

Como Eu Faço a Avaliação do Fluxo Coronariano ao Ecocardiograma Transtorácico

My Approach to Coronary Flow Assessment With Transthoracic Echocardiography

José Maria Del Castillo,¹ Issam Shehadeh^{1,2}

Escola de Ecografia de Pernambuco,¹ Recife, PE – Brasil

Cardiovision,² Esteio, RS – Brasil

Resumo

A avaliação da reserva de fluxo coronariano constitui uma etapa extremamente importante da ecocardiografia de estresse, dentro e fora do contexto da doença arterial coronariana. Para alguns, é vista como um parâmetro impossível; para outros, é essencial. De todo o modo, tudo começa com a adequada visualização das artérias coronárias em repouso. Neste artigo, abordaremos conceitos teórico-práticos para a incorporação do estudo do fluxo coronariano à rotina do ecocardiografista.

Introdução

O estudo do fluxo coronariano pela ecocardiografia ainda é considerado, por muitos autores, uma utopia. De maneira prática, aprendemos que a avaliação das coronárias se limita à visualização de seus óstios, muitas vezes apenas ao estudo transesofágico. No entanto, a identificação do fluxo da Artéria Descendente Anterior (ADA) em repouso, no terço médio distal, é possível em mais de 90% dos pacientes.¹ A incorporação do estudo da Reserva do Fluxo Coronariano (RFC) ao ecocardiograma de estresse adiciona importantes informações, tanto do ponto de vista diagnóstico quanto prognóstico.² Além disso, os padrões de fluxo coronariano, mesmo que em repouso, podem ser de grande auxílio no diagnóstico não só da Doença Arterial Coronariana (DAC), mas também de outras doenças.

Fisiopatologia do fluxo coronariano

O fluxo coronariano é bifásico, devido às mudanças de resistência que sofre o sistema vascular miocárdico durante o ciclo cardíaco. O fluxo coronariano (Q) é regulado pela relação entre a pressão de perfusão (P) e a resistência oferecida pelas artérias extramurais (R1), arteríolas intramurais (R2) e pela compressão sobre as arteríolas subendocárdicas, provocada pela contração ventricular sobre o sangue no interior do Ventrículo Esquerdo (VE) (R3). Como essas resistências são menores na diástole, o fluxo coronariano é predominantemente diastólico para a coronária esquerda e balanceado para a coronária direita, onde a compressão subendocárdica é menor (Figura Central).

Palavras-chave

Doença da Artéria Coronariana; Ultrassonografia Doppler; Stress Echocardiography.

Correspondência: Issam Shehadeh •

ECOPE. Rua Solidônio Leite, 200. CEP: 51111-130. Recife, PE – Brasil

E-mail: issam05@gmail.com

Artigo recebido em 30/01/2026; revisado em 09/02/2026; aceito em 09/02/2026.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20260006>

Assim, distinguem-se dois componentes no fluxo coronariano: o fluxo de capacitância, que depende da descompressão parietal do VE e da dilatação das arteríolas intramurais (tônus vascular) e o fluxo de condutância, dependente da resistência oferecida à passagem do sangue pelo sistema arteriolar-capilar (resistência vascular). Quanto mais complacente for o leito vascular, maior a aceleração do fluxo de condutância; e quanto menor a resistência oferecida à passagem do fluxo, mais rápida a desaceleração do componente de condutância (Figura 1).

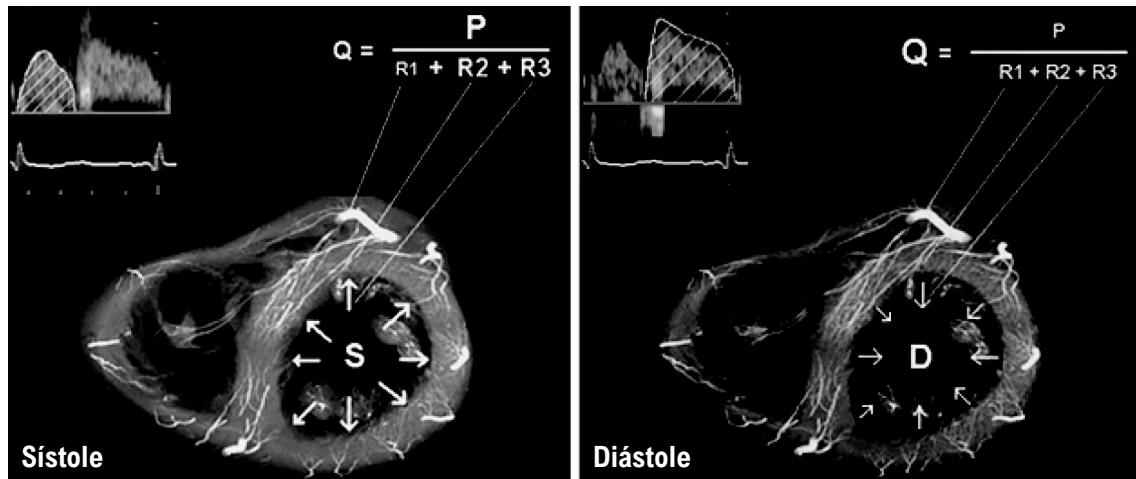
O fluxo coronariano fornece oxigênio ao miocárdio por demanda. Quando há aumento da demanda de O₂, durante o exercício por exemplo, as coronárias aumentam o fluxo por vasodilatação, o que provoca aumento da velocidade, principalmente nas artérias epicárdicas e intramurais. A diferença de velocidade entre o estado de repouso e a hiperemia (provocada pelo aumento da oferta de O₂ para o miocárdio) permite estimar a denominada RFC. Os métodos empregados para medi-la por meio do estudo hemodinâmico ou pela obtenção do fluxo de coronárias pela ultrassonografia, são o esforço físico ou a vasodilatação induzida por fármacos (dipiridamol, adenosina, papaverina).

Ajuste de Preset específico

Sem dúvida, a principal limitação para o estudo do fluxo coronariano é a ausência de um *preset* específico. Alguns equipamentos já o disponibilizam de fábrica. No entanto, muitas vezes, são necessários ajustes adicionais. Como a coronária no terço médio distal é uma estrutura muito sutil e o fluxo é de baixa velocidade, de maneira geral, devemos realizar os seguintes ajustes ao Doppler colorido e pulsátil:

Doppler Colorido	Doppler Pulsátil
Frequência na faixa de 2,5 a 2,9 MHz	Frequência na faixa de 2,5 a 2,9 MHz
PRF de cerca de 20 cm/s	Escala velocidade de cerca de 50 cm/s
Ganho elevado	Filtro de baixa velocidade reduzido
Persistência elevada	Volume de amostra entre 2 a 4 mm
Filtro de baixa velocidade elevado	Low PRF desativado
Velocidade de quadros elevada	Layout “lado a lado”
Volume de amostra de cerca de 1 mm	
Priorização de tecido baixa	

Figura Central: Como Eu Faço a Avaliação do Fluxo Coronariano ao Ecocardiograma Transtorácico



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2026;39(1):e20260006

O fluxo coronariano (Q) é regulado pela relação pressão de perfusão (P) e resistência oferecida pelas artérias extramurais ($R1$), arteriolas intramurais ($R2$) e compressão sobre as arteriolas subendocárdicas provocada pela contração ventricular sobre o sangue no interior do VE ($R3$). Como estas resistências são menores na diástole, o fluxo coronário é predominantemente diastólico para a coronária esquerda e balanceado para a coronária direita, onde a compressão subendocárdica é menor

Embora existam variações nesses parâmetros entre aparelhos, de forma geral, essa é a abordagem conceitual. Não é obrigatório utilizar transdutor pediátrico, já que os transdutores adultos atuais trabalham com uma ampla faixa de frequência. Se disponível, pode ser que o emprego de um transdutor com frequência mais elevada facilite a visualização das coronárias.

Técnica

Artéria descendente anterior no terço médio distal

O ponto chave para visualizar a ADA é identificar o sulco interventricular anterior. Para isso, duas abordagens podem ser utilizadas:

1. Eixo curto modificado

A partir do corte paraesternal de eixo menor, aproximadamente ao nível dos músculos papilares, procura-se visualizar o sulco interventricular anterior, na transição entre o VD e o VE, na região subepicárdica da junção entre as paredes anteroseptal e anterior, onde passa a porção média da artéria descendente anterior. Uma vez detectado o fluxo, predominantemente diastólico, pode-se girar o transdutor lentamente em sentido horário para melhor alinhar o feixe ultrassônico com o sulco interventricular anterior e, assim, detectar segmentos maiores da artéria.

2 Corte paraesternal longitudinal modificado

A partir do corte paraesternal longitudinal tradicional, desliza-se o transdutor um ou dois espaços intercostais abaixo. Em seguida, anterioriza-se o feixe de ultrassom, direcionando o transdutor em direção ao ombro esquerdo do paciente. Essa manobra é crucial

para retirar parte do ventrículo direito da imagem e expor o sulco interventricular. Caso ainda permaneça parte do ventrículo direito nesse corte, deve-se girar o transdutor no sentido horário até que essa cavidade desapareça. O corte obtido será uma imagem de transição entre o eixo longo paraesternal e o eixo curto. Assim, o sulco interventricular será exposto. Sua localização é bastante superficial no tórax do paciente, o que aumenta a taxa de sucesso na visualização da ADA em comparação com as demais coronárias.

Após esse passo, deve-se ativar o Doppler colorido. A ADA é visualizada como uma pequena estrutura tubular, pulsátil, com fluxo ascendente (vermelho) e predominantemente diastólico. Caso se identifique uma estrutura circular com as mesmas características descritas anteriormente, deve-se girar sutilmente o transdutor no sentido horário, para abrir longitudinalmente o vaso (Vídeo 1). É de extrema importância, ao estudar o fluxo coronariano, ativar a monitorização eletrocardiográfica.

Muitas vezes é possível realizar uma varredura da ADA em ampla extensão, tanto proximal quanto distal, o que permite estudar o fluxo em diferentes pontos. Não é incomum encontrar áreas com *aliasing* ao Doppler colorido, o que pode corresponder a um segmento estenótico.

Ao Doppler pulsátil, identifica-se um fluxo bifásico, com componente diastólico predominante, de aspecto trapezoidal. A velocidade diastólica costuma ser aproximadamente o dobro da velocidade sistólica. Alguns autores, em vez de avaliar apenas as velocidades, estudam o integral de velocidade. Do ponto de vista prático, a análise das velocidades parece muito mais simples e rápida, especialmente quando utilizada durante a ecocardiografia de estresse.

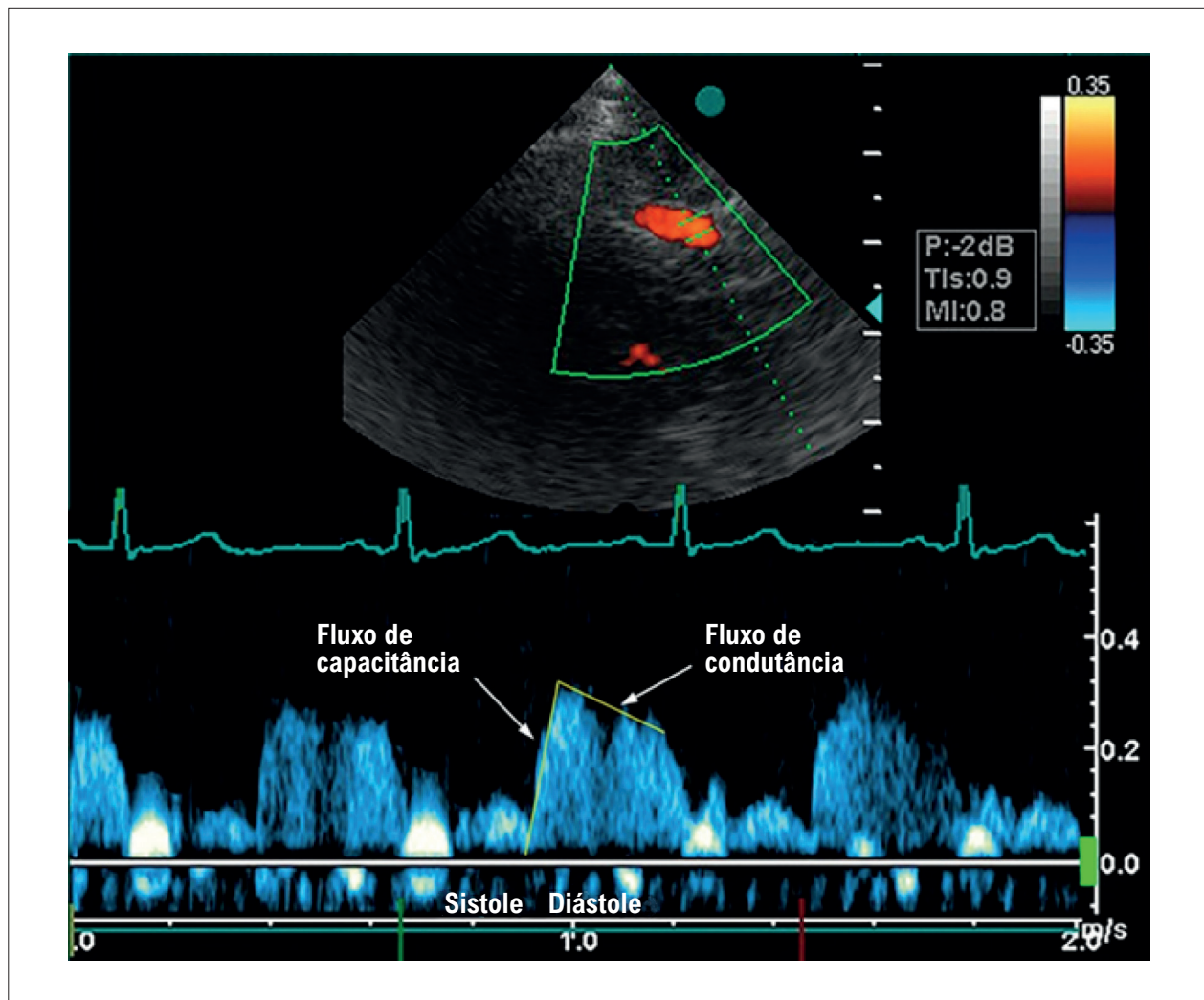


Figura 1 – Doppler transtorácico de fluxo coronário com padrão sistólico-normal.

Ramo descendente posterior da artéria coronária direita

A taxa de sucesso de visualização do ramo Descendente Posterior (DP) é entre 60 e 70%.³ O corte utilizado é o apical duas câmaras modificado. A partir desse plano, o transdutor deve ser girado ligeiramente no sentido anti-horário e o feixe de ultrassom direcionado posteriormente. Trata-se de um plano de transição entre os cortes de duas câmaras e três câmaras. Ao longo da parede inferior, deve-se procurar um fluxo pulsátil, diastólico e ascendente (vermelho). Esse fluxo pode ser identificado tanto no nível basal quanto em regiões mais apicais da parede inferior. Por isso, é importante realizar uma varredura cuidadosa da parede em busca desse vaso (Vídeo 2). As características observadas ao Doppler pulsátil são semelhantes às da ADA, conforme descrito anteriormente.

Ramo marginal da artéria circunflexa

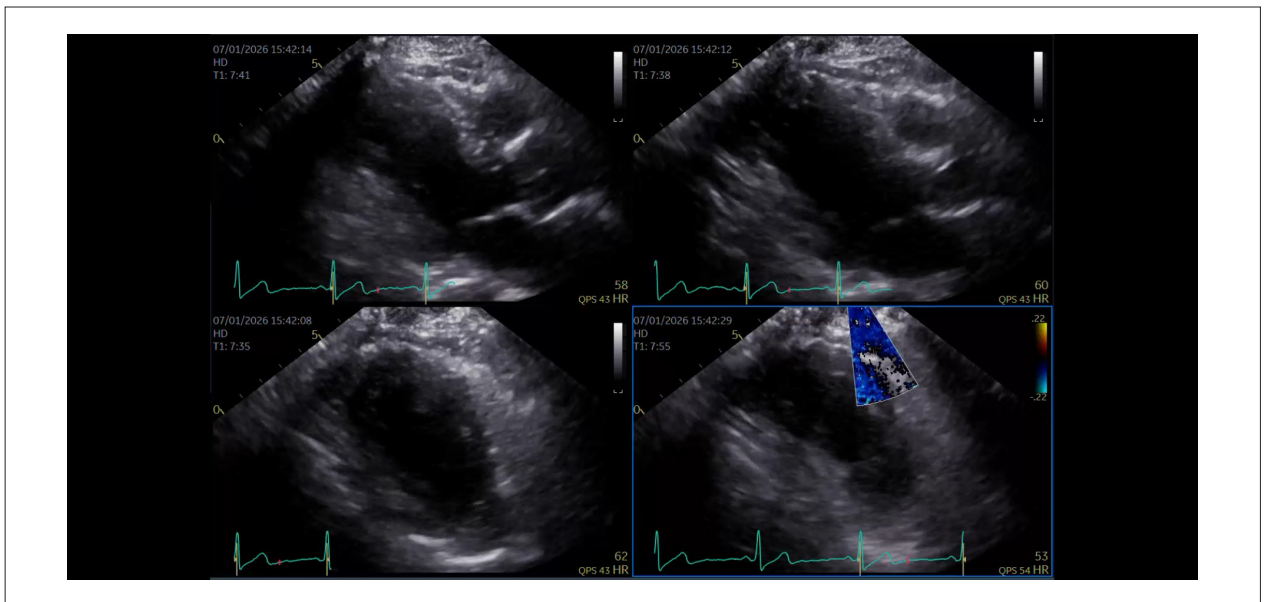
Dentre as três coronárias, esta é a tecnicamente mais difícil, com factibilidade inferior a 60%.⁴ Parte-se do corte apical quatro câmaras, girando o transdutor ligeiramente no sentido horário para

expor bem a parede lateral. Uma dica prática é deixar o ventrículo direito bem aberto na tela. Logo após, posterioriza-se o feixe do ultrassom, como se fôssemos estudar o seio coronário. A parede lateral deve ficar bem exposta, mesmo que a imagem fique fora de plano (Vídeo 3). Ressalta-se aqui que esses cortes são específicos para estudar as coronárias e não o ventrículo esquerdo. Isso pode gerar um pouco de estranheza inicialmente.

O Doppler colorido irá demonstrar um ou mais pequenos vasos na parede lateral, pulsátil, ascendente (vermelho) e diastólico. Novamente, destaca-se aqui a importância de realizar o estudo sempre com monitorização eletrocardiográfica. As características ao Doppler pulsátil são semelhantes às demais coronárias, como descritas anteriormente.

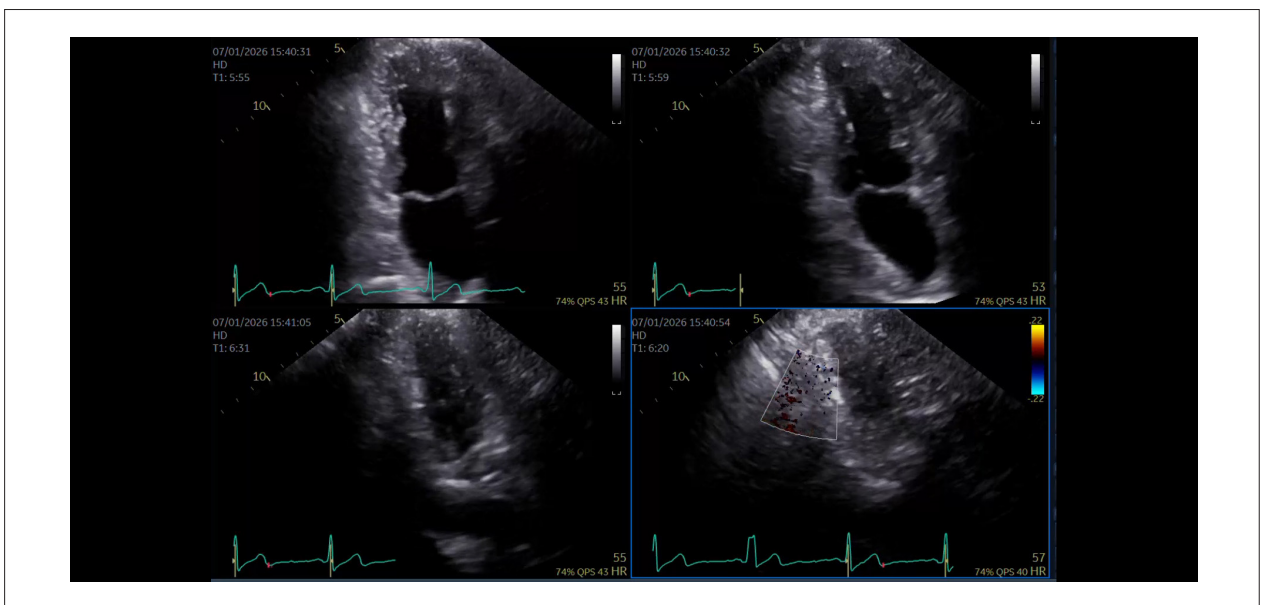
Pitfalls

Durante a avaliação do fluxo coronariano, podemos nos deparar com algumas estruturas que simulam a ADA. Um vaso comumente encontrado em topografia semelhante é a artéria torácica interna. No entanto, o padrão de fluxo



Video 1 – Passo a passo da visualização da ADA. 1 Corte paraesternal rebaixado. 2 Direcionar o feixe de US ao ombro esquerdo do paciente. 3 Giro horário para retirar o VD da imagem e identificar o sulco interventricular. 4 Doppler colorido evidenciando pequeno vaso com fluxo diastólico.

Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_01.mp4

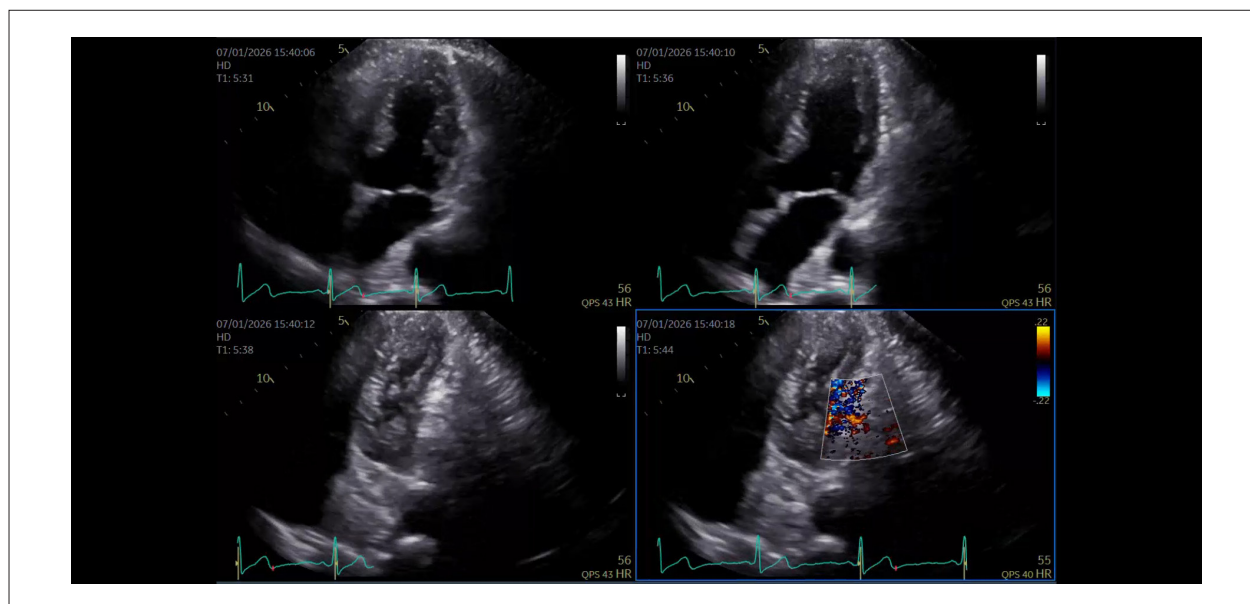


Video 2 – Passo a passo da visualização da DP. 1 Corte duas câmaras tradicional. 2 Corte intermediário entre duas e três câmaras. 3 Posteriorizar o feixe de ultrassom. 4 Doppler colorido evidenciando pequeno vaso com fluxo diastólico na parede inferior.

Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_02.mp4

ao Doppler é distinto: predominantemente sistólico e com maior velocidade. Pequenos derrames pericárdicos podem ter fluxo semelhante ao Doppler colorido; porém, ao estudo com o Doppler pulsátil não se identifica o padrão diastólico predominante. Em certas situações, um fluxo azul (descendente) pode ser identificado no sulco interventricular,

em oposição ao vermelho habitual; isso pode indicar oclusão da ADA com fluxo retrógrado ou a identificação de um ramo septal da própria ADA. O fluxo da DP pode ser confundido com o fluxo da via de entrada do ventrículo direito. Entretanto, o fluxo ao Doppler pulsátil é bastante diferente do fluxo coronariano característico.



Vídeo 3 – Passo a passo da visualização da Mg. 1 Corte quatro câmaras tradicional. 2 Giro anti-horário para “abrir” o VD. 3 Posteriorizar o feixe de ultrassom. 4 Doppler colorido evidenciando pequenos vasos com fluxo diastólico na parede lateral.
Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_03.mp4

Aplicações clínicas

Repouso

Geralmente, a velocidade diastólica do fluxo coronariano é inferior a 40 cm/s. Obviamente que essa velocidade é influenciada por diversos fatores. Hiperdinamia, taquicardia, hipertensão e anemia, por exemplo, podem elevá-la mesmo na ausência de estenose. O componente sistólico não costuma exceder a 60% da velocidade do componente diastólico.

De acordo com um recente estudo de Cortigiani et al.,⁵ em pacientes com síndromes coronárias crônicas e fração de ejeção do ventrículo esquerdo preservada, uma velocidade do fluxo coronariano em repouso na ADA igual ou superior a 32 cm/s foi independentemente associada a uma pior sobrevida.⁵ A combinação dessa velocidade em repouso com uma RFC reduzida foi, inclusive, o cenário de pior prognóstico.

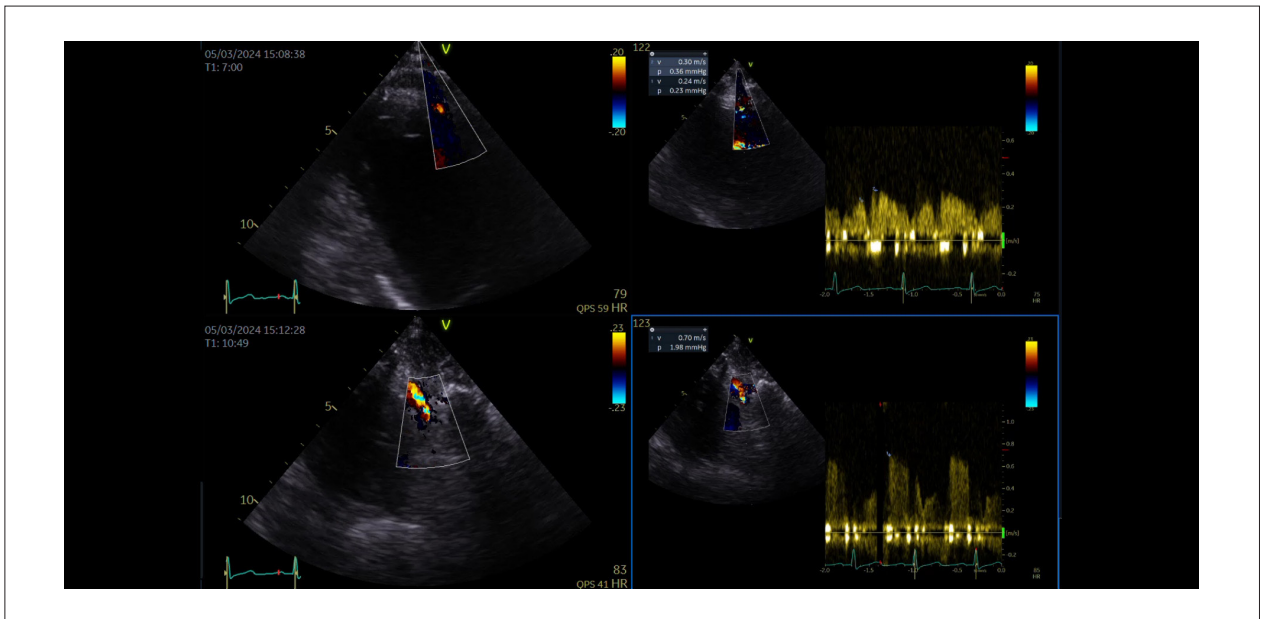
Na doença arterial coronariana, a simples identificação de um fluxo pérvio da ADA distal em um paciente com alteração de motilidade no mesmo território, adiciona uma importante informação do ponto de vista clínico. Não é infrequente a visualização direta de pontos com o fluxo turbulento e de alta velocidade ao Doppler. Alguns autores sugerem o ponto de corte acima de 80 cm/s, outros acima de 1 m/s, para detecção de obstrução significativa.^{6,7}

A identificação de “salto de velocidade” é um interessante parâmetro que levanta a possibilidade de estenose importante da ADA. Isso ocorre quando a velocidade diastólica duplica em diferentes regiões do vaso estudado (por exemplo proximal x distal). Além disso, um incremento na velocidade do componente sistólico do

fluxo coronariano é outro achado relevante. Uma relação da velocidade diastólica e sistólica inferior a 1,5 apresenta sensibilidade de 81,8% e especificidade de 85,7% para o diagnóstico de estenose coronária⁷ (Vídeo 4).

O padrão de fluxo coronariano com rápida desaceleração diastólica, frequentemente acompanhada de fluxo sistólico reverso, é um forte indicador do fenômeno de *no-reflow* em pacientes com síndrome coronariana aguda submetidos a intervenção coronária percutânea. Sua fisiopatologia reside em danos na microcirculação coronariana, como lesão endotelial e embolização distal, que impedem o preenchimento adequado do leito, elevando a pressão distal e acelerando a desaceleração do fluxo. Estudos demonstram que o tempo de desaceleração é significativamente menor nesses pacientes (152 ± 109 ms) em comparação com aqueles sem o fenômeno (395 ± 128 ms), indicando grave comprometimento da perfusão miocárdica.⁸

De forma similar, em pacientes com miocardiopatia hipertrófica, o Doppler coronário também evidencia um padrão atípico de fluxo, marcado pela redução, ausência ou inversão do fluxo sistólico⁹ (Figura 2). Essa semelhança com o padrão observado no *no-reflow* é atribuída ao aumento anormal da pressão intramiocárdica durante a sístole, que resulta na compressão dos pequenos vasos intramurais e na elevação da resistência coronária. Além disso, a detecção do fluxo nas artérias comunicantes septais representa outro padrão relevante, sendo um achado comum e particularmente prevalente nas morfologias apical e mista,¹⁰ conferindo-lhe um valor auxiliar significativo no diagnóstico diferencial de condições que podem mimetizar a cardiomiopatia hipertrófica apical (Vídeo 5).



Video 4 – Identificação de fluxo patológico de ADA em repouso e salto de velocidade. 1 Fluxo laminar da ADA terço médio distal. 2 Registro de PW evidenciando relação de velocidade diastólica (30 cm/s) e sistólica (24 cm/s) de 1,25 (sugestivo de estenose). 3 Fluxo turbulento da ADA ao “escanear o vaso mais proximalmente”. 4 Registro de PW evidenciando velocidade de 70 cm/s (incremento de 2,3 vezes). Coronariografia evidenciou lesão importante de tronco e ADA proximal. Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_04.mp4

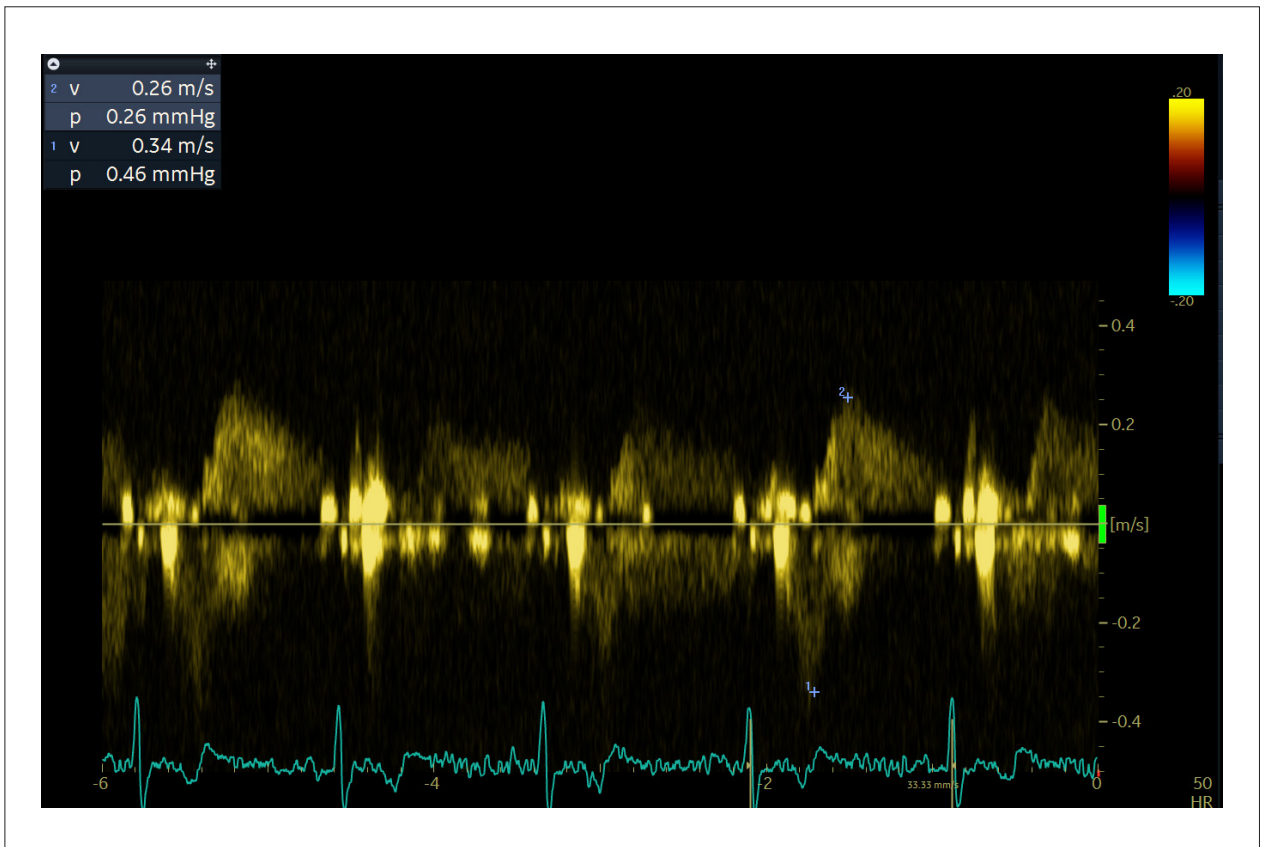
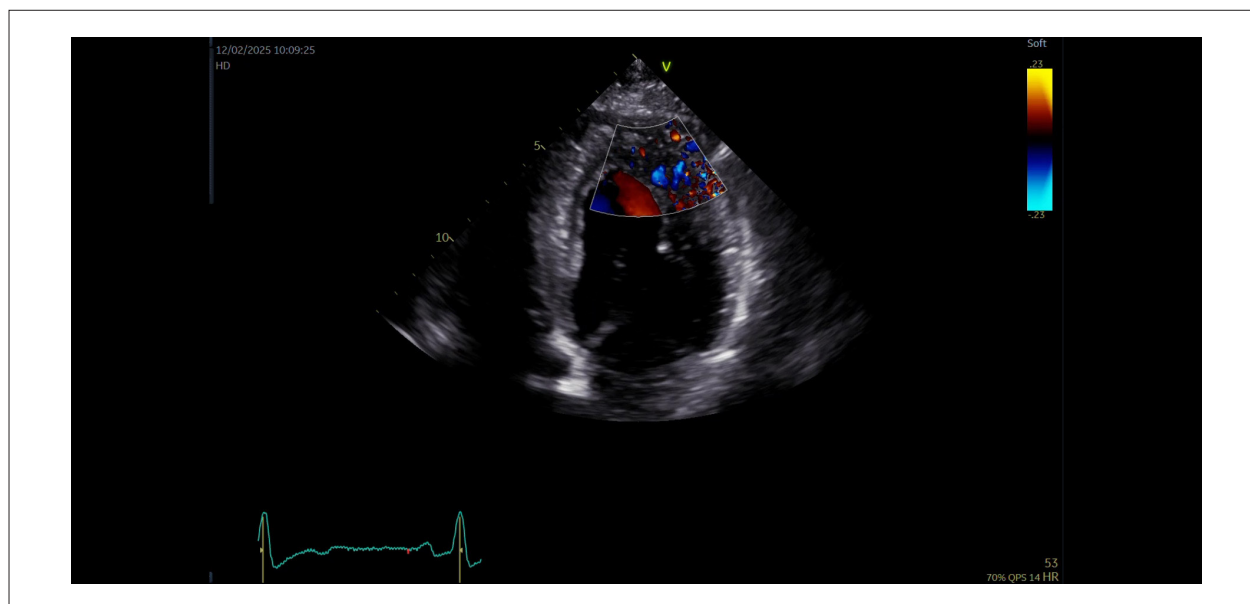


Figura 2 – Fluxo de ADA em paciente com MCH. Observa-se inversão do componente sistólico.



Vídeo 5 – Fluxo de ramos comunicantes apicais (azul) em paciente com miocardiopatia hipertrófica apical.

Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_05.mp4

Reserva de fluxo coronariano

A incorporação de múltiplos parâmetros, além da avaliação da motilidade parietal, na ecocardiografia de estresse transforma esse método em uma ferramenta clínica poderosa e extremamente versátil.¹¹ Além de ampliar seu poder diagnóstico, também acrescenta informações prognósticas relevantes e não redundantes.¹² Diversas publicações demonstram a importância da avaliação da RFC em diferentes cenários clínicos,¹³⁻¹⁵ e a Sociedade Europeia de Cardiologia recomenda seu uso rotineiro desde a diretriz de ecocardiografia de estresse de 2008.^{16,17}

A adição da avaliação do fluxo coronariano ao ecocardiograma de estresse, após treinamento adequado, não aumenta significativamente o tempo de execução do exame. Sua interpretação leva poucos segundos e é baseada na relação entre a velocidade da coronária ao estresse e em repouso. O valor discriminatório de 2,0 separa o normal do patológico. Todas as modalidades de estresse permitem a avaliação da RFC. A taxa de sucesso é maior nos estudos com vasodilatador (acima de 90%), seguida da dobutamina (por volta de 80%) e do exercício em bicicleta (cerca de 70%).¹⁸

Metodologia com vasodilatador

Após realizar a captura de todas as imagens necessárias para a linha de base, registra-se a velocidade diastólica da ADA o mais distal possível. Sem retirar o transdutor do tórax do paciente, mantendo a visualização da coronária continuamente no mesmo ponto e na mesma angulação, inicia-se a administração de dipiridamol na dose de 0,84 mg/Kg em quatro minutos. Registra-se, então a velocidade máxima obtida até um minuto após o término da infusão (quinto minuto de exame). Em situações normais, a velocidade da ADA duplica poucos minutos após o início da prova.

Metodologia com dobutamina

Diferentemente do protocolo com dipiridamol, no qual a ADA é monitorizada continuamente, no teste com dobutamina a velocidade da ADA é aferida em repouso e, novamente, após um incremento de 50 batimentos em relação à frequência cardíaca basal e/ou quando se atinge 75% da frequência cardíaca máxima prevista, o que geralmente ocorre nas etapas de altas doses do fármaco.¹⁹

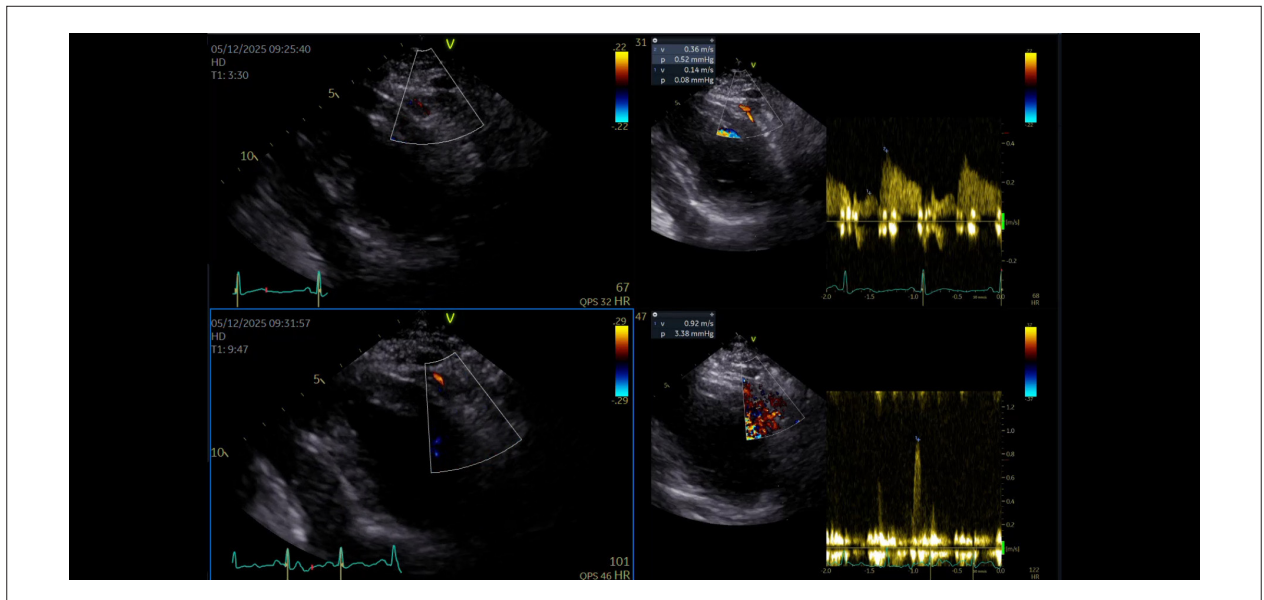
Metodologia com exercício em bicicleta supina

A avaliação da RFC durante o exercício é mais desafiadora. À medida que a carga aumenta, a movimentação do tronco e a hiperventilação prejudicam a janela acústica e dificultam a visualização da ADA.

Para operadores menos experientes, recomendamos uma estratégia análoga ao protocolo com dipiridamol: localizar a ADA em repouso com Doppler colorido e assegurar sua visualização contínua no setor de imagem desde o início do exame. Essa abordagem favorece a mensuração da velocidade sempre no mesmo ponto e com a mesma angulação. No entanto, a principal limitação dessa abordagem é a perda dos registros do exame bidimensional em baixa carga de esforço, particularmente úteis em estudos realizados no cicloergômetro.

Outro enfoque, mais difícil do ponto de vista técnico, é iniciar a monitorização da ADA durante o esforço imediatamente após a aquisição das imagens bidimensionais em carga baixa, garantindo que a velocidade seja mensurada no mesmo ponto e com a mesma angulação utilizados em repouso (Vídeo 6).

Em indivíduos normais, a velocidade da coronária duplica já nas etapas iniciais do exercício (até 75 watts). Utilizam-se os mesmos conceitos aplicados ao protocolo com dobutamina em relação à frequência cardíaca para avaliação da RFC, caso essa duplicação não ocorra rapidamente.



Video 6 – RFC de ADA ao exercício. 1 Fluxo em repouso. 2 Velocidade diastólica de 36 cm/s. 3 Fluxo ao esforço (75W). 4 Velocidade diastólica de 92 cm/s. RFC de 2,55 (normal acima de 2).

Link: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3901/2026-0006_video_06.mp4

Vale destacar que, embora a avaliação da RFC na ADA seja a mais utilizada, ela também pode ser realizada nas demais coronárias; contudo, a taxa de sucesso tende a ser menor.

Conclusão

A avaliação do fluxo coronariano por ecocardiografia deixou de ser uma utopia e já se consolidou como uma realidade capaz de transformar os laboratórios de ecocardiografia. Em repouso ou sob estresse, com vasodilatadores ou durante o exercício, as possibilidades são amplas e as informações obtidas, altamente relevantes. É possível detectar obstruções coronarianas significativas em repouso e antecipar os resultados do ecoestresse antes mesmo do surgimento de isquemia. Identificar maior risco em pacientes com motilidade segmentar normal, mas com RFC reduzida, tem impacto clínico direto. A ecocardiografia, portanto, não deve ser tratada como um mero coadjuvante, mas sim como protagonista.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Del Castillo JM, Shehadeh I.

Referências

1. Zagatina A, Zhuravskaya N, Caprnda M, Shiwani HA, Gazdikova K, Rodrigo L, et al. Should we Routinely Assess Coronary Artery Doppler in Daily Echocardiography Practice? Acta Cardiol. 2022;77(7):573-9. doi: 10.1080/00015385.2021.1973771.
2. Ciampi Q, Zagatina A, Cortigiani L, Gaibazzi N, Daros CB, Zhuravskaya N, et al. Functional, Anatomical, and Prognostic Correlates of Coronary Flow Velocity Reserve During Stress Echocardiography. J Am Coll Cardiol. 2019;74(18):2278-91. doi: 10.1016/j.jacc.2019.08.1046.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

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

Aprovação Ética e Consentimento Informado

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

Uso de Inteligência Artificial

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

Disponibilidade de Dados

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

Artigo de Revisão

3. Rigo F, Murer B, Ossena G, Favaretto E. Transthoracic Echocardiographic Imaging of Coronary Arteries: Tips, Traps, and Pitfalls. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008;6:7. doi: 10.1186/1476-7120-6-7.
4. Vegsundvåg J, Holte E, Wiseth R, Hegbom K, Hole T. Transthoracic Echocardiography for Imaging of the Different Coronary Artery Segments: A Feasibility Study. *Cardiovasc Ultrasound*. 2009;7:58. doi: 10.1186/1476-7120-7-58.
5. Cortigiani L, Gaibazzi N, Ciampi Q, Rigo F, Rodríguez-Zanella H, Wierzbowska-Drabik K, et al. High Resting Coronary Flow Velocity by Echocardiography Is Associated with Worse Survival in Patients with Chronic Coronary Syndromes. *J Am Heart Assoc*. 2024;13(4):e031270. doi: 10.1161/JAHA.123.031270.
6. Rigo F, Picano E. Coronary Flow Reserve. In: Picano E, editor. *Stress Echocardiography*. Cham: Springer; 2015. doi:10.1007/978-3-319-20958-6_9.
7. Lowenstein J. Padrões de Fluxo Coronariano Normal e Determinação da Reserva Coronariana pelo Ecodopplertranstorácico. In: Mathias W Jr, Tsutsui JM, editors. *Ecocardiografia*. Barueri: Manole; 2012, p. 109-29.
8. Youn HJ, Foster E. Demonstration of Coronary Artery Flow Using Transthoracic Doppler Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17(2):178-85. doi: 10.1016/j.echo.2003.08.017.
9. Ferreiro DE, Cianciulli TF, Saccheri MC, Lax JA, Celano L, Beck MA, et al. Assessment of Coronary Flow with Transthoracic Color Doppler Echocardiography in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy. *Echocardiography*. 2013;30(10):1156-63. doi: 10.1111/echo.12242.
10. Sousa CG, Castillo JMD, Mazarrollo C, Albuquerque ES, Sena ADM, Brindeiro D Filho, et al. Comparative Analysis of the Coronary Arteries Flow Pattern in Secondary Myocardial Hypertrophies and by Sarcomeric Mutation. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2021;34(1):eabc131. doi: 10.47593/2675-312X/20213401eabc131.
11. Picano E, Ciampi Q, Wierzbowska-Drabik K, Urluescu ML, Morrone D, Carpeggiani C. The New Clinical Standard of Integrated Quadruple Stress Echocardiography with ABCD Protocol. *Cardiovasc Ultrasound*. 2018;16(1):22. doi: 10.1186/s12947-018-0141-z.
12. Ciampi Q, Zagatina A, Cortigiani L, Wierzbowska-Drabik K, Kasprzak JD, Haberk M, et al. Prognostic Value of Stress Echocardiography Assessed by the ABCDE Protocol. *Eur Heart J*. 2021;42(37):3869-78. doi: 10.1093/eurheartj/ehab493.
13. Lowenstein JA, Caniggia C, Rousse G, Amor M, Sánchez ME, Alasia D, et al. Coronary Flow Velocity Reserve during Pharmacologic Stress Echocardiography with Normal Contractility Adds Important Prognostic Value in Diabetic and Nondiabetic Patients. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(10):1113-9. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.009.
14. Cortigiani L, Gaibazzi N, Ciampi Q, Tuttolomondo D, Navacchi R, Bovenzi F, et al. Prognostic Significance of Coronary Flow Velocity Reserve in Patients with Peripheral Arterial Disease. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2025;41(7):1287-95. doi: 10.1007/s10554-025-03411-z.
15. Ciampi Q, Olivotto I, Gardini C, Mori F, Peteiro J, Monserrat L, et al. Prognostic Role of Stress Echocardiography in Hypertrophic Cardiomyopathy: The International Stress Echo Registry. *Int J Cardiol*. 2016;219:331-8. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.06.044.
16. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzak J, Lancellotti P, Poldermans D, et al. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement: European Association of Echocardiography (EAE) (A Registered Branch of the ESC). *Eur J Echocardiogr*. 2008;9(4):415-37. doi: 10.1093/ejehoccard/jen175.
17. Picano E, Pierard L, Peteiro J, Djordjevic-Dikic A, Sade LE, Cortigiani L, et al. The Clinical Use of Stress Echocardiography in Chronic Coronary Syndromes and Beyond Coronary Artery Disease: A Clinical Consensus Statement from the European Association of Cardiovascular Imaging of the ESC. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2024;25(2):e65-e90. doi: 10.1093/ehjci/jead250.
18. Rigo F, Picano E. Step D for Doppler-Based Coronary Flow Velocity Reserve in Stress Echocardiography. In: Picano E, editors. *Stress Echocardiography*. Cham: Springer; 2023. p. 55-77. doi: 10.1007/978-3-031-31062-1_4.
19. Forte EH, Rouse MG, Lowenstein JA. Target Heart Rate to Determine the Normal Value of Coronary Flow Reserve during Dobutamine Stress Echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9:10. doi: 10.1186/1476-7120-9-10.

