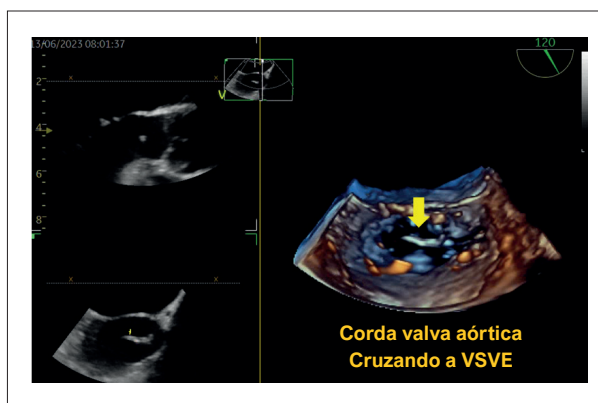


Figura 4 – ETE 3D, em modo 4D Zoom, com visualização a partir da visão ventricular, evidenciando lesão filamentar cruzando a via de saída do ventrículo esquerdo.

Conclusão

A presença de corda tendínea na válvula aórtica, embora muitas vezes sub-diagnosticada, pode ter implicações significativas na hemodinâmica cardíaca. Em particular, quando essa corda tendínea apresenta-se rota com grande componente de mobilidade, pode ser confundida com vegetação, comumente associadas a endocardites, introduzindo complexidade ao diagnóstico diferencial.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Costa A; obtenção de dados: Costa A, Alves ES, Pinheiro P, Flausino L; análise e interpretação dos dados: Freire MV; redação do manuscrito: Costa A, Freire MV, Pinheiro P; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Morel RV.

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. Geindreau D, Pabari P, Cole G, Anderson J, Gopalan D, Ariff B. Aortic Valve Chordae Tendineae Causing Aortic Insufficiency and Mimicking an Aortic Root Dissection Flap. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2018;12(4):e11-2. doi: 10.1016/j.jcct.2018.03.005.
2. Saxon CE, Genders TSS, Quaife RA, Chen SJ, Burke JM, McGuinn EM. Aortic Valve Chordae Tendineae: a Rare Cause of Aortic Stenosis. *Radiol Case Rep*. 2022;18(1):1-3. doi: 10.1016/j.radcr.2022.09.099.
3. Wei X, Zhou W, Feng Y, Chen M. Special Aortic Chordae Tendineae Strand Causing Severe Aortic Regurgitation Treated by Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14(19):e267-9. doi: 10.1016/j.jcin.2021.07.035.
4. Yuan S, Mou R, Sun X, Mou Y. Aortic Chordae Tendineae Strands with Significant Aortic Regurgitation. *Int Heart J*. 2021;62(5):1160-3. doi: 10.1536/ihj.21-131.
5. Ali JM, Weir-McCall JR, Ng CY. Acute Aortic Regurgitation Due to Fibrous Strand Rupture. *J Card Surg*. 2022;37(9):2862-3. doi: 10.1111/jocs.16679.
6. Vowels TJ, Gonzalez-Stawinski GV, Ko JM, Trachiotis GD, Roberts BJ, Roberts CS, et al. Anomalous Cord from the Raphe of a Congenitally Bicuspid Aortic Valve to the Aortic Wall Producing Either Acute or Chronic Aortic Regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(2):153-7. doi: 10.1016/j.jacc.2013.09.030.



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

Síndrome de Takotsubo Após Reparo Percutâneo da Valva Mitral com Mitraclip®: Relato de Caso

Takotsubo Syndrome After Percutaneous Mitral Valve Repair With Mitraclip®: A Case Report

Anna Luiza Souza,¹ Maurício Lopes Prudente,¹ Débora Rodrigues,¹ Ana Cecília Campos Nogueira,¹ Giulliano Gardenghi¹

Hospital ENCORE,¹ Aparecida de Goiânia, GO – Brasil

Introdução

A síndrome de Takotsubo (STT), também conhecida como cardiomiopatia de estresse ou síndrome do coração partido, é uma condição cuja fisiopatologia não é bem estabelecida, mas que decorre de múltiplos fatores que agem em sinergia num contexto de percepção de estresse e resposta cardiocirculatória.¹ A doença foi primeiro descrita em 1990, e sabe-se que o aumento desproporcional e excessivo das catecolaminas séricas desempenha um papel central na sua patogênese ao favorecer o surgimento de complicações. Embora rara, a STT merece atenção pelo risco inerente de descompensação da função cardíaca.^{2,3}

Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 83 anos, foi encaminhado para correção eletiva da valva mitral após múltiplas internações por descompensação cardíaca, caracterizada principalmente por dispneia em repouso (classe funcional [CF] da New York Heart Association [NYHA] IV). O paciente apresentava regurgitação mitral (RM) de grau importante devido a rotura parcial das cordas pré-tendíneas do folheto posterior (segmento P2) e degeneração mixomatosa discreta, conforme ilustra a Figura 1. Após discussão com o *Heart Team*, por tratar-se de idoso frágil, foi indicado reparo percutâneo da valva mitral com implante de Mitraclip®.

O paciente apresentava como antecedentes patológicos hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, fibrilação atrial crônica em uso de anticoagulante oral, hipertensão pulmonar com pressão sistólica da artéria pulmonar de 52 mmHg e transtorno de ansiedade. Além disso, foi detectada doença coronariana no cateterismo pré-operatório, seguido de angioplastia transluminal percutânea do terço proximal da artéria descendente anterior (DA) após evidenciar-se lesão tipo A (70%), com implante de stent (Figura 2).

Palavras-chave

Síndrome de Takotsubo; Insuficiência da Valva Mitral; Relatos de Casos.

Correspondência: Anna Luiza Souza •

Hospital Encore. Rua Gurupi, R. 109 06/08 S/N, quadra 25. CEP: 74.823-470. Vila Brasília, Goiânia, GO – Brasil

E-mail: annaluiza.med28@gmail.com

Artigo recebido em 31/10/2023; revisado em 08/11/2023; aceito em 10/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230094>

Para implante percutâneo do Mitraclip®, foi realizado acesso venoso femoral direito. Após punção transeptal guiada por ecocardiograma transesofágico 3D, cruzamos o septo com o dispositivo. Foram utilizados dois clips: o primeiro foi posicionado no segmento A2-P2, e o segundo lateral ao primeiro (Figura 3). Ao final, foi verificada RM discreta com gradiente transmitral (GTM) médio de 5,8 mmHg no orifício com o maior GTM. O procedimento foi realizado sem intercorrências.

No terceiro dia de pós-operatório (DPO), o paciente evoluiu com *delirium* hiperativo, dispneia exigindo suplementação de oxigênio e dorsoalgia torácica, em aperto, contínua, de forte intensidade e não irradiada. Ao exame físico, o paciente apresentou confusão, palidez cutaneomucosa, diaforese, taquipneia e saturação de oxigênio de 98% em cateter nasal de oxigênio a 2 lpm. Não foram identificados ruídos adventícios à ausculta respiratória. Além disso, apresentava pressão arterial de 150/70 mmHg e frequência cardíaca de 109 bpm, com ritmo cardíaco irregular. Os pulsos periféricos dos quatro membros eram palpáveis e simétricos.

O eletrocardiograma (ECG) mostrou inversão de onda T simétrica e apiculada na parede anterolateral, e os exames laboratoriais evidenciaram nível elevado de troponina ultrasensível (73,8 ng/mL; valor de referência < 14 ng/mL). Esses achados foram sugestivos de síndrome coronariana aguda (SCA) sem supra ST.

O ecocardiograma transtorácico (ETT) evidenciou redução significativa da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) – de 51% para 25% (Simpson) –, além de hipocinesia apical importante e na região média das paredes anterior, anterosseptal e anterolateral.

Diante dos exames complementares, foi realizada cineangiogramia coronariografia de urgência, que descartou lesões coronarianas significativas e evidenciou stent pérvio na artéria DA, porém com aumento do volume sistólico por extensa acinesia anterior, inferior e apical, poupando apenas as bases na ventriculografia (Figura 4).

Devido à ausência de lesões trombóticas na angiografia, a conduta médica consistiu em manter o paciente internado e em tratamento clínico. No quarto DPO, o paciente cursou com queda significativa de troponina para 24,3 ng/mL. Evoluiu com melhora clínica e recebeu alta hospitalar.

Após 1 ano da intervenção, o paciente apresentava-se clinicamente bem, em CF da NYHA II. O ETT de controle demonstrou recuperação da FEVE para 61% (Simpson), RM de grau moderado e estenose discreta (GTM 4,0 mmHg e gradiente de pico (Gp) 17,0 mmHg), sem alteração da contratilidade segmentar nas paredes do VE (Figura 5).

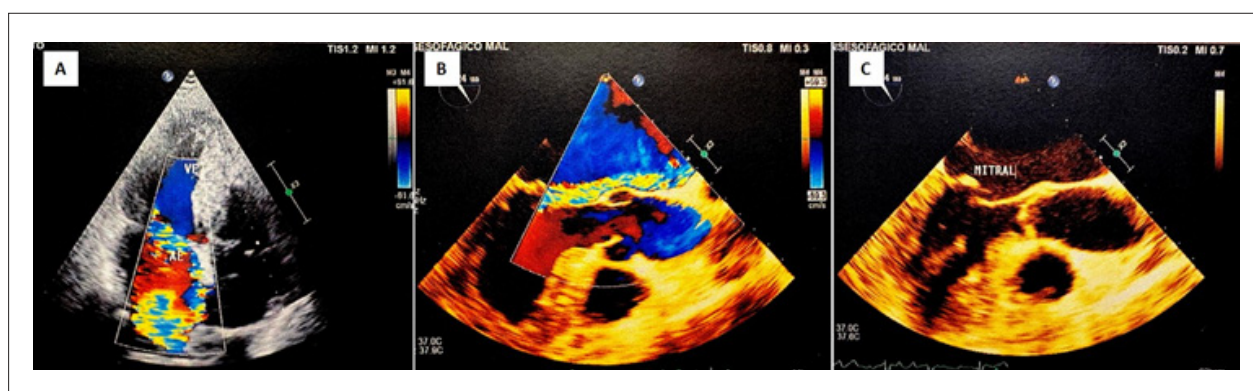


Figura 1 – Ecocardiograma transesofágico pré-operatório. (A) e (B): RM excêntrica de grau importante. (C): Prolapso da valva mitral com degeneração mixomatosa e rotura parcial de cordoalhas (flail) do folheto posterior (segmento P2).

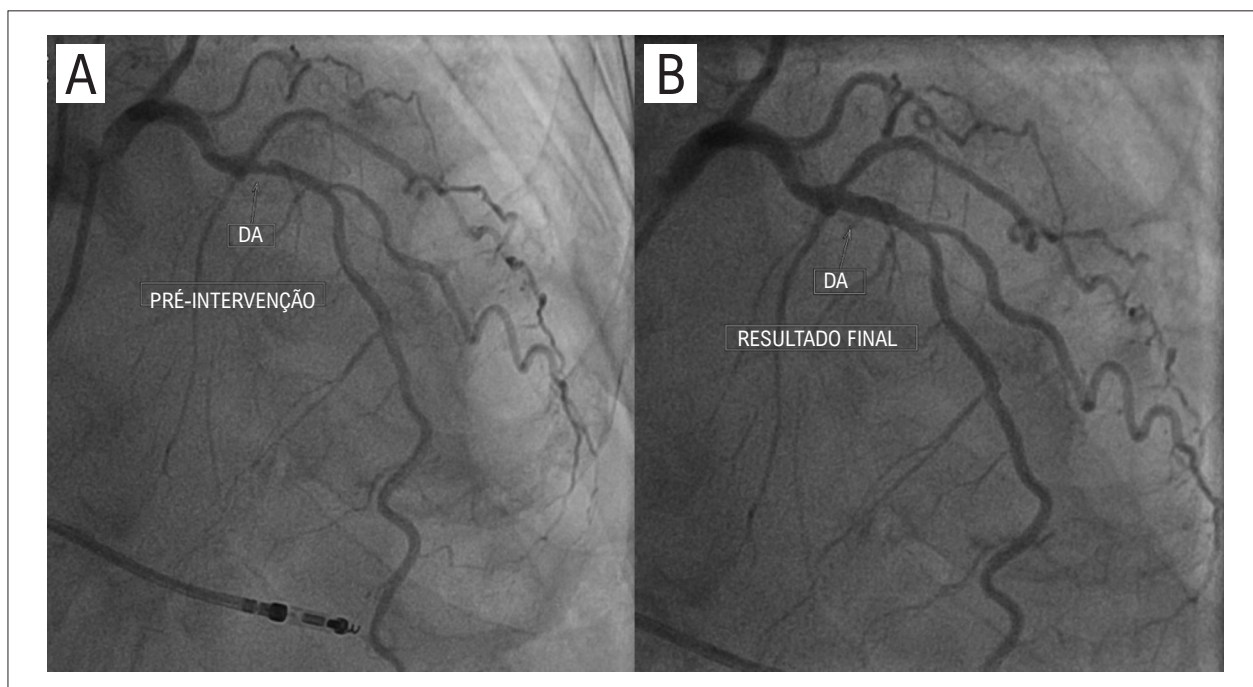


Figura 2 – Cineangiogramia coronária. (A): Lesão tipo A (70%) no terço proximal da artéria DA. (B): Angioplastia da artéria DA com tent eluidor de everolimus (3,0 x 8,0 mm).

Diante do quadro exposto, foi levantada a hipótese diagnóstica de STT secundária à implantação de Mitraclip®, caracterizada por alterações dinâmicas no ECG e na ecocardiografia, elevação dos marcadores de necrose miocárdica, “balonização” apical e hipercinesia dos segmentos basais na ventriculografia, sem evidência de obstrução arterial coronariana à cineangiogramia apesar de implante recente de stent em artéria DA, em um contexto de estresse pós-operatório.

Discussão

Neste caso, o que chama a atenção é a correlação presumida entre STT secundária à implantação percutânea

do Mitraclip® e correção da RM em um paciente do sexo masculino com idade avançada, de muito alto risco cardiovascular.

Estudos mostram que as catecolaminas desempenham um papel central na patogênese da STT.² Além disso, outros aspectos que podem estar relacionados à síndrome incluem disfunção endotelial macro e microvascular, vasoespasmos e sobrecarga de cálcio nos miócitos, os quais promovem distúrbios da contração e da função ventricular, afetando, em sua maioria, mulheres na pós-menopausa.^{1,3}

Habitualmente, as características clínicas são semelhantes às da SCA. Os pacientes cursam com dor torácica, dispnéia, insuficiência cardíaca aguda, alterações no ECG (como supra ou infradesnívelamento do segmento ST ou inversão de onda

Relato de Caso

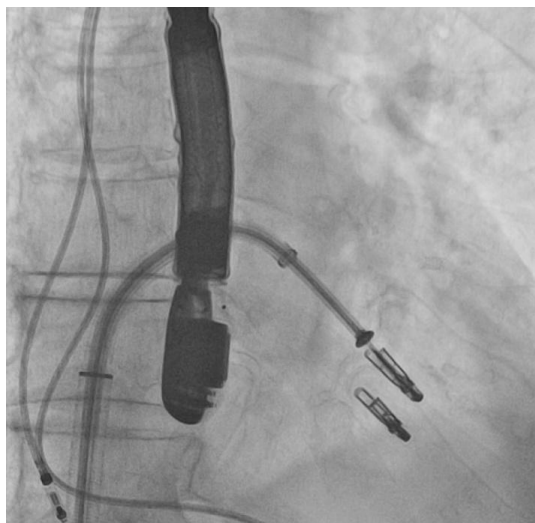


Figura 3 – Implante percutâneo de dois Mitraclip® NT.

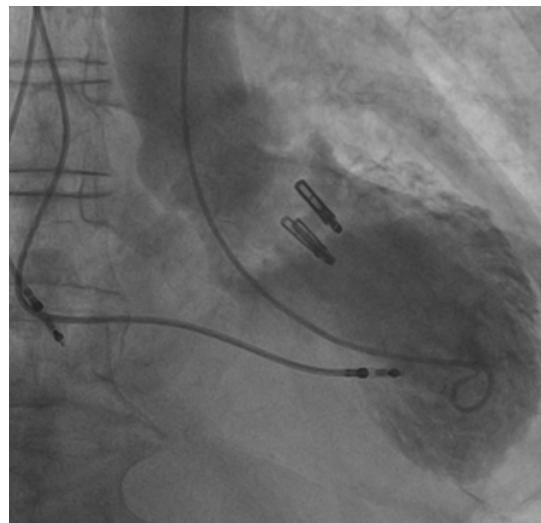


Figura 4 – Ventriculografia em sístole no terceiro DPO de implante de Mitraclip®

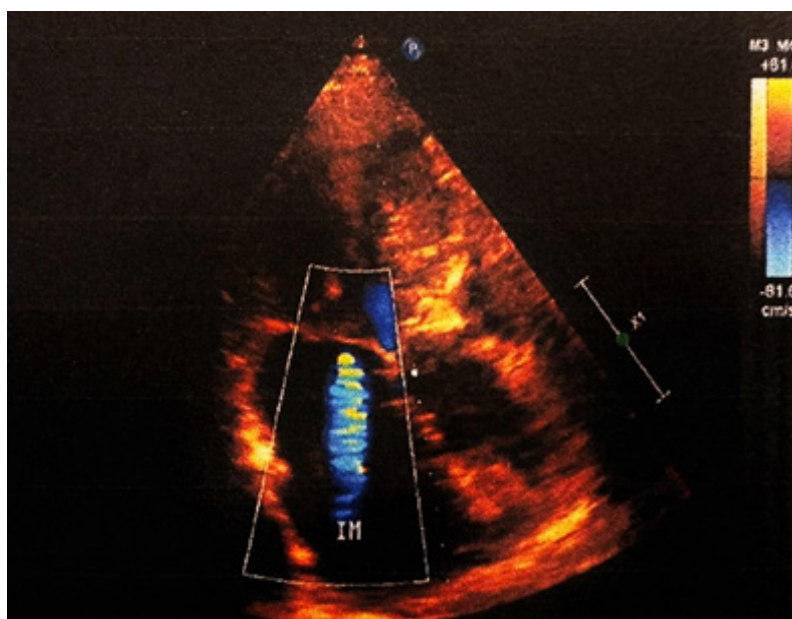


Figura 5 – ETT 1 ano após implantação do Mitraclip® evidenciando insuficiência mitral de grau moderado.

T) e aumento de troponina sérica. Entretanto, esses pacientes não apresentam curva de troponina, como seria esperado nos casos de infarto agudo do miocárdio (IAM), nem lesões obstrutivas que justifiquem o déficit agudo de contratilidade observado na STT. Embora rara, a STT é um diagnóstico diferencial de SCA, podendo ser subdiagnosticada devido à maior prevalência de IAM por coronariopatia obstrutiva aterosclerótica na população geral.¹⁻⁴

A angiografia de coronárias com ventriculografia é considerada o padrão-ouro para o diagnóstico, sendo observada

acinesia do ápice do VE com contratilidade preservada na base, conferindo aspecto de balão em suas porções apicais (“balonismo apical”), sem lesões obstrutivas coronarianas.¹

O tratamento dessa cardiomiopatia envolve medidas de suporte clínico. A maioria dos casos evolui com remissão espontânea e completa das alterações dentro de dias ou semanas. Porém, a fase aguda da doença pode ser grave, sendo decorrente de complicações como choque cardiogênico, arritmias e parada cardíaca, com alta morbidade e mortalidade nesses casos.^{1,3}

Do ponto de vista epidemiológico, a STT é um evento extremamente raro. Após extensa busca, encontramos na literatura apenas um relato de STT associada ao MitraClip®, publicado em 2020. O caso ocorreu nos Estados Unidos e apresentou características epidemiológicas semelhantes às do nosso relato, em paciente idoso do sexo masculino com desfecho clínico favorável.⁵ Um outro estudo também descreveu um caso de STT, em paciente do sexo feminino, a qual foi submetida a cirurgia aberta para correção de RM grave ocasionada por reação adversa a infusão de protamina.⁶

O procedimento de implantação de MitraClip® é menos invasivo do que a troca valvar por toracotomia para o tratamento de RM grave. É considerado eficaz e seguro em pacientes refratários ao tratamento clínico, com ótimos resultados reportados pelo estudo COAPT e seu seguimento de 5 anos, além de ser um tratamento alternativo para aqueles com risco cirúrgico alto ou com contraindicação para cirurgia.^{4,7,8} Apesar de menos invasiva, a técnica percutânea é também capaz de induzir a liberação de catecolaminas pelo estresse físico e emocional, assim como a cirurgia aberta e a própria hospitalização.² Este caso reforça que a STT é uma complicação potencial do reparo percutâneo da valva mitral com MitraClip®.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Souza AL, Prudente ML, Nogueira ACC, Gardenghi G obtenção de dados:

Souza AL; análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Souza AL, Prudente ML, Gardenghi G; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Souza AL, Prudente ML, Rodrigues D, Nogueira ACC, Gardenghi G.

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 CEP/HUGO sob o número de protocolo 85497418.2.0000.0033. 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. Lyon AR, Citro R, Schneider B, Morel O, Ghadri JR, Templin C, et al. Pathophysiology of Takotsubo Syndrome: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(7):902-21. doi: 10.1016/j.jacc.2020.10.060.
2. Gariboldi V, Jop B, Grisoli D, Jaussaud N, Kerbaul F, Collart F. Takotsubo Syndrome After Mitral Valve Replacement for Acute Endocarditis. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(3):e31-2. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.10.085.
3. Uribarri A, Núñez-Gil IJ, Conty DA, Vedia O, Almendro-Delia M, Duran Cambra A, et al. Short- and Long-Term Prognosis of Patients with Takotsubo Syndrome Based on Different Triggers: Importance of the Physical Nature. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(24):e013701. doi: 10.1161/JAHA.119.013701.
4. Bonow RO, O'Gara PT, Adams DH, Badhwar V, Bavaria JE, Elmariah S, et al. 2020 Focused Update of the 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the Management of Mitral Regurgitation: a Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(17):2236-70. doi: 10.1016/j.jacc.2020.02.005.
5. Nomura T, Munehisa Y, Nakashima M, Matsumoto T. Takotsubo Syndrome Following MitraClip Procedure. *Eur Heart J Case Rep*. 2020;4(6):1-2. doi: 10.1093/ehjcr/ytac384.
6. Li S, Koerner MM, El-Banayosy A, Soleimani B, Pae WE, Leuenberger UA. Takotsubo's Syndrome After Mitral Valve Repair and Rescue with Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(5):1777-8. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.08.032.
7. Sorajja P, Cavalcante JL, Gössl M. The Need for Transcatheter Mitral Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(11):1247-9. doi: 10.1016/j.jacc.2018.11.062.
8. Stone GW, Abraham WT, Lindenfeld J, Kar S, Grayburn PA, Lim DS, et al. Five-Year Follow-Up After Transcatheter Repair of Secondary Mitral Regurgitation. *N Engl J Med*. 2023;388(22):2037-48. doi: 10.1056/NEJMoa2300213.



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

A Importância da Multimodalidade de Imagem no Diagnóstico de um Raro Caso de Fibroelastoma Papilar no Ápice do Ventrículo Esquerdo

The Importance of Imaging Multimodality in the Diagnosis of a Rare Case of Papillary Fibroelastoma in the Left Ventricular Apex

Marcio Mendes Pereira,¹ Vinícius José da Silva Nina,¹ José Xavier de Melo Filho,¹ Rodrigo de Jesus Louzeiro Melo,¹ Marco Túlio Hercos Juliano,¹ Luma Sayonara Martins Pereira¹

UDI Hospital/IDOR, Ecocardiografia,¹ São Luis, MA – Brasil

Introdução

O fibroelastoma papilar (FP) é uma neoplasia cardíaca primária rara, benigna, inicialmente descrita como achado incidental em autópsias ou cirurgias e ocupa o terceiro lugar entre tumores cardíacos mais frequentes. Acomete principalmente as valvas cardíacas, respondendo por 75% de todos os tumores dessa região e é frequentemente diagnosticado de forma incidental.¹

A sua apresentação clínica pode variar amplamente, abrangendo desde casos assintomáticos até situações em que ocorre embolização sistêmica causada por trombos aderidos, bem como da fragmentação do próprio tumor. Atualmente, o FP deixou de ser um tumor diagnosticado apenas em autópsias para ser detectado com as novas modalidades de imagens cardiovasculares, permitindo uma abordagem precoce e prevenindo complicações.²

Relatamos um caso clínico de uma paciente com FP localizado no ápice do ventrículo esquerdo, no qual o diagnóstico foi sugerido durante a realização de um ecocardiograma transtorácico. No presente relato, demonstramos a importância da multimodalidade de imagens cardiovasculares na identificação de tumores cardíacos primários como o FP. Além disso, foi abordada a importância dos diagnósticos diferenciais, aspectos propedêuticos e abordagem terapêutica do FP.

Relato do caso

Apresentamos o caso de uma paciente do sexo feminino, de 53 anos, com história prévia de ataque isquêmico transitório (AIT). O exame clínico foi normal e o eletrocardiograma, em ritmo sinusal. Em avaliação pré-operatória de deservação lombar foi solicitado ecocardiograma transtorácico (ETT), que

evidenciou uma massa ovalada, um pouco mais ecogênica que o miocárdio, homogênea, de superfície lisa, móvel, localizada no ápice do ventrículo esquerdo, podendo corresponder a trombo ou tumor (Figura 1). O ETT foi complementado com contraste ultrassonográfico para melhor caracterização da massa, sendo afastada a possibilidade de trombo, confirmando tratar-se de tumor apical, pedunculado, com distribuição homogênea do contraste, medindo 0,9 cm x 1,0 cm com pedúnculo de 0,6 cm de comprimento e 0,2 cm de espessura (Figura 2), sugestivo de FP. Posteriormente, foi realizada uma ressonância magnética cardíaca (RMC), que identificou uma massa homogênea pedunculada no ápice do ventrículo esquerdo, medindo 1,0 x 0,8 cm, isointensa em T1 e T2, sem saturação de gordura, sem perfusão de primeira passagem, exibindo realce tardio periférico “em halo periférico” (Figura 3), compatível com FP. A paciente foi submetida à cirurgia cardíaca, sendo identificada uma tumoração ovalada, pediculada, em ápice de ventrículo esquerdo (Figura 4). Após a realização da exérese cirúrgica da tumoração, o estudo histopatológico revelou que se tratava de uma neoplasia composta por feixes avasculares de conteúdo fibroelástico e revestimento endocárdico, consistente com o diagnóstico de FP.

Discussão

O diagnóstico e o tratamento das massas cardíacas são um verdadeiro desafio, embora sejam pouco encontrados na prática clínica.³ A incidência de tumores primários cardíacos é de aproximadamente de 0,017% a 0,20%, sendo que metade é mixomas e em torno de 75% são benignos.² O FP pode ser encontrado em diferentes regiões do coração, representando cerca de 10% de todos os tumores cardíacos. Normalmente, afeta as valvas cardíacas, sendo mais comum nas valvas do lado esquerdo do coração, especialmente na valva aórtica (29%) e na mitral (25%), em comparação com a valva pulmonar (13%) e a valva tricúspide (17%). No entanto, pode surgir em qualquer superfície endocárdica, inclusive em regiões não valvares,⁴ como observado no caso descrito.

A ocorrência do FP no ápice do ventrículo esquerdo é considerada extremamente rara. De acordo com um estudo conduzido por Sovic et al.⁵, no período de 1997 a 2018, apenas 13 casos de FP na região apical foram descritos na literatura médica.

Na maioria dos casos o tumor é único, pedunculado, avascular, possui tamanho médio de aproximadamente 1 cm de diâmetro, mas pode variar entre 0,2 e 4,6 cm,

Palavras-chave

Fibroelastoma Papilar Cardíaco; Neoplasias Cardíacas; Ataque Isquêmico Transitório

Correspondência: Marcio Mendes Pereira •
UDI Hospital, Ecocardiografia. Av. Prof. Carlos Cunha, 2000. CEP: 65076-820.
Jaracti, São Luis, MA – Brasil
E-mail: marciomp50@hotmail.com
Artigo recebido em 13/11/2023; revisado em 14/11/2023; aceito em 16/11/2023
Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230102>

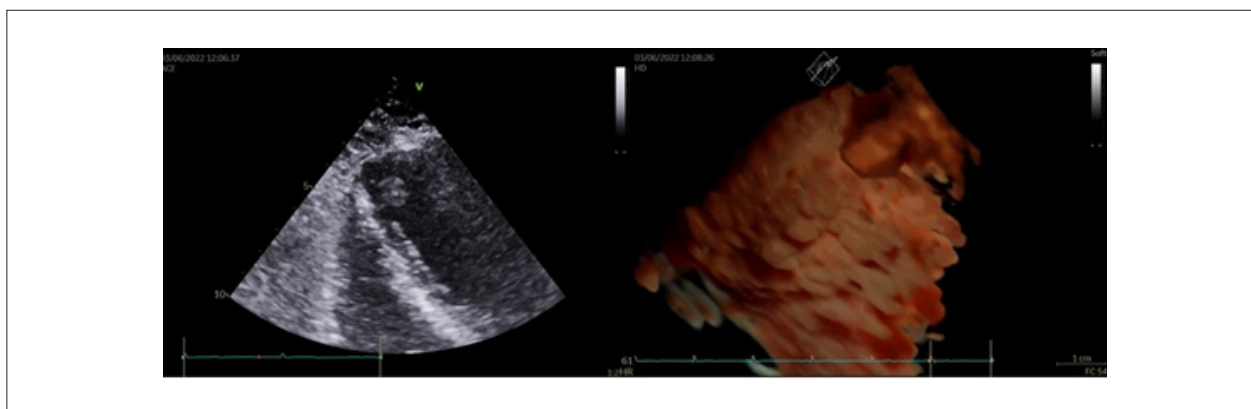


Figura 1 – Ecocardiograma transtorácico (EcoTT) bidimensional e tridimensional: identificada uma estrutura arredondada, um pouco mais ecogênica que o miocárdio, homogênea, medindo 1,2 x 1,2 cm, de superfície lisa, móvel, localizada no ápice do ventrículo esquerdo, aspecto aveludado, podendo corresponder a trombo ou tumor.

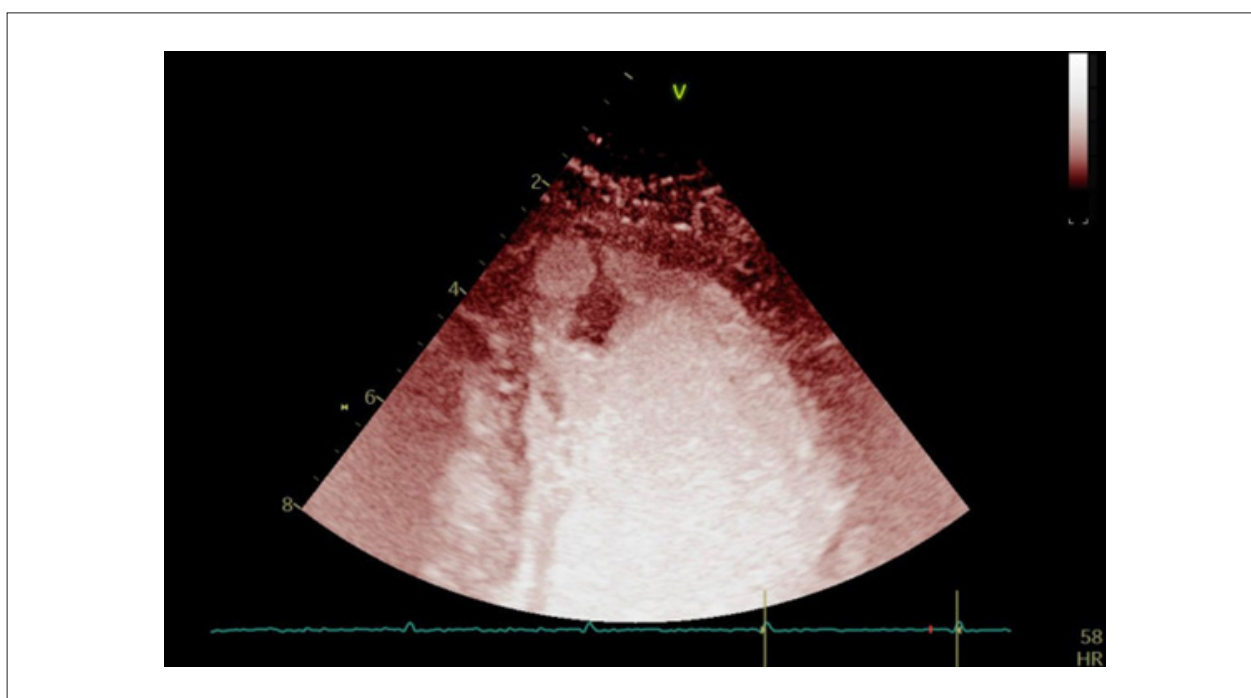


Figura 2 – Ecocardiograma com contraste, que evidenciou a presença de um tumor no ápice do ventrículo esquerdo, com características de benignidade, sugestivo de fibroelastoma papilar.

sendo anexado ao endocárdio por uma haste curta e fina. Microscopicamente, essa patologia consiste em um tecido conjuntivo avascular revestido por um endotélio, com aspecto semelhante à “anêmona-do-mar”.⁶

No estudo de Saleh et al.⁷ foram encontrados 14 pacientes com 18 lesões (idade média de $60,5 \pm 12,3$ anos) assemelhando-se à idade da paciente deste relato. Onze pacientes (79%) eram sintomáticos. A maioria das lesões era solitária e tinha diâmetro $\leq 1,5$ cm, metade envolvia o lado esquerdo do coração.

Geralmente, o FP é assintomático e, na maioria dos casos, é diagnosticado incidentalmente durante exames de imagem ou cirurgias por outras causas. A manifestação clínica ocorre

principalmente devido à embolização, frequentemente cerebrovascular. No caso relatado, a paciente apresentou um episódio prévio de ataque isquêmico transitório. O FP pode causar embolias periféricas e obstrução dos óstios coronarianos, podendo iniciar como infarto do miocárdio, principalmente na valva aórtica. O diagnóstico diferencial deve ser feito com coágulos, cálcio, vegetações ou outros corpos estranhos.⁸

Os pacientes sintomáticos ou com tumores pedunculados devem ser submetidos à ressecção cirúrgica como tratamento de escolha, visando à prevenção de fenômenos embólicos. Nos indivíduos assintomáticos, a cirurgia é controversa, sendo a mobilidade tumoral o fator determinante da intervenção

Relato de Caso

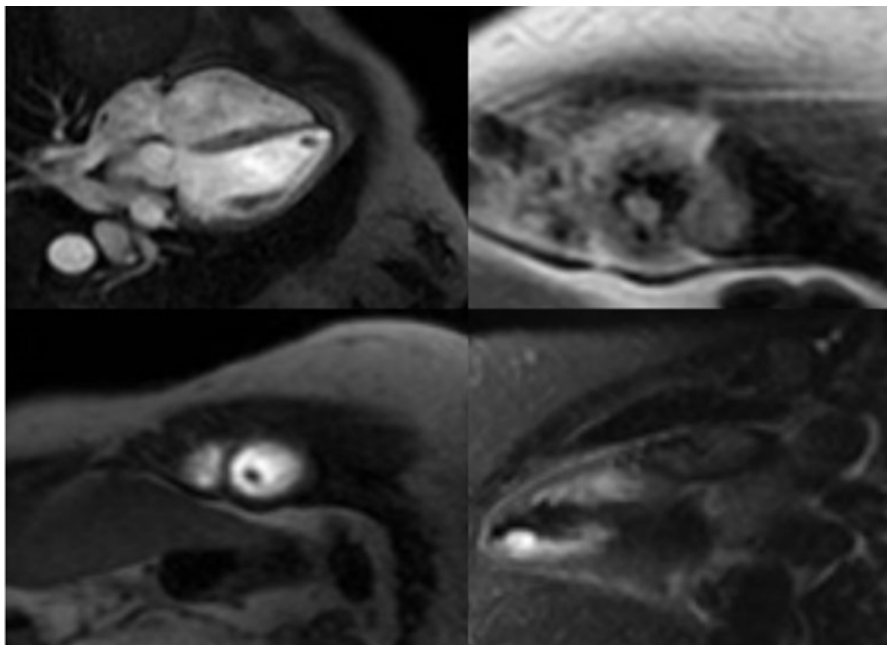


Figura 3 – Ressonância cardíaca apresentando uma massa homogênea pedunculada no ápice do ventrículo esquerdo, medindo 1,0 x 0,8 cm, isointensa em T1 e T2, sem saturação de gordura, sem perfusão de primeira passagem, exibindo realce tardio periférico “em halo periférico”

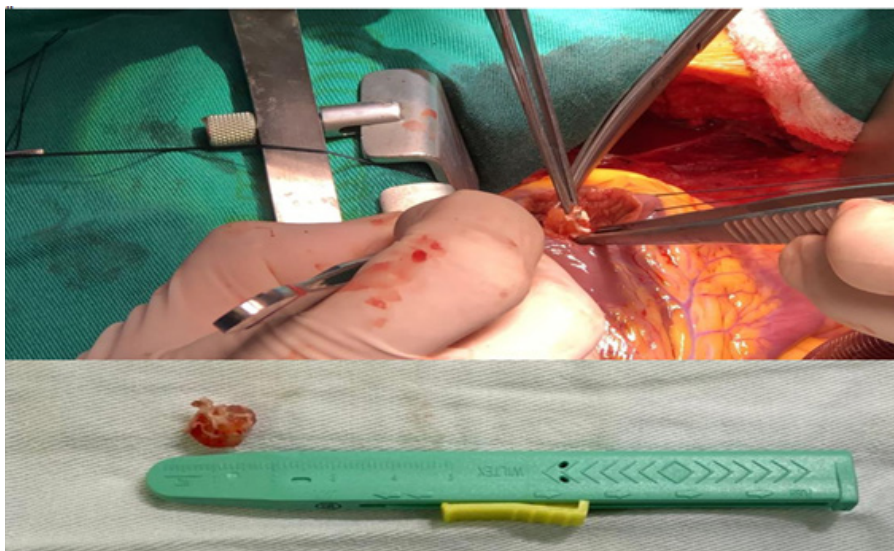


Figura 4 – Tumoração ovalada medindo 1,0 x 0,8 cm pediculada em ápice de ventrículo esquerdo

cirúrgica. Diante disso, os pacientes assintomáticos e com tumor não móvel podem ser acompanhados em avaliações clínicas periódicas. A recorrência é rara, sendo descrita em apenas alguns casos, destacando-se a relevância do acompanhamento com o ETT para identificação.^{2,9}

Os avanços nas técnicas de diagnóstico por imagem não invasivas têm desempenhado um papel fundamental na avaliação e identificação de um número crescente de tumores intracardíacos de forma mais rápida e efetiva, mesmo aqueles que são mal definidos e de tamanho reduzido. Entre essas

técnicas, o ETT se destaca como método não invasivo de maior acesso e elevada acurácia na detecção de tumores cardíacos, apresentando uma especificidade de 87,8% e uma sensibilidade de 88,9%.² O contraste ultrassonográfico possibilita uma melhor visualização das estruturas dentro da cavidade e a avaliação da respectiva vascularização. A diferença no fluxo sanguíneo em massas cardíacas pode ajudar a distinguir entre trombos ou tumores vasculares ou não vasculares por meio do padrão de distribuição do contraste.¹⁰ A RMC avalia características como morfologia, dimensões, localização, extensão, homogeneidade e presença de infiltração dos tecidos circundantes. Além disso, ela também analisa as características de sinal que podem auxiliar na caracterização histopatológica, como infiltração gordurosa, necrose, hemorragia, calcificação e vascularização.¹⁰

Conclusão

Este relato mostra que o FP no ápice do ventrículo esquerdo é raro, como evidenciado pela escassez de relatos na literatura médica. O diagnóstico geralmente é feito incidentalmente. Embora seja benigno e assintomático na maioria das vezes, é importante realizar diagnósticos diferenciais para escolher o tratamento adequado e prevenir complicações como eventos embólicos. As técnicas de diagnóstico por imagem cardiovascular não invasiva têm sido muito úteis na avaliação diagnóstica e desempenham um papel importante na identificação do FP. Este caso destaca a importância de usar diferentes modalidades de imagem para diagnosticar e planejar a cirurgia do FP.

Referências

1. Chung ES, Lee JH, Seo JK, Kim BG, Kim GS, Lee HY, et al. Early Surgical Intervention for Unusually Located Cardiac Fibroelastomas. *Yeungnam Univ J Med.* 2020;37(4):345-8. doi: 10.12701/yujm.2020.00556.
2. Rodrigues JD, Ferreira J, Almeida J, Campelo M, Maciel MJ, Pinho P. Cardiac Papillary Fibroelastoma: Report of a Surgical Series. *Rev Port Cardiol.* 2018;37(12):981-6. doi: 10.1016/j.repc.2018.02.011.
3. Gatti M, D'Angelo T, Muscogiuri G, Dell'Aversana S, Andreis A, Carisio A, et al. Cardiovascular Magnetic Resonance of Cardiac Tumors and Masses. *World J Cardiol.* 2021;13(11):628-49. doi: 10.4330/wjc.v13.i11.628.
4. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Torabi S, Dib B, Sabashnikov A, Mashhour A, et al. Surgery for Cardiac Papillary Fibroelastoma: A 12-Year Single Institution Experience. *Med Sci Monit Basic Res.* 2017;23:258-263. doi: 10.12659/msmbr.904881.
5. Sovic WR, Arunthamkun J, Lemieux A, Guileyardo JM. Papillary Fibroelastoma in the Left Ventricle. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2021;34(5):623-4. doi: 10.1080/08998280.2021.1914454.
6. Taha ME, Kumaresan J. Aortic Valve Papillary Fibroelastoma: A Sea Anemone in the Heart, A Case Report. *Cardiol Res.* 2019;10(6):378-81. doi: 10.14740/cr818.
7. Saleh WKA, Al Jabbari O, Ramlawi B, Reardon MJ. Cardiac Papillary Fibroelastoma: Single-Institution Experience with 14 Surgical Patients. *Tex Heart Inst J.* 2016;43(2):148-51. doi: 10.14503/THIJ-14-4889.
8. Logan N, Islam MS, Chughtai JZ, Murphy NF. An Atypical Cause of Myocardial Infarction: Case Report of an Obstructing Papillary Fibroelastoma of the Aortic Valve. *Eur Heart J Case Rep.* 2019;3(2):ytz058. doi: 10.1093/ehjcr/ytz058.
9. Popovic C, Yong MS, Saxena P, Yadav S. Papillary Fibroelastoma: A Unique Case of Distant Recurrence. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157(4):e125-e127. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.10.035.
10. Tyebally S, Chen D, Bhattacharyya S, Mughrabi A, Hussain Z, Manisty C, et al. Cardiac Tumors: JACC CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC CardioOncol.* 2020;2(2):293-311. doi: 10.1016/j.jacc.2020.05.009.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Pereira MM, Pereira LSM, Melo Filho JX; obtenção de dados: Pereira MM, Melo Filho JX, Juliano MTH; análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Pereira MM, Pereira LSM; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Pereira MM, Melo Filho JX, Juliano MTH, Melo RJL, Nina VJS; condução do paciente durante a internação: Juliano MTH; ressonância cardíaca: Melo RJL; tratamento cirúrgico: Nina VJS.

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 do trabalho de conclusão de curso de Luma Sayonara Martins Pereira pelo Programa de Residência Médica em Cardiologia do UDI Hospital.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital e Maternidade São Domingos sob o número de protocolo 6.482.701. 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.



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

Cisto Pericárdico Assintomático: Um Relato de Caso e Revisão Breve do Seu Manuseio

Asymptomatic Pericardial Cyst: A Case Report and Brief Review of its Management

Matheus Rodrigues Barbosa,¹ Henrique Turin Moreira,¹ Gustavo Jardim Volpe,¹ Danilo Tadao Wada,¹ Minna Moreira Dias Romano,¹ Andre Schmidt¹

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto,¹ Ribeirão Preto, SP – Brasil

Paciente do sexo feminino, 59 anos, portadora de hipertensão arterial sistêmica, *diabetes mellitus* e dislipidemia, foi encaminhada a um serviço terciário para investigação de tosse irritativa, não produtiva, surgida dois meses antes. Negou sintomas de refluxo ou empachamento pós-prandial, bem como congestão nasal ou sinais de rinite alérgica. Negou tabagismo, etilismo e contato com indivíduos com tuberculose e não relatou eventos pneumônicos prévios.

Fazia uso de losartana (50mg 12/12h), atenolol (25mg 12/12h), metformina (850mg 2x/dia) e sinvastatina (20mg à noite), além de 100mg de ácido acetilsalicílico diariamente no almoço.

Foi inicialmente medicada com maleato de dexclorfeniramina 2mg ao dia e foram solicitados exames complementares bioquímicos e radiografia simples de tórax. No retorno referiu melhora total dos sintomas respiratórios, exames bioquímicos apresentaram-se dentro dos limites de normalidade, mas a radiografia evidenciou uma massa na região anterior direita do tórax (Figura 1A), que passou a ser investigada.

Diante da suspeita de cisto ou neoplasia, solicitou-se uma tomografia computadorizada de tórax, que revelou uma lesão cística de contornos regulares localizada no seio cardiodiafragmático direito, em contato com a superfície pericárdica à direita (Figura 3A).

Em consulta com a cardiologia, a paciente apresentava-se assintomática e com exame clínico sem anormalidades, e verificou-se que as comorbidades apresentavam controle laboratorial adequado. Foram então solicitados um eletrocardiograma e um ecocardiograma transtorácico, sendo realizado apenas este último, que evidenciou cavidades com dimensões e função sistólica preservadas, mas com imagem hipoeocogênica no sulco atrioventricular direito de dimensões pouco precisas, aparentemente sem causar compressão cardíaca (Figura 2). A revisão de prontuário antigo indicou

que uma radiografia torácica feita 10 anos antes mostrava uma massa na mesma topografia e de dimensões menores (Figura 1B). Solicitou-se então o exame de ressonância magnética do coração, que revelou a presença de cisto pericárdico, localizado no mediastino anterior, medindo 8,8 x 3,6 x 7,4 cm (Figura 3B). Não foram observadas alterações significativas nas câmaras cardíacas e nas funções dos ventrículos esquerdo e direito. A paciente permanece em acompanhamento clínico semestral, sem sintomas, pelo período de um ano, em conduta expectante.

Discussão

O cisto pericárdico é uma entidade clínica incomum, com uma incidência estimada de 1/100.000 a 1/10.000 autópsias. Sua etiologia ainda não está completamente esclarecida, mas acredita-se que seja devido a um desenvolvimento anormal do pericárdio durante a embriogênese. Cabe diferenciar o cisto do divertículo pericárdico, que possivelmente apresentam a mesma origem mas, neste último, há comunicação com a cavidade pericárdica.¹ A maioria dos casos é assintomática, mesmo com grandes dimensões, sendo a lesão frequentemente descoberta incidentalmente durante exames de imagem ou cirurgias cardíacas. Quando sintomático, a apresentação clínica é variável e pode incluir sintomas cardiorrespiratórios, como dor torácica, dispneia,² tosse,³ morte súbita cardíaca ou sinais de tamponamento cardíaco.⁴

O diagnóstico de cisto pericárdico é inicialmente suspeitado pela realização incidental de uma radiografia de tórax, que evidencia a massa acolada à silhueta cardíaca. A dopplerecografiografia, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética cardíaca permitem confirmar o diagnóstico, notadamente as duas últimas.⁵ A radiografia de tórax pode revelar uma massa mediastinal ou uma área de densidade aumentada. A tomografia computadorizada e a ressonância magnética cardíaca oferecem informações mais detalhadas sobre a localização, o tamanho e as características do cisto. A ecocardiografia transtorácica pode ser útil na avaliação da função cardíaca e da presença de complicações relacionadas ao cisto, como compressão cardíaca. O diagnóstico diferencial deve incluir neoplasias e, mais raramente, cistos hidáticos migratórios, que podem ser únicos.⁶

A conduta no manejo do cisto pericárdico depende da presença ou ausência de sintomas, do tamanho do cisto, do comprometimento da função cardíaca e da presença de complicações, notadamente ruptura e hemorragia. Em

Palavras-chave

Pericárdio; Cisto Pericárdico; Relatos de Casos.

Correspondência: Andre Schmidt •

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Centro de Cardiologia. Av. Bandeirantes, 3900 CEP: 14048-900. Ribeirão Preto, SP – Brasil.

E-mail: aschmidt@fmrp.usp.br

Artigo recebido em 04/10/2023; revisado em 03/11/2023; aceito em 03/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230080>

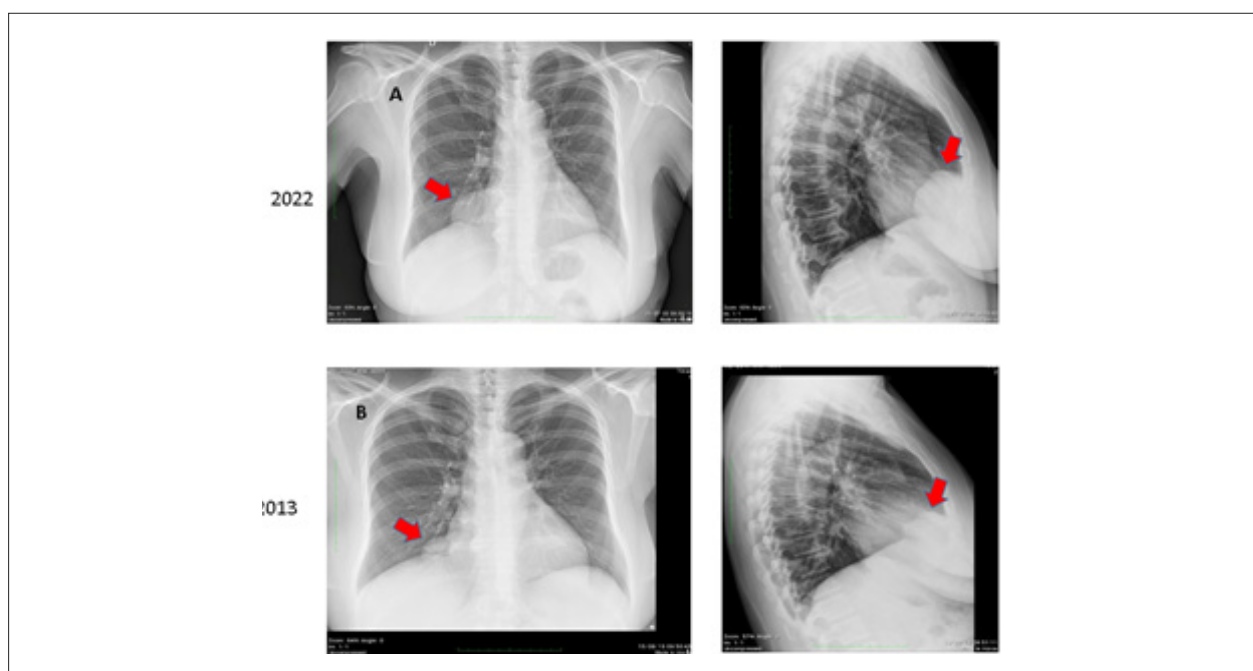


Figura 1 - Radiografias de tórax em pósterio-anterior e perfil, evidenciando o cisto pericárdico (setas) em 2013 (painel inferior) e em 2022 (painel superior).

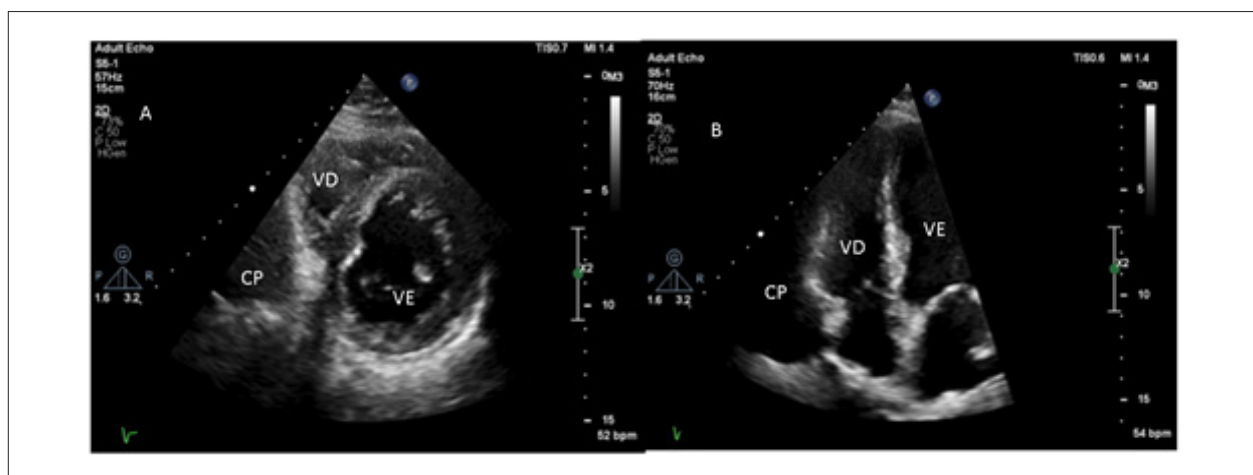


Figura 2 - Imagens do Dopplerecardiograma em eixo curto (painel esquerdo) e quatro câmaras (painel direito) mostrando o cisto pericárdico (CP) como área luminescente posterior ao ventrículo direito (VD). VE=Ventrículo esquerdo.

pacientes assintomáticos, a abordagem expectante com acompanhamento regular a cada um ou dois anos é uma opção segura e eficaz, evitando procedimentos invasivos desnecessários. Dados recentes sugerem que, na maioria dos casos, pode haver manutenção ou até diminuição do tamanho, ao contrário do que foi evidenciado neste caso.⁷

A intervenção cirúrgica é reservada para pacientes sintomáticos ou quando há complicações significativas, como compressão cardíaca ou tamponamento. Ainda que a cirurgia aberta seja a conduta mais utilizada, punções para drenagem e alívio e abordagens por toracoscopia com esclerose a base de álcool têm sido utilizadas.⁸

Conclusão

O cisto pericárdico é uma condição rara que pode ser assintomática e diagnosticada incidentalmente. A conduta expectante é uma opção válida em casos assintomáticos, com acompanhamento regular para detectar o desenvolvimento de sintomas ou complicações. A decisão de intervir cirurgicamente deve ser baseada em uma avaliação individualizada, considerando a presença de sintomas, o tamanho e a localização do cisto, a função cardíaca e o risco de complicações. É importante aumentar a conscientização sobre essa condição clínica, para garantir um diagnóstico adequado e o manejo apropriado dos pacientes. Estudos adicionais são

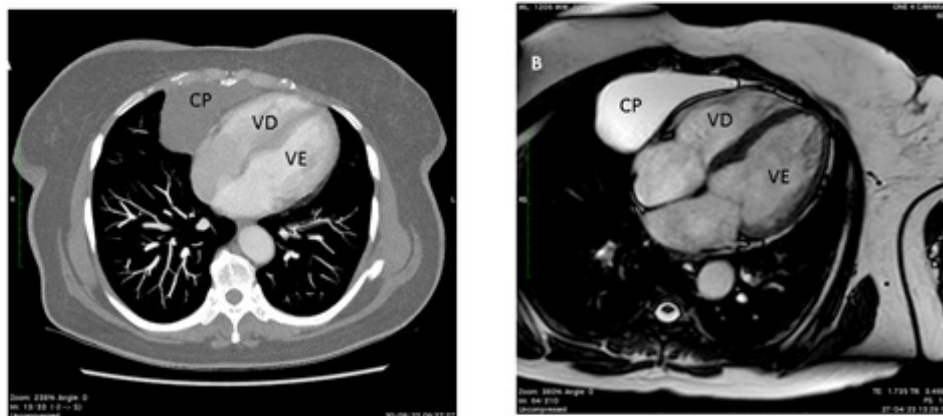


Figura 3 – Tomografia computadorizada de tórax (painel esquerdo) e ressonância magnética cardíaca (painel direito) em posição de quarto câmaras, mostrando o cisto pericárdico (CP) bem delimitado e homogêneo.

necessários para melhorar nossa compreensão da etiologia, fisiopatologia e abordagens de tratamento do cisto pericárdico.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Schmidt A; obtenção de dados: Volpe GJ, Wada DT; análise e interpretação dos dados: Barbosa MR, Moreira HT, Volpe GJ, Wada DT; redação do manuscrito: Barbosa MR, Schmidt A; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Moreira HT, Volpe GJ, Wada DT, Romano MMD, Schmidt A.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Referências

1. Tower-Rader A, Kwon D. Pericardial Masses, Cysts and Diverticula: a Comprehensive Review Using Multimodality Imaging. *Prog Cardiovasc Dis.* 2017;59(4):389-97. doi: 10.1016/j.pcad.2016.12.011.
2. Caramori JE, Miozzo L, Formighieri M, Barcellos C, Grando M, Trentin T. Dyspnea Through Compression of Mediastinal Structures Due to Pericardial Cyst. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(6):486-7. doi: 10.1590/s0066-782x2005000600010.
3. Lomborg ME, Wang Y, Albiniussen RR, Elpert FP. A Large Pericardial Cyst in the Left Cardiophrenic Causing Persistent Chest Pain and Cough: a Case Report. *Am J Case Rep.* 2022;23:e937785. doi: 10.12659/AJCR.937785.
4. Amr BS, Dalia T, Simmons A. Acute Cardiac Tamponade Secondary to Ruptured Pericardial Cyst: Case Report and Literature Review. *J Cardiol Cases.* 2018;18(2):43-6. doi: 10.1016/j.jccase.2018.04.003.
5. Chetrit M, Xu B, Verma BR, Klein AL. Multimodality Imaging for the Assessment of Pericardial Diseases. *Curr Cardiol Rep.* 2019;21(5):41. doi: 10.1007/s11886-019-1115-y.
6. Madisson-Bernardo M, Bernardo D, Trad HS, Meneghelli U, Villanova M, Schmidt A. Intense Pericardial Involvement in Polycystic Echinococcosis Submitted to Successful Medical Treatment. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2019;12(12):e009826. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.119.009826.
7. Alkharabsheh S, Gentry Iii JL, Khayata M, Gupta N, Schoenhagen P, Flamm S, et al. Clinical Features, Natural History, and Management of Pericardial Cysts. *Am J Cardiol.* 2019;123(1):159-63. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.09.009.
8. Kinoshita Y, Shimada T, Murakami Y, Sano K, Tanabe K, Ishinaga Y, et al. Ethanol Sclerosis Can Be a Safe and Useful Treatment for Pericardial Cyst. *Clin Cardiol.* 1996;19(10):833-5. doi: 10.1002/clc.4960191015.



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

Origem Anômala da Artéria Coronária do Seio Coronário Inapropriado

Anomalous Origin of the Coronary Artery from an Inappropriate Coronary Sinus

Mário Cruz Couto,¹ Fernando Augusto Pacífico,¹ Dolly Brandão Lages,¹ Michelle Alves de Farias,¹ Liliam de Souza Santos,¹ Eduardo Lins Paixão¹

Faculdade de Medicina de Olinda,¹ Olinda, PE – Brasil

Resumo

A anomalia congênita das artérias coronarianas é uma doença potencialmente letal, principalmente em jovens. Atualmente os exames de imagem cardiovascular não-invasivos têm mostrado uma melhor definição da origem e do trajeto das artérias coronárias. O tratamento cirúrgico deve ser indicado em pacientes sintomáticos, enquanto o manejo ideal dos pacientes assintomáticos permanece controverso. O estudo reportou um caso de origem anômala da coronária esquerda a partir do seio coronariano direito com trajeto interarterial, em paciente assintomático e tratado com cirurgia de revascularização.

Introdução

A anomalia congênita das artérias coronárias pode ser benigna ou potencialmente grave, causando isquemia miocárdica, infarto e morte súbita. A incidência varia entre 0,3% e 1,5% em estudos de necropsia ou por cineangiocoronariografia.¹ A origem e o trajeto proximal das artérias coronárias anômalas são os principais fatores preditivos de gravidade.^{2,3}

Essa anomalia representa a segunda causa mais frequente de morte súbita de origem cardiovascular em atletas competitivos.⁴ Seu diagnóstico é difícil, pois o indivíduo pode ser assintomático até antes do evento letal.^{5,3} Tem-se notado evolução nas técnicas cirúrgicas usadas no tratamento dessa patologia, entretanto, não há consenso acerca do tratamento mais apropriado para cada tipo de paciente.^{5,6}

No caso de origem anômala da coronária esquerda com trajeto interarterial, recomenda-se a revascularização cirúrgica, a despeito de documentada isquemia ou sintomas.⁷

O objetivo do estudo é reportar um caso não usual de origem anômala da coronária esquerda a partir do seio coronariano direito com trajeto interarterial em paciente assintomático.

Palavras-chave

Anomalias dos Vasos Coronários; Morte Súbita; Revascularização Miocárdica

Correspondência: Mário Cruz Couto •

Faculdade de Medicina de Olinda. Rua Dr Manoel de Almeida Belo, 1333.

CEP 53030-030. Bairro Novo, Olinda, PE – Brasil

E-mail: m_ccouto@live.com

Artigo recebido em 26/10/2023; revisado em 09/11/2023; aceito em 13/11/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230090>

Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 47 anos, praticante de caminhada e corrida 3 vezes por semana, nega angina, dispneia, síncope ou palpitações, procurou sua médica para exames de rotina. Negou hipertensão arterial sistêmica, diabetes ou tabagismo. O exame físico foi normal; ECG normal e pressão arterial normal. Foi submetido a teste ergométrico que revelou alterações eletrocardiográficas no esforço compatíveis com padrão de resposta isquêmica, sem queixas de angina, com resposta pressórica normal, sem arritmia, boa carga de trabalho (10 METs).

O ecodopplercardiograma foi normal. Diante dessas anormalidades no esforço, foi solicitada uma cintilografia de perfusão miocárdica para avaliar a presença de isquemia miocárdica.

A cintilografia de perfusão miocárdica foi realizada sob o protocolo de Bruce alcançando o IV estágio, com duração de 10min06s, alcançando 10 METs e 97% da frequência cardíaca máxima prevista à idade. A curva de pressão arterial foi normal; o paciente estava sem precordialgia e o traçado eletrocardiográfico no esforço revelou infradesnívelamento do ST descendente de 2 mm em CM5 e na recuperação de 1 mm em CM5 (Figura 1).

As imagens da perfusão analisadas qualitativa e quantitativamente utilizando o software Wackers-Liu (Yale University) foram normais e os perfis circunferenciais das imagens apresentavam distribuição normal (Figura 2). A fração de ejeção do ventrículo esquerdo também foi normal sem déficit contrátil segmentar.

Devido à incapacidade de esclarecer as alterações eletrocardiográficas induzidas pelo esforço, foi solicitada uma angiotomografia das coronárias (Figuras 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11). O escore de cálcio das coronárias foi zero. A dominância era direita; o tronco da coronária esquerda estava ausente. A artéria descendente anterior era não dominante, com origem no seio coronário direito em óstio independente; seguindo um trajeto entre a aorta e o tronco da artéria pulmonar em direção à parede anterior do ventrículo esquerdo; posteriormente, seguia pelo sulco interventricular anterior em trajeto usual. A artéria circunflexa era de grande importância, com origem no seio coronário direito em óstio independente, seguindo um trajeto retro-aórtico, passando entre a aorta e o átrio esquerdo e prosseguindo pelo sulco atrioventricular esquerdo em trajeto usual. A coronária direita era a artéria dominante, atingindo o sulco interventricular posterior, onde dava origem a um ramo descendente posterior.

Foi realizada uma cinecoronariografia pré-operatória que confirmou os achados da angiotomografia: estreitamento sistólico proximal da artéria descendente anterior, quando

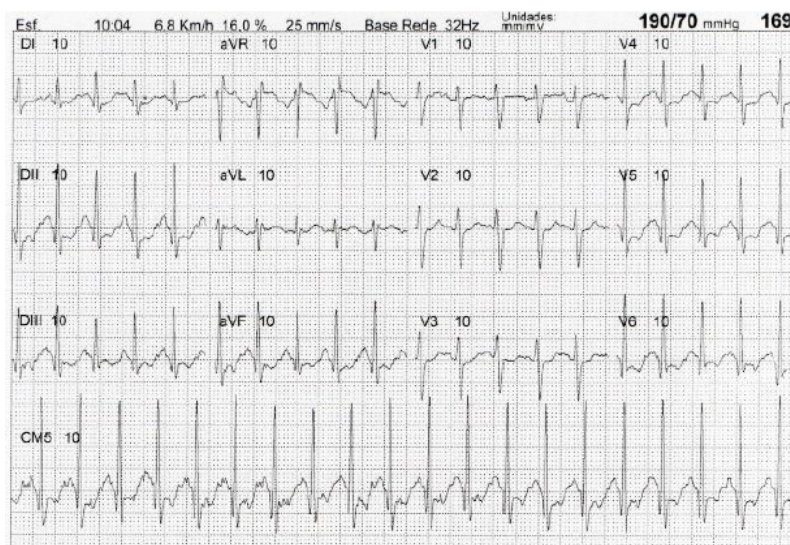


Figura 1 – Traçado eletrocardiográfico obtido durante a realização da Cintilografia de Perfusão Miocárdica. Nota-se infradesnivelamento do segmento ST descendente de 2mm aferido no ponto J na derivação CM5 e alterações de repolarização ventricular em parede inferior e ântero-lateral. Imagem cedida por Eduardo Lins Paixão.

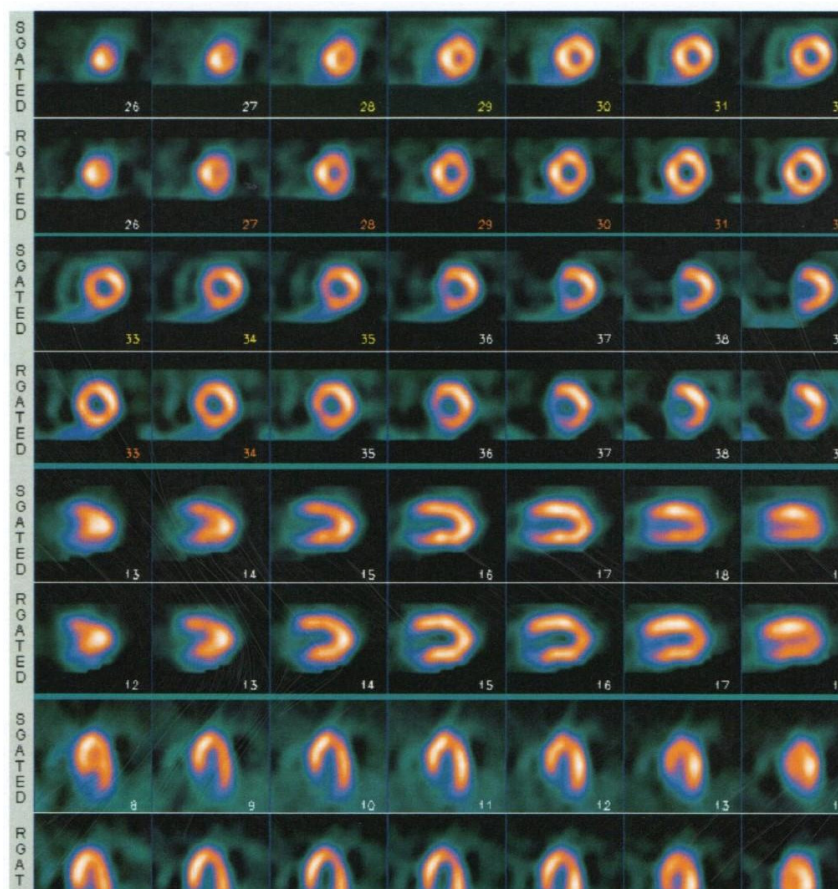


Figura 2 – Imagens da Cintilografia de Perfusão Miocárdica de estresse e repouso realizada no protocolo de 1 dia, com Tc99m-MIBI. Nota-se a distribuição normal do traçador nas paredes do VE. Não há sinais de dilatação transitória pós-estresse do VE. Imagem cedida por Eduardo Lins Paixão.

Relato de Caso

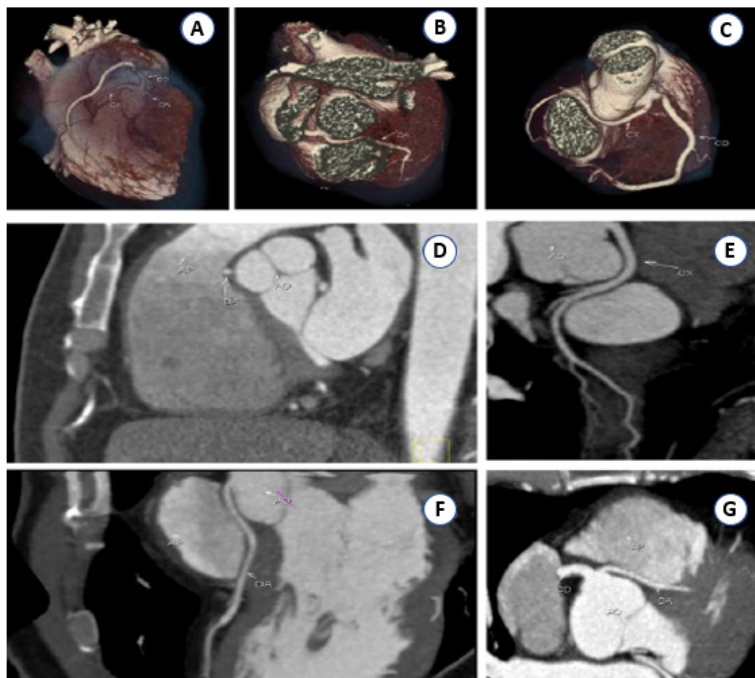


Figura 3 – Imagem A reconstrução em 3D de uma angiotomografia das coronárias (AngioTC-3D), identificando na imagem A a origem da CD, DA e CX a partir do seio coronariano direito; Imagem B, de uma AngioTC-3D, observa-se o trajeto interarterial da DA; Imagem C, de uma AngioTC-3D, nota-se o trajeto retroaórtico da CX; imagem D, vê-se o trajeto interarterial da DA; imagem E, o trajeto retroaórtico da CX; nas imagens F e G, pode-se observar o trajeto interarterial da DA. CD: Coronária Direita; DA: Descendente Anterior; CX Circunflexa. Imagem cedida por Eduardo Lins Paixão.

do seu trajeto interarterial, e não revelou doença arterial obstrutiva (Figura 4). O paciente foi submetido a uma revascularização cirúrgica da artéria descendente anterior através da anastomose da artéria mamária interna esquerda. O procedimento cirúrgico ocorreu cerca de 6 meses após o diagnóstico, transcorrendo sem intercorrências. O paciente retomou para suas atividades físicas e encontra-se assintomático.

Discussão

A origem anômala das artérias coronárias (OAC) é uma cardiopatia congênita rara. Em casos de OAC, a artéria coronária se origina no seio coronário de forma inadequada, seja por ostio separado ou em comum, ou através de um sub-ramo. Existem vários subtipos, sendo o interarterial aquele em que a artéria coronária segue um trajeto entre a aorta e a artéria pulmonar, apresentando risco potencial de morte súbita. Uma revisão abrangente publicada por Cheezum e colaboradores sugere que a real prevalência dessa anormalidade provavelmente é subestimada. Nessa casuística, 39% da amostra com algum tipo de OAC possuía o subtipo interarterial. Há poucos estudos que realizam triagens para OAC na ausência de indicações clínicas.⁸

Nas diretrizes atuais, a angiotomografia coronária e angioressonância cardíaca são os únicos métodos com indicação classe I. Em muitos centros a angiotomografia é o método preferível para esse diagnóstico. A angiografia invasiva

permite uma maior resolução espacial e temporal e tem indicação classe IIa para diagnóstico de coronária anômala. Os testes funcionais, como o teste ergométrico e a cintilografia de perfusão miocárdica, analisam a significância funcional da origem anômala sobre o fluxo coronário.⁹

Grani e col. examinaram 46 adultos (idade média de 56 anos) com diagnóstico de OAC feito pela angiotomografia, e identificaram alterações perfusionais apenas em pacientes com concomitante doença arterial coronária.¹⁰

O estresse físico é preferível para avaliar a perfusão miocárdica, visto que a maioria dos casos de morte súbita atribuídas à origem anômala das coronárias ocorrem com exercício extenuante. Várias publicações reportam grande número de falsos positivos e negativos com esses métodos. Entre 27 jovens atletas com OAC descritos por Basso e col., 6 pacientes tiveram teste ergométrico normal antes de apresentar morte súbita. Dessa forma, a ausência de isquemia durante exame de estresse não pode ser vista como suficiente.¹¹

Este caso clínico seguiu as recomendações atuais. Mesmo na ausência de isquemia documentada, devido ao trajeto interarterial da coronária descendente anterior, foi indicada revascularização.

Este relato de caso objetiva reportar um caso não usual de OAC esquerda a partir do seio coronariano direito com trajeto interarterial em paciente assintomático. Faz-se necessário refletir sobre esse diagnóstico em pacientes jovens com

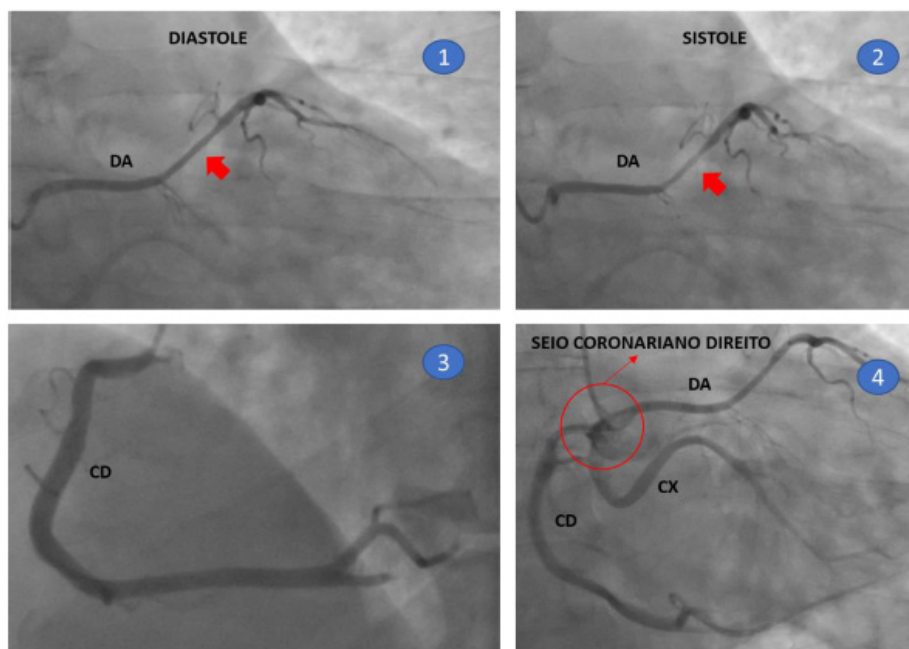


Figura 4 – Cinecoronariografia: Na imagem 1, nota-se a coronária descendente anterior, que nasce do seio coronariano direito e tem trajeto interarterial; no destaque (seta) nota-se o diâmetro do vaso em diástole, no segmento interarterial (entre as artérias aorta e pulmonar); na imagem 2, nota-se o diâmetro do vaso em sístole, quando percebe-se uma compressão extrínseca do vaso. Na imagem 3, observa-se a coronária direita normal; na imagem 4, observa-se a origem da coronária direita, circunflexa (retro-aórtica) e descendente anterior, todas a partir do seio coronariano direito. Imagens cedidas por Eduardo Lins Paixão.

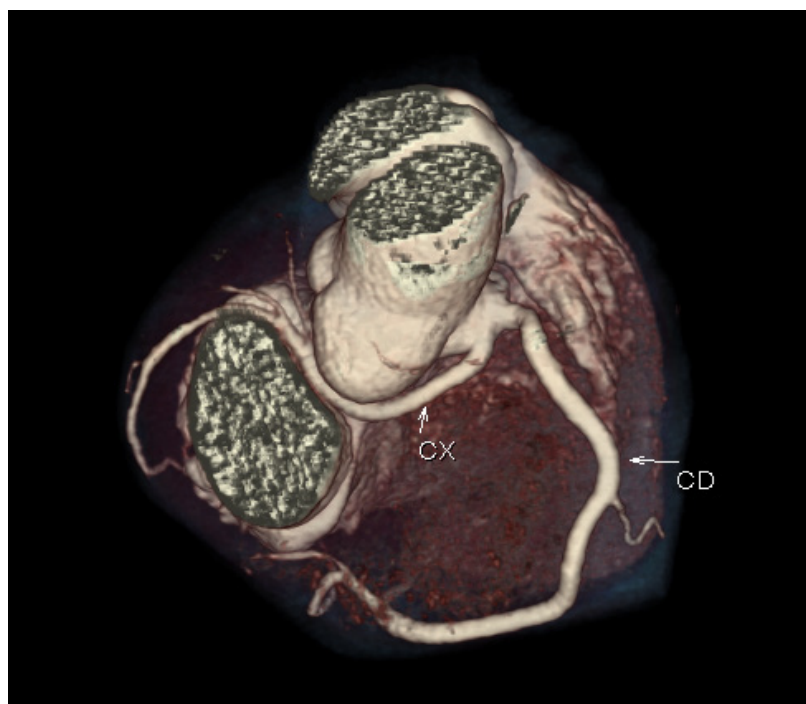


Figura 5 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 3D, em corte transverso com visão crânio caudal, onde nota-se o seio coronariano direito, de onde tem origem a coronária direita que segue seu trajeto normal, pelo sulco atrioventricular direito. Nota-se ainda a artéria circunflexa, que tem origem no seio coronariano direito, em óstio independente, e segue trajeto retro-aórtico, passando entre a aorta e átrio esquerdo, e posteriormente segue pelo sulco atrioventricular esquerdo em trajeto usual. CD: coronária direita; CX: artéria circunflexa.

Relato de Caso

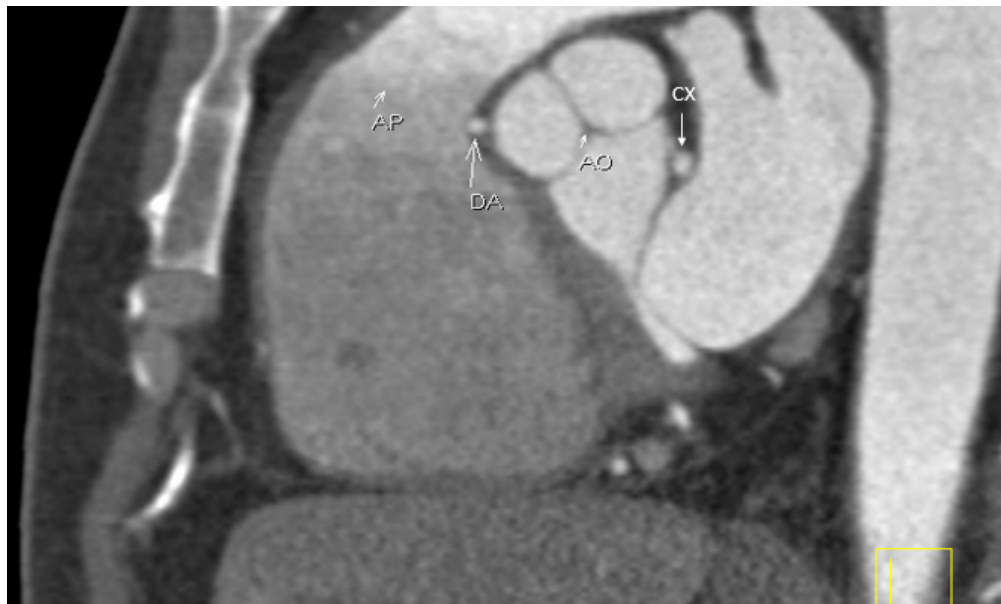


Figura 6 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 2D, em corte multiplanar, onde nota-se a artéria pulmonar e a artéria aorta e, entre elas, a imagem da artéria coronária descendente anterior. Posteriormente à artéria aorta, nota-se a artéria circunflexa. AO: artéria aorta; AP: artéria pulmonar; CX: artéria circunflexa; DA: artéria descendente anterior.

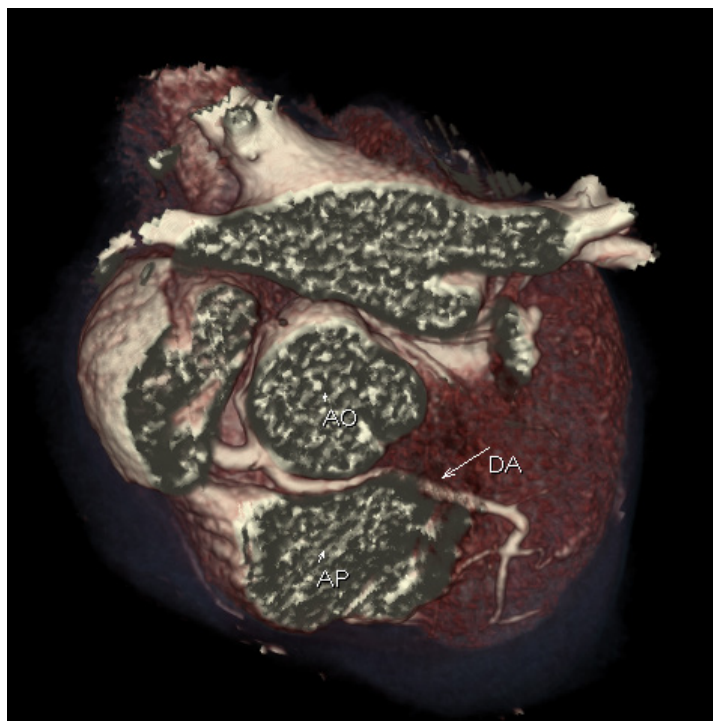


Figura 7 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 3D, em corte transversal com visão crânio caudal, onde nota-se a artéria pulmonar, a artéria aorta e a artéria descendente anterior que tem origem anômala no seio coronariano direito e segue o trajeto interarterial e posteriormente segue seu trajeto usual pelo sulco interventricular anterior. AO: artéria aorta; AP: artéria pulmonar; DA: artéria descendente anterior.



Figura 8 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 3D, onde é possível ver o seio coronariano direito e a origem comum das artérias coronária direita, circunflexa e descendente anterior neste seio. CD: coronária direita; CX: artéria circunflexa; DA: artéria descendente anterior.

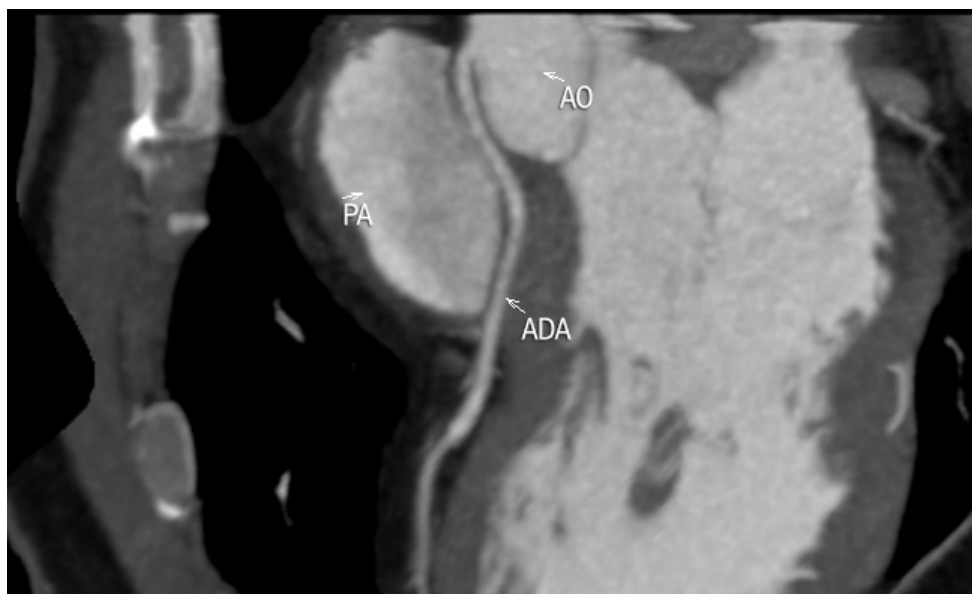


Figura 9 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 2D, em corte sagital, onde nota-se a artéria pulmonar e a artéria aorta e, entre elas, a imagem da artéria coronária descendente anterior. AO: artéria aorta; AP: artéria pulmonar; DA: artéria descendente anterior

Relato de Caso



Figura 10 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 2D, em corte sagital, onde nota-se a artéria circunflexa em seu trajeto retro-aórtico e depois seguindo pelo seu trajeto usual. AO: artéria aorta; CX: artéria circunflexa.



Figura 11 – Angiotomografia das coronárias – reconstrução em 2D, em corte transverso com visão crânio caudal, onde nota-se a artéria pulmonar, a artéria aorta e a artéria descendente anterior que tem origem anômala no seio coronariano direito e segue o trajeto interarterial. AO: artéria aorta; AP: artéria pulmonar; CD: coronária direita; DA: artéria descendente anterior.

sintomas de angina e síncope aos esforços. Todavia, o desafio diagnóstico é gigante, considerando-se que grande parte desses pacientes não terão sintomas antes da morte súbita, fato que requer mais pesquisas para encontrar uma forma custo-efetiva de avaliação, particularmente em praticantes de esportes competitivos intensos.

Agradecimentos

Agradeço a todos os colegas envolvidos na produção deste trabalho, em especial ao Dr. Eduardo Paixão e Dr. Fernando Pacífico.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e análise estatística: Paixão EL; obtenção de dados: Couto MC, Lages DB, Paixão EL; análise e interpretação dos dados: Couto MC, Pacífico FA, Lages DB, Santos LS, Farias MA, Paixão EL; redação do manuscrito: Couto MC, Lages DB, Santos LS, Farias MA, Paixão EL; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Pacífico FA, Paixão EL.

Referências

1. Hayashi JH, Abreu FLM, Sumita MK, Takimura CK, Hotta VT, Forte AAC. Incidência de Anomalias Coronárias em Hospital Geral. *Rev Bras Cardiol Invas.* 2002;10(3):26-32.
2. Angelini P. Normal and Anomalous Coronary Arteries: Definitions and Classification. *Am Heart J.* 1989;117(2):418-34. doi: 10.1016/0002-8703(89)90789-8.
3. Dawn B, Talley JD, Prince CR, Hoque A, Morris GT, Xenopoulos NP, et al. Two-Dimensional and Doppler Transesophageal Echocardiographic Delineation and Flow Characterization of Anomalous Coronary Arteries in Adults. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003;16(12):1274-86. doi: 10.1067/S0894-7317(03)00554-6.
4. Maron BJ. Sudden Death in Young Athletes. *N Engl J Med.* 2003;349(11):1064-75. doi: 10.1056/NEJMra022783.
5. Erez E, Tam VK, Dublin NA, Stakes J. Anomalous Coronary Artery with Aortic Origin and Course Between the Great Arteries: Improved Diagnosis, Anatomic Findings, and Surgical Treatment. *Ann Thorac Surg.* 2006;82(3):973-7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.04.089.
6. Cubero A, Crespo A, Hamzeh G, Cortes A, Rivas D, Aramendi JL. Anomalous Origin of Right Coronary Artery from Left Coronary Sinus-13 Cases Treated with the Reimplantation Technique. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2017;8(3):315-20. doi: 10.1177/2150135116688172.
7. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, Child JS, Connolly HM, Dearani JA, et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: a Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults with Congenital Heart Disease). Developed in Collaboration with the American Society of Echocardiography, Heart Rhythm Society, International Society for Adult Congenital Heart Disease, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(23):e143-e263. doi: 10.1016/j.jacc.2008.10.001.
8. Cheezum MK, Ghoshhajra B, Bittencourt MS, Hulten EA, Bhatt A, Mousavi N, et al. Anomalous Origin of the Coronary Artery Arising from the Opposite Sinus: Prevalence and Outcomes in Patients Undergoing Coronary CTA. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;18(2):224-35. doi: 10.1093/ehjci/jev323.
9. Mastrocola LE, Amorim BJ, Vitola JV, Brandão SCS, Grossman GB, Lima RSL, et al. Update of the Brazilian Guideline on Nuclear Cardiology - 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2020;114(2):325-429. doi: 10.36660/abc.20200087.
10. Gräni C, Benz DC, Schmied C, Vontobel J, Mikulicic F, Possner M, et al. Hybrid CCTA/SPECT Myocardial Perfusion Imaging Findings in Patients with Anomalous Origin of Coronary Arteries from the Opposite Sinus and Suspected Concomitant Coronary Artery Disease. *J Nucl Cardiol.* 2017;24(1):226-34. doi: 10.1007/s12350-015-0342-x.
11. Frescura C, Basso C, Thiene G, Corrado D, Pennelli T, Angelini A, et al. Anomalous Origin of Coronary Arteries and Risk of Sudden Death: a Study Based on an Autopsy Population of Congenital Heart Disease. *Hum Pathol.* 1998;29(7):689-95. doi: 10.1016/s0046-8177(98)90277-5.

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 Faculdade de Medicina de Olinda sob o número de protocolo CAAE 63407522.3.000.8033. 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.



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

Estenose Subaórtica Associada a Persistência do Canal Arterial em uma Jovem da Região Andina

Subaortic Stenosis in Association with Patent Ductus Arteriosus in a Young Woman from the Andes Region

Robert Hernan Sandoval,¹ Angela Cachicatari-Beltran,¹ Roberto Baltodano-Arellano,^{1,2} Gerald Levano-Pachas¹

Hospital Nivel IV Guillermo Almenara Irigoyen,¹ La Victoria, Lima – Peru

Universidad Nacional Mayor de San Marcos,² Lima – Peru

Fundamento

Os defeitos que afetam a via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE) são considerados defeitos cardíacos congênitos importantes, acometendo 6 em cada 10.000 nascidos vivos.¹ A estenose subaórtica é responsável por aproximadamente 1% de todos os defeitos cardíacos congênitos e 15% a 20% de todos os defeitos obstructivos da VSVE.² A estenose subaórtica membranosa (ESAM) é o tipo mais comum de estenose subaórtica, embora seja uma condição rara e pouco relatada na literatura médica.^{2,3} Estudos prévios relataram sua associação em alguns casos com outros defeitos cardíacos congênitos, como defeitos do septo ventricular e persistência do canal arterial (PCA).^{3,4} A sua associação com PCA é particularmente rara, a ponto de uma série de casos publicada em 2020 mencionar apenas 3 casos anteriores.³ O objetivo do presente artigo é relatar um caso de ESAM em associação com PCA em uma mulher da região andina.

Descrição do caso

Paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, procedente da região andina do Peru, previamente diagnosticada com ESAM grave e PCA aos 13 anos de idade, foi avaliada pelo serviço de cardiologia do nosso hospital devido a dispneia e dor em membro superior esquerdo aos esforços. Aos 5 anos de idade, tinha sido diagnosticada com sopro cardíaco e permaneceu sem avaliação médica até os 13 anos. Na avaliação clínica inicial, 10 anos antes, o exame físico revelou segunda bulha cardíaca (S2) fraca, sopro aórtico sistólico III/VI, impulso apical deslocado em direção ao sexto espaço intercostal e fígado palpável 1 cm abaixo do rebordo costal direito. O ecocardiograma mostrou ESAM, PCA de 13 mm de comprimento com fluxo bidirecional em diástole, aumento

de ventrículo esquerdo e do átrio esquerdo, fração de ejeção preservada (60%), hipertrofia ventricular esquerda e hipertensão pulmonar grave. Naquela época, o manejo proposto compreendia ressecção de membrana subaórtica, fechamento da PCA e criação de nova comunicação interatrial. Porém, a paciente perdeu adesão ao plano de manejo e procurou nova abordagem médica 10 anos após a primeira avaliação cardiovascular.

Em nosso hospital, os achados do exame físico foram dispneia classificada como NYHA II, sopro sistólico aórtico II/VI, além de sopro sistólico nas valvas pulmonar, tricúspide e mitral. O eletrocardiograma mostrava ritmo sinusal normal, 75 bpm, e sobrecarga sistólica de ventrículo esquerdo. Os achados ecocardiográficos foram consistentes com aumento do ventrículo esquerdo e do átrio esquerdo, com fração de ejeção de 57%, disfunção diastólica do ventrículo esquerdo tipo III, função ventricular direita preservada (excursão sistólica do anel tricúspide = 25 mm), insuficiência valvar mitral moderada, leve estenose da valva mitral, insuficiência da valva aórtica moderada, estenose subaórtica grave com gradiente transvalvar médio de 73,6 mmHg, pico de velocidade aórtica de 5,34 m/s, insuficiência da valva tricúspide moderada e hipertensão pulmonar (pressão sistólica da artéria pulmonar = 76 mmHg) (Figura 1A e 1B). Não foi possível caracterizar a PCA pelo ecocardiograma devido à janela acústica inadequada. Portanto, a paciente foi submetida à angiotomografia computadorizada (Figura 2A e 2B). A angiografia evidenciou PCA, com classificação angiográfica de Krichenko tipo A (ducto cônico) medindo 28 × 29 mm na abertura aórtica e 18,7 × 23,3 mm na abertura pulmonar (Figura 2B). Os achados do cateterismo cardíaco mostraram hipertensão pulmonar mista grave, *shunt* ventrículo direito-artéria pulmonar, relação entre fluxo sanguíneo pulmonar (Qp) e fluxo sanguíneo sistólico (Qs) de 3,5, gradiente sistólico do ventrículo esquerdo para a aorta (ΔP) de repouso de 100 mmHg e resistência vascular pulmonar (RVP) de 3,79 WU. A paciente foi transferida para um centro especializado de saúde cardiovascular em Lima para ser submetida a procedimento cirúrgico.

Palavras-chave

Estenose Aórtica Subvalvar; Canal Arterial; Patente; Ecossistema Andino

Correspondência: Robert Hernan Sandoval •

Hospital Nivel IV Guillermo Almenara Irigoyen, Jiron Garcia Naranjo, 840.

CEP: 15033. La Victoria, Lima – Peru

E-mail: rob.sandoval.cardio@gmail.com

Artigo recebido em 26/10/2023; revisado em 17/11/2023;

aceito em 17/11/2023

Editor responsável pela revisão: Karen Saori Shiraishi Sawamura

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230089>

Discussão

A ESAM associada à PCA é uma condição patológica particularmente rara, diagnosticada principalmente na infância.³ Relatamos o caso de uma paciente jovem que procurou atendimento para essa condição cardiovascular, que foi diagnosticada quando ela tinha 13 anos de idade. Nossa paciente foi diagnosticada mais tarde do que outros casos anteriores relatados na literatura, em que a idade do

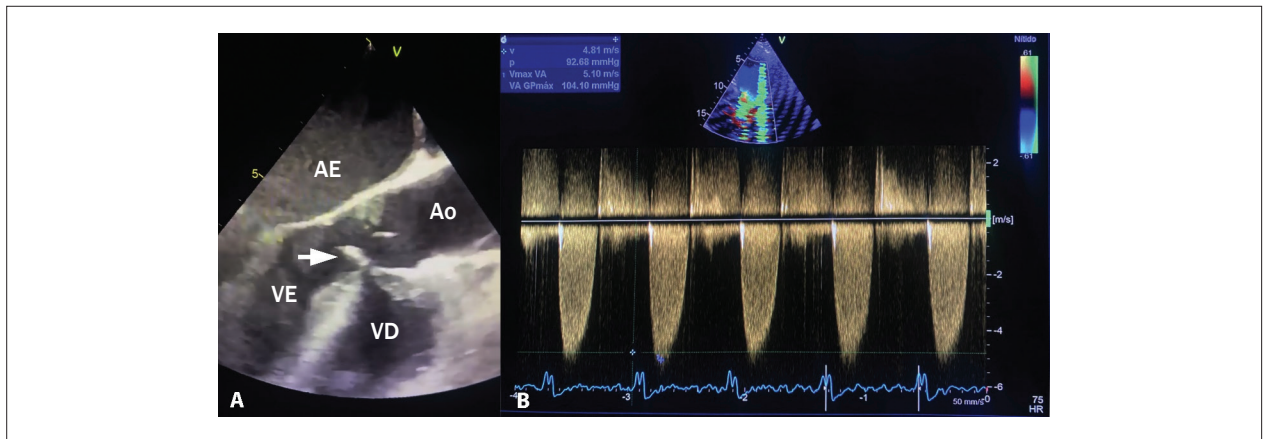


Figura 1 – Achados do ecocardiograma transesofágico. (A) Estenose subaórtica membranosa (seta), crista fibromuscular originada na via de saída do ventrículo esquerdo ligada ao septo ventricular. (B) Ecodopplercardiograma mostra insuficiência valvar aórtica e estenose subvalvar. AE: átrio esquerdo; Ao: Aorta; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo.

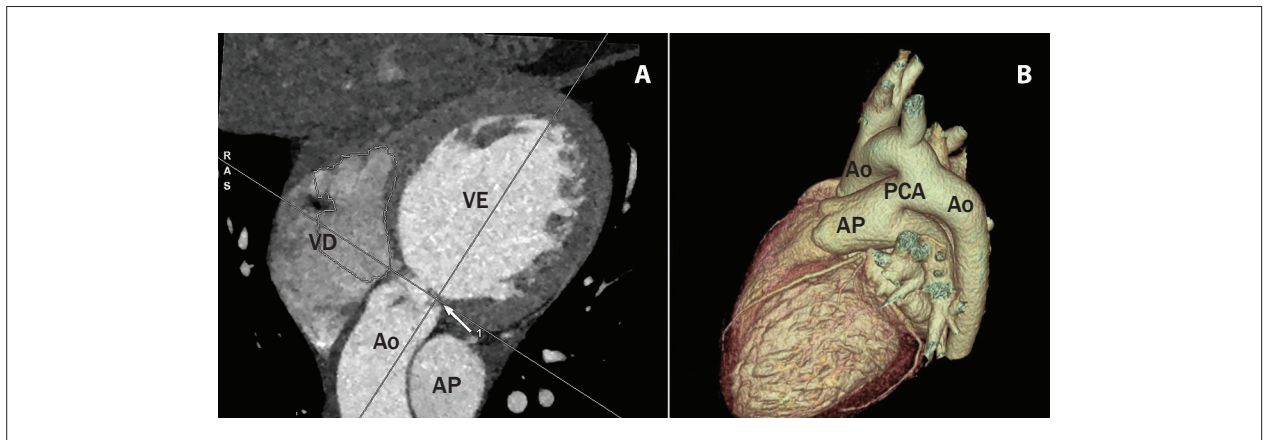


Figura 2 – Achados de angiotomografia computadorizada. (A) Seta branca mostrando estenose aórtica subvalvar do tipo membranosa. (B) Persistência do canal arterial tipo A (ducto cônico) surgindo após a origem da artéria subclávia esquerda e estendendo-se da aorta descendente até o tronco pulmonar. Ao: Aorta; AP: artéria pulmonar; PCA: persistência do canal arterial; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo.

diagnóstico mais tardio foi de 8 anos.³ Por outro lado, não há associação provável entre sexo masculino ou feminino e a presença dessas cardiopatias. Steinherz et al. relataram que a maioria dos casos de ESAM e PCA eram mulheres, com uma relação de 5:1 em Nova York,⁴ mas Mofa et al. relataram a predominância de pacientes do sexo masculino, com uma relação de 4:3 em uma cidade da Arábia Saudita.³

A estenose aórtica está frequentemente associada a outros defeitos cardíacos.³⁻⁵ Por exemplo, Xie et al. relataram que 11 de 213 crianças submetidas ao fechamento de PCA também tiveram estenose aórtica durante um acompanhamento de 6 anos em uma coorte chinesa.⁵ Outras séries de casos do Hospital Beijing Anzhen relataram o achado concomitante de estenose aórtica e PCA em 20,6% das crianças inicialmente diagnosticadas com estenose aórtica.⁶ Entretanto, as séries de casos da China citadas anteriormente não mencionaram o tipo de estenose subaórtica que seus pacientes apresentavam.^{5,6} Poucos relatos publicados focaram apenas no achado concomitante de ESAM e PCA.^{3,4}

Poucos estudos epidemiológicos sobre a incidência ou a prevalência de ESAM e PCA concomitantes estão disponíveis na literatura.^{7,8} Além disso, os únicos estudos epidemiológicos disponíveis foram publicados no final do século 20. Portanto, podemos reconhecer uma importante lacuna no conhecimento atual, o que evidencia a necessidade de novos estudos sobre esse tema.

Nossa paciente apresentou Qp/Qs de 3,5, ΔP de 100 mmHg e RVP de 3,79 WU. Esses achados foram semelhantes aos relatados em outros estudos onde Qp/Qs variou entre 3,0 e 4,6, e ΔP variou de 38 mmHg a 139 mmHg.^{5,9} Devido aos parâmetros ecocardiográficos e angiográficos encontrados em nossa paciente, a correção cirúrgica adequada foi uma recomendação para seus defeitos cardíacos, de acordo com as diretrizes da Sociedade Europeia de Cardiologia para o tratamento de defeitos cardíacos em adultos.¹⁰

Por fim, a rápida intervenção nesses defeitos cardíacos deve ser considerada como objetivo principal, assim que diagnosticados, devido às complicações altamente

Relato de Caso

prováveis, como hipertensão pulmonar e subsequentes danos à válvula aórtica, levando à insuficiência aórtica, conforme descrito anteriormente no presente relato de caso e em estudos anteriores.^{3,9}

Conclusão

ESAM e PCA são uma associação muito rara de defeitos cardíacos, escassamente relatada na literatura, podendo progredir para patologias cardiovasculares mais complexas na adolescência ou no início da idade adulta. Portanto, requer consideração especial por parte dos cardiologistas, a fim de preservar a funcionalidade do coração e dos pulmões nos pacientes acometidos por essa entidade patológica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo

intelectual importante: Sandoval RH, Cachicatari-Beltran A, Baltodano-Arellano R, Levano-Pachas G; obtenção de dados: Sandoval RH.

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. Kitchiner D, Jackson M, Malaiya N, Walsh K, Peart I, Arnold R. Incidence and Prognosis of Obstruction of the Left Ventricular Outflow Tract in Liverpool (1960-91): A Study of 313 Patients. *Br Heart J*. 1994;71(6):588-95. doi: 10.1136/hrt.71.6.588.
2. Mulla S, Siddiqui WJ. Subaortic stenosis [Internet]. Bethesda: StatPearls Publishing LLC; 2022 [cited 2023 Feb 20]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526085/>.
3. Moafa H, Alnasef M, Diraneyya OM, Alhabshan F. Subaortic Membrane and Patent Ductus Arteriosus in Rare Association-Case Series. *J Saudi Heart Assoc*. 2020; 32(3):410-4. doi: 10.37616/2212-5043.1199.
4. Steiner L, Ehlers KH, Levin AR, Engle MA. Membranous Subaortic Stenosis and Patent Ductus Arteriosus. *Chest*. 1977;72(3):333-8. doi: 10.1378/chest.72.3.333.
5. Xie C, Xia C, Zhao Z, Zhou Y. Hemodynamic Features of Congenital Aortic Valve Stenosis with Patent Ductus Arteriosus in Children. *Pediatr Int*. 2007;49(6):908-10. doi: 10.1111/j.1442-200X.2007.02490.x.
6. Chen BT, Zhang JQ, Dong R. Congenital Aortic Valve Stenosis. In: Wang HL, editor. *Congenital Heart Disease in children*. Beijing: Beijing Publishing Company; 1998. p. 925-938.
7. Champsaur G, Trusler GA, Mustard WT. Congenital Discrete Subvalvar Aortic Stenosis. Surgical Experience and Long-Term Follow-Up in 20 Paediatric Patients. *Br Heart J*. 1973;35(4):443-6. doi: 10.1136/hrt.35.4.443.
8. Reis RL, Peterson LM, Mason DT, Simon AL, Morrow AG. Congenital Fixed Subvalvular Aortic Stenosis. An Anatomical Classification and Correlations with Operative Results. *Circulation*. 1971;43(5 Suppl):I11-8. doi: 10.1161/01.cir.43.5s1.i-11.
9. Newfeld EA, Muster AJ, Paul MH, Idriss FS, Riker WL. Discrete Subvalvular Aortic Stenosis in Childhood. Study of 51 Patients. *Am J Cardiol*. 1976;38(1):53-61. doi: 10.1016/0002-9149(76)90062-x.
10. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, Budts W, Chessa M, Diller GP, et al. 2020 ESC Guidelines for the Management of Adult Congenital Heart Disease. *Eur Heart J*. 2021;42(6):563-645. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa554.



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

Alerta e Orientações do DIC Sobre a Realização de Ecocardiograma Transesofágico em Pacientes que Utilizam Análogos de GLP-1

Warning and Recommendations from the Department of Cardiovascular Imaging Regarding Transesophageal Echocardiography in Patients Using GLP-1 Analogs

Alex dos Santos Felix,^{1,2} Andre Luiz Cerqueira Almeida,³ Marcelo Dantas Tavares de Melo,⁴ Silvio Henrique Barberato^{5,6}

National Institute of Cardiology,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Diagnosticos da America AS,² Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Santa Casa de Misericórdia de Feira de Santana,³ Feira de Santana, BA – Brasil

Universidade Federal da Paraíba,⁴ João Pessoa, PB – Brasil

CardioEco, Centro de Diagnostico Cardiovascular,⁵ Curitiba, PR – Brasil

Quanta diagnóstico e terapia, Ecocardiografia,⁶ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

A ecocardiografia transesofágica é método diagnóstico fundamental para avaliação de patologias cardíacas complexas, com obtenção de dados essenciais para definição terapêutica, e em alguns casos, auxilia na avaliação de intervenções percutâneas ou cirúrgicas.¹

Os exames de ecocardiografia transesofágica são realizados em pacientes ambulatoriais ou internados, e estes podem se encontrar em enfermarias, unidades de terapia intensiva, ou mesmo em bloco cirúrgico, com cenários heterogêneos e que necessitam ser avaliados individualmente não apenas quanto à rotina de exame, como também seguindo sempre indicação clínica precisa, pesando risco-benefício ao paciente.

Para obter um melhor exame e facilitar a tolerância ao desconforto da presença do transdutor na orofaringe, utilizamos anestesia tópica com lidocaína em orofaringe e sedação em graus variáveis de intensidade, levando em conta a faixa etária do paciente, condições clínicas, comorbidades, a presença de suporte de profissional anestesista e recursos de monitorização respiratória e hemodinâmica disponíveis.

A incidência de complicações relacionadas ao exame é bastante baixa, desde que sejam observadas atentamente a presença de contraindicações absolutas e relativas (Tabela 1),² devendo ser executado sempre por profissional ecocardiografista habilitado e experiente, a fim de se obter máxima segurança no procedimento.

Não devemos negligenciar o risco de vômitos e broncoaspiração durante o procedimento. É indispensável obter jejum adequado para cada situação clínica, respeitando

padronização vigente em cada instituição, sendo usualmente de 6 a 8 horas para pacientes em dieta oral (com resíduos) na ausência de condições que causem obstrução do trato gastrointestinal ou estase gástrica.³

Os análogos da glucagon-like peptide-1 (GLP-1), como por exemplo a semaglutida, liraglutida e dulaglutida, utilizados para o tratamento do diabetes tipo 2 e obesidade, são medicamentos que exigem um cuidado maior na avaliação pré-operatória em geral e especificamente nos procedimentos de ecocardiografia transesofágica. Pela estase gástrica (gastroparesia) causada por estes medicamentos, há aumento do risco de vômitos e broncoaspiração periprocedimento mesmo após jejum recomendado. O fato de ser um tema relativamente novo, que ainda não conta com evidências robustas e vasta literatura, faz com que existam orientações algo discordantes nas notas de recomendação emitidas por diferentes sociedades médicas.

A Sociedade Americana de Anestesiologia recomenda:⁴

- Nos casos de análogos de GLP-1 com dose diária, como a liraglutida, manter o uso até o dia anterior ao procedimento.
- Nos casos de análogos de GLP-1 com dose semanal, como a semaglutida, manter o uso até 7 dias antes do procedimento.

A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), por outro lado, recomenda:⁵

- Nos casos de análogos de GLP-1 como a lixisenatida, suspender 1 dia antes do procedimento.
- Nos casos de análogos de GLP-1 com dose diária, como a liraglutida, suspender 2 dias antes do procedimento.
- Nos casos de análogos de GLP-1 com dose semanal, como a semaglutida, suspender 21 dias antes do procedimento.
- Em caso de uso de dulaglutida e tirzepatida, suspender 15 dias antes do procedimento.

• Caso o paciente não tenha seguido as orientações acima, é possível avaliação individual de cada caso, preferencialmente avaliando a presença de conteúdo gástrico através do ultrassom.

Estas orientações da SBD foram endossadas pela Sociedade Brasileira de Anestesia (SBA) em parecer C.SBA 2055/23 emitido em 04 de julho de 2023. No caso da suspensão das medicações ter ocorrido no prazo recomendado, o tempo de jejum permanece o usual.

Palavras-chave

Ecocardiografia Transesofágica; Diagnóstico; Peptídeo 1 Semelhante ao Glucagon.

Correspondência: Alex dos Santos Felix •

National Institute of Cardiology, Echocardiography Department. Rua das Laranjeiras, 374. CEP: 20521-290. Rio de Janeiro, RJ – Brasil

E-mail: alexsfelix@gmail.com

Artigo recebido em 30/10/2023; revisado em 31/10/2023; aceito em 31/10/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230092>

Tabela 1 – Contraindicações relativas e absolutas à ecocardiografia transesofágica. Adaptado de Hahn et al.²

Contraindicações absolutas	Contraindicações relativas
• Sangramento ativo de TG alto • Estenose de esôfago • Tumor de esôfago • Perfuração/laceração de esôfago • Divertículo esofágiano • Perfuração intestinal	• História de radioterapia em pescoço e mediastino • História de cirurgia prévia de TG • Sangramento recente de TG alto • Esôfago de Barrett • História de disfagia • Restrição à mobilidade do pescoço (artrite cervical grave, doença da junção atlanto-axial) • Hérnia de hiato sintomática • Varizes de esôfago • Coagulopatia, trombocitopenia • Esofagite aguda • Úlcera péptica ativa

TG: trato gastrointestinal.

Em ambas as diretrizes há a ressalva, caso o paciente não tenha seguido as orientações acima, de que a avaliação da presença de conteúdo gástrico através do ultrassom possa ajudar na decisão de suspender ou não o procedimento.

Enquanto não há evidências robustas disponíveis quanto à duração do jejum e/ou do tempo de suspensão dos agonistas da GLP-1, o Departamento de Imagem Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia recomenda seguir a orientação oficial da SBD.

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: Felix AS, Almeida ALC, Melo MDT, Barberato SH.

Referências

1. Barberato SH, Romano MMD, Beck ALS, Rodrigues ACT, Almeida ALC, Assunção BMBL, et al. Position Statement on Indications of Echocardiography in Adults - 2019. *Arq Bras Cardiol*. 2019;113(1):135-81. doi: 10.5935/abc.20190129.
2. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, Bruce CJ, Glas KE, Lang RM, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination: Recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26(9):921-64. doi: 10.1016/j.echo.2013.07.009.
3. Veloso KB, Oliveira SS, Pires OS, Nunes RD. Abreviação do Jejum Pré-Operatório e as Novas Soluções Orais. In: Brandão JCM, editor. *Medicina Perioperatória e Anestesia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Anesthesiologia; 2019. p. 59-68.
4. Joshi GP, Abdelmalak BB, Weigel WA, Soriano SC, Harbell MW, Kuo CI, et al. American Society of Anesthesiologists Consensus-Based Guidance on Preoperative Management of Patients on Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) Receptor Agonists [Internet]. Washington: American Society of Anesthesiologists; 2023 [cited 2023 Jun 29]. Available from: . <https://www.asahq.org/about-asa/newsroom/news-releases/2023/06/american-society-of-anesthesiologists-consensus-based-guidance-on-preoperative>.
5. Marino EC, Negretto L, Ribeiro RS, Momesso D, Feitosa ACR. Rastreamento e Controle da Hiperglicemia no Perioperatório. *Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes*. São Paulo: SBD; 2023. doi: 10.29327/5238993.2023-7.



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