

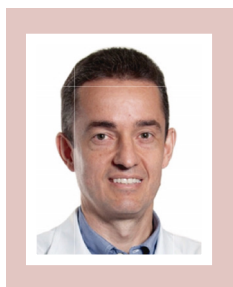
Como Eu Faço Ecocardiograma de Estresse Diastólico

My Approach of Diastolic Stress Echocardiography

Faculdade de Medicina de Marília;¹ Instituto do Coração de Marília,² Marília, SP, Brasil.



Fabio Villaça Guimarães Filho^{1,2}



Alexandre Rodrigues^{1,2}

Introdução

A Ecocardiografia Doppler (ED) tem papel imprescindível na avaliação em repouso em todos os pacientes com sintomas de Insuficiência Cardíaca (IC).^{1,2} Entretanto, pacientes com IC e Fração de Ejeção Preservada (ICFEP) podem ter dispneia somente no exercício, com perfil hemodinâmico, Débito Cardíaco (DC) e Pressão de Enchimento do Ventrículo Esquerdo (PEVE) no repouso similares aos saudáveis com função diastólica normal.^{1,2} A avaliação no repouso pode ser insuficiente nesses pacientes, justificando a avaliação com exercício, confirmando ou afastando o aumento da PEVE.^{3,4}

Ecocardiograma de estresse diastólico

A resposta normal ao exercício é o aumento de várias vezes do DC sem incremento da PEVE, principalmente pela melhora do relaxamento com sucção na diástole mais eficiente. Na presença de disfunção diastólica, o relaxamento miocárdico está comprometido, ficando mais evidente ao exercício, com relaxamento anormal e sucção inicial da diástole não adequada para enchimento normal. O resultado é o aumento inadequado do DC com elevação da PEVE.

A avaliação de parâmetros da função diastólica, por meio do Ecocardiograma de Estresse Diastólico (EED) durante o exercício, permite evidenciar essas alterações hemodinâmicas.^{5,6} Os parâmetros mais estudados e validados são a relação da velocidade da onda E do fluxo mitral pela velocidade diastólica precoce (e') no Doppler tecidual do anel mitral, e a Velocidade Máxima do Refluxo Tricúspide (VMRT) na estimativa de Pressão Capilar Pulmonar (PCP) e da Pressão Sistólica da Artéria Pulmonar (PSAP) em, respectivamente,

repouso e exercício.⁷ Na presença de relaxamento normal, ocorre, no exercício, aumento proporcional das velocidades E e e' , mantendo a relação inalterada.⁸ Em indivíduos com doença miocárdica e relaxamento anormal, não há aumento de e' tal como da velocidade de E, que também se eleva pelo aumento da pressão do Átrio Esquerdo (AE), sendo esperado aumento da relação E/ e' . Estudos com correlação hemodinâmica invasiva mostraram que a avaliação da relação E/ e' no exercício é bastante útil quando for < 10 (septal) para afastar aumento da PEVE e > 14 (média) para sugerir aumento da PEVE.⁵⁻⁷ A estimativa da PSAP no exercício também é bastante útil, pois a presença da hipertensão pulmonar induzida pelo esforço associa-se com eventos adversos cardíacos e maior mortalidade.⁹

A isquemia miocárdica pode causar a disfunção diastólica com aumento da PEVE e dispneia. Pacientes com doença coronária conhecida ou suspeita encaminhados para pesquisa de isquemia pela ecocardiografia de estresse se beneficiam da adição da avaliação da função diastólica, podendo-se obter informações prognósticas relacionadas a capacidade funcional, desfechos clínicos e mortalidade.^{10,11}

Com maior número de publicações demonstrando exequibilidade, validação hemodinâmica e implicações diagnósticas, diretrizes de avaliação da função diastólica e de IC crônica têm dado recomendação favorável para o emprego do EED na suspeita clínica de ICFEP por dispneia não explicada aos esforços com disfunção diastólica grau I no repouso.^{3,4,12}

Protocolos utilizados no diagnóstico da insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada com o ecocardiograma de estresse diastólico

O EED pode ser realizado com bicicleta ou esteira, e a escolha depende da disponibilidade local e experiência do serviço, não sendo recomendado o farmacológico.^{3,4} Das duas modalidades, a bicicleta na posição supina é a mais recomendada pelas avaliações durante os estágios e no pico, com validação hemodinâmica.^{7,13} O teste com esteira é uma boa alternativa, uma vez que as alterações na diástole persistem após cessar o exercício.^{3,4,14}

Palavras-chave

Insuficiência Cardíaca; Ecocardiografia de Esforço; Estresse.

Correspondência: Fabio Villaça Guimarães Filho •

Avenida Vicente Ferreira, 780. CEP: 17.515-000, Marília, SP, Brasil.
E-mail: fabio.icm@icm.com.br

DOI: 10.5935/2318-8219.20200006

Em nosso serviço utilizamos a esteira com o protocolo de Bruce, e nos pacientes com menor mobilidade e idosos, Bruce modificado. Podemos observar, no Quadro 1 os protocolos,

as vantagens e as limitações, e no Quadro 2, os parâmetros da função diastólica e da PSAP^{3,4}

A esteira é posicionada ao lado do aparelho de ecocardiograma,

Quadro 1 – Protocolos, vantagens e limitações.

Modalidade	Protocolos	Vantagens	Limitações
Bicicleta (posição ereta, semissupina ou supina)	Padrão: carga inicial 25 W, 60 rpm, incrementos de 25 W cada 2 minutos	Fisiológico Mais recomendado, pois permite a avaliação em cada estágio Mais tempo para aquisição no pico do exercício Mais sensível para detectar isquemia do que a esteira (imagens no pico) Validação hemodinâmica com estudos invasivos	Pouca disponibilidade Movimento do paciente durante o exercício pode dificultar a obtenção das imagens Menor carga de trabalho alcançado em relação à esteira
Esteira	Bruce: inclinação inicial de 10% e incrementos de 2% a cada estágio de 3 minutos, até o sétimo estágio Bruce modificado: inclinação inicial de 0%, duração de 3 minutos cada estágio e incrementos na inclinação para 5, 10, 12 e 14% no quinto estágio	Fisiológico Bastante disponível Maior familiaridade dos médicos e pacientes Cargas de trabalho mais elevadas Maior duplo produto à custa de frequência cardíaca mais elevada Pode ser mais específico para detectar isquemia do que a bicicleta	Dificuldade técnica em adquirir imagens no pico do exercício Possibilidade de normalização das alterações no período pós-exercício Tempo muito curto para adquirir as imagens (60 a 90 segundos após cessar o exercício) Aguardar frequência cardíaca na recuperação atingir 100 a 110/minuto para evitar a fusão das ondas do Doppler mitral, bem como do tecidual do anel mitral Não tem validação hemodinâmica com medidas invasivas

FC: frequência cardíaca.

Quadro 2 - Parâmetros adquiridos no TED no repouso e durante (bicicleta) ou pós-exercício imediato (esteira).

Parâmetro	Aquisição	Vantagens	Limitações
E	Apical 4 câmaras do VE Doppler pulsado com amostra de volume de 1 a 3 mm, entre as pontas das cúspides da valva mitral Otimizar ganho e filtro Medir no pico da velocidade inicial da diástole	Altamente factível e reprodutível	Fusão das velocidades E e A com FC elevada Diminui com a idade Adquirir quando a FC entre 100 e 110 btm/ minuto
e'(lateral, medial)	Apical 4 câmaras do VE Doppler tecidual do anel mitral com amostra de volume de 5 a 10 mm na região septal e lateral Otimizar ganho e filtro	Altamente factível e reprodutível	Fusão das velocidades e' e a' com FC elevada Diminui com a idade Acurácia limitada em pacientes com alteração segmentar no segmento estudado, calcificação do anel mitral, anel protético, doença pericárdica. Utilizar preferencialmente e' septal; utilizar e' lateral se houver calcificação medial do anel ou alteração da contração segmentar septal Diferentes pontos de corte dependendo do local da amostra
Relação E/e'	Razão entre as velocidades E e e'	Altamente factível e reprodutível Validação hemodinâmica com bicicleta	Acurácia diminuída em indivíduos normais, calcificação do anel mitral, doença valvar mitral e pericárdica significativas, alteração da contração segmentar no segmento estudado Resultados conflitantes com a validação hemodinâmica em alguns estudos. Diferentes pontos de corte dependendo do local da amostra
VMRT	Apical 4 câmaras do VE ou paraesternal da via de entrada do VD Velocidade de pico obtida com Doppler contínuo Otimizar ganho e filtro para evidenciar a curva completa do fluxo	Adjunto indireto da estimativa da pressão de enchimento do VE	Aumento da velocidade com o exercício pode ser por doença de parênquima pulmonar ou resposta normal ao aumento de fluxo no exercício em indivíduos normais Obtenção do sinal completo da regurgitação tricúspide não é obtida em um terço dos pacientes Menos confiável se houver regurgitação tricúspide acentuada.

VE: ventrículo esquerdo; FC: frequência cardíaca; e': velocidade de enchimento diastólica inicial no Doppler tecidual do anel mitral septal e lateral; E: velocidade máxima de enchimento inicial mitral; VD: ventrículo direito.

facilitando a passagem do paciente para a maca logo após a interrupção do exercício, sendo realizado conforme a sequência:

1. Obtenção das variáveis da função diastólica e PSAP.

Adquirimos as imagens do Ventrículo Esquerdo (VE): paraesternal longitudinal e transversal, apical 4 e 2 câmaras para a avaliação da contratilidade segmentar.

2. Os pacientes vão para a esteira com a monitorização contínua de três derivações de eletrocardiograma e avaliação da pressão arterial a cada 3 minutos.

3. São estimulados a atingirem a Frequência Cardíaca (FC) máxima prevista para a idade ($220 - \text{idade}$) ou apresentarem sintomas.

4. Assim que o exercício é interrompido, rapidamente se movem para a maca em decúbito lateral esquerdo, com aquisição das imagens do VE como no repouso, em 60 a 90 segundos, evitando a normalização de alguma alteração da contração segmentar.

6. Aquisição do Doppler da tricúspide, pois a PSAP tende a se normalizar rapidamente após cessar o exercício. A infusão de contraste pode melhorar o traçado do Doppler e as bordas do endocárdio, mas não é útil para o Doppler tecidual. A pressão do átrio direito é estimada entre 5 a 10 mmHg pela dificuldade da avaliação dos diâmetros da veia cava inferior durante o exercício.

7. Obtenção do Doppler Mitral e tecidual do anel mitral quando a FC entre 100 e 110 bpm/minuto.

Interpretação do ecocardiograma de estresse diastólico

A capacidade de exercício do paciente deve ser comparada com nomograma de idade e sexo, observando se a dispneia é a principal limitação para interrupção do teste.

A resposta cronotrópica dos pacientes com ICPEP pode apresentar incompetência cronotrópica, ou seja, não consegue alcançar 85% da FC prevista.¹⁵

Availamos a contratilidade segmentar do VE, imagens em repouso e após esforço imediato lado a lado, visando excluir alterações da contratilidade segmentar como causa de isquemia.

Interpretação da função diastólica:^{3,4} o teste é normal se E/e' septal < 10 no repouso e exercício, e a VMRT $< 2,8$ cm/segundo no repouso e exercício (Figura 1); o teste é anormal quando e' septal < 7 cm/segundo ou e' lateral < 10 cm/segundo no repouso, e com o exercício E/e' septal > 15 , E/e' média > 14 , VMRT $> 2,8$ m/segundo (Figura 2); o aumento isolado da VMRT não deve ser utilizado como

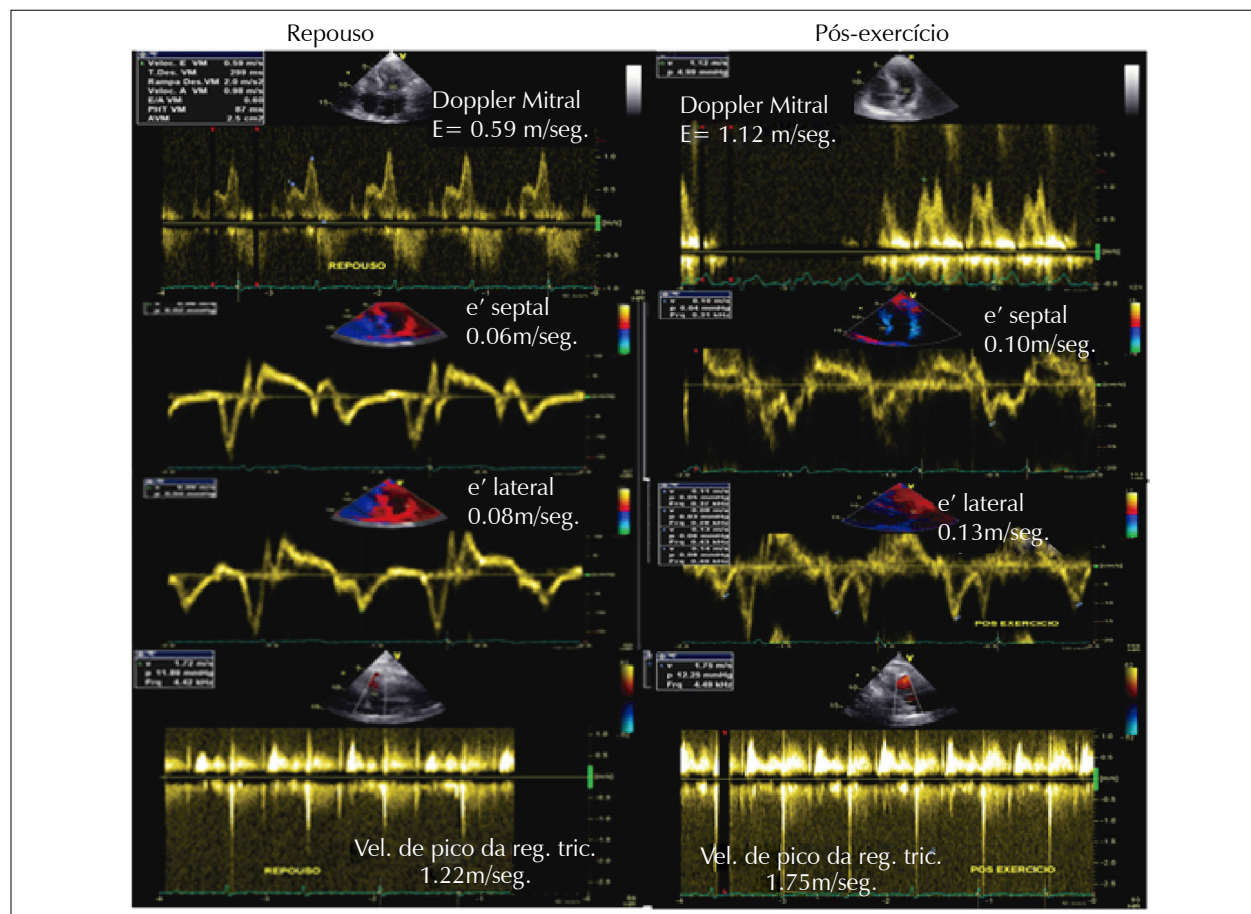


Figura 1 - Sexo feminino 75 anos, hipertensão arterial e dislipidemia, com dispneia aos esforços, submetida a TED protocolo de Bruce modificado, sem alterações na contratilidade segmentar do VE. Duração de 9 minutos, interrompido por cansaço, eletrocardiograma sem alterações. Atingiu FC submáxima, sem alterações na contração segmentar após exercício. E/e' média repouso = 8.4 e PSAP estimada em 16 mmHg. Após exercício E/e' média = 9.7 e PSAP estimada em 17 mmHg. TED normal.

critério diagnóstico da ICFEP, pois pode ser causado pela resposta hemodinâmica normal ao exercício na ausência de elevação da PEVE ou por doença de parênquima pulmonar.¹²

Novas perspectivas

A incorporação de novas técnicas deve incluir função

sistólica longitudinal pelo *strain* global longitudinal, função diastólica pelo *strain rate*, *strain* do AE e medida da sucção inicial do VE com os parâmetros de torção.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

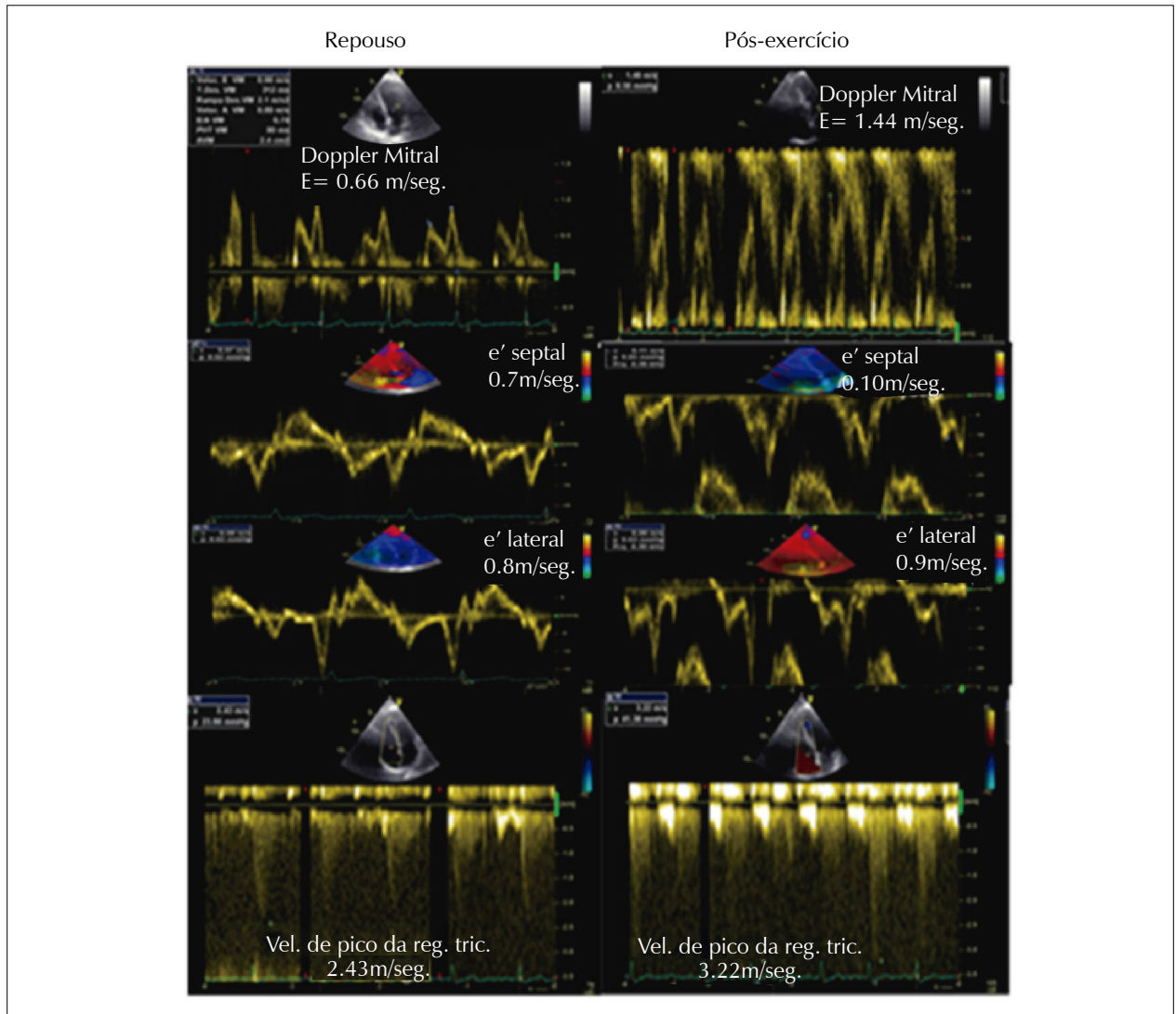


Figura 2 - Sexo feminino 68 anos, hipertensão arterial, diabetes e dislipidemia, com cansaço aos médios esforços, submetida a TED protocolo de Bruce, sem alterações na contratilidade segmentar do VE. Completou 7 minutos, apresentou cansaço moderado, atingiu 90% da FC máxima prevista. Eletrocardiograma sem alterações, sem alterações na contração segmentar após exercício. E/e' média repouso= 8.8 e PSAP estimada em 28 mmHg. Após exercício E/e' média= 15 e PSAP estimada em 46 mmHg. TED anormal.

Referências

1. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Am Soc Echocardiogr. 2016;29(4):277-314.
2. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016;17(12):1321-60.

3. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, Chaudhry FA, Donal E, Dulgheru R, et al. The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(11):1191-229.
4. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W, Chaudhry FA, Donal E, Dulgheru R, et al. The Clinical Use of Stress Echocardiography in Non-Ischaemic Heart Disease: Recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(2):101-38.
5. Ha JW, Oh JK, Pellikka PA, Ommen SR, Stussy VL, Bailey KR, et al. Diastolic stress echocardiography: a novel noninvasive diagnostic test for diastolic dysfunction using supine bicycle exercise Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(1):63-8.
6. Borlaug BA, Nishimura RA, Sorajja P, Lam CS, Redfield MM. Exercise hemodynamics enhance diagnosis of early heart failure with preserved ejection fraction. *Circ Heart Fail*. 2010;3(5):588-95.
7. Obokata M, Kane GC, Reddy YN, Olson TP, Melenovsky V, Borlaug BA. Role of Diastolic Stress Testing in the Evaluation for Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: A Simultaneous Invasive-Echocardiographic Study. *Circulation*. 2017;135(9):825-38.
8. Ha JW, Lulic F, Bailey KR, Pellikka PA, Seward JB, Tajik AJ, et al. Effects of treadmill exercise on mitral inflow and annular velocities in healthy adults. *Am J Cardiol*. 2003;91(1):114-5.
9. Lam CS, Roger VL, Rodeheffer RJ, Borlaug BA, Enders FT, Redfield MM. Pulmonary hypertension in heart failure with preserved ejection fraction: a community-based study. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(13):1119-26.
10. Grewal J, McCully RB, Kane GC, Lam C, Pellikka PA. Left ventricular function and exercise capacity. *JAMA*. 2009;301(3):286-94.
11. Holland DJ, Prasad SB, Marwick TH. Prognostic implications of left ventricular filling pressure with exercise. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3(2):149-56.
12. Pieske B, Tschöpe C, de Boer RA, Fraser AG, Anker SD, Donal E, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2019;40(40):3297-317.
13. Talreja DR, Nishimura RA, Oh JK. Estimation of left ventricular filling pressure with exercise by Doppler echocardiography in patients with normal systolic function: a simultaneous echocardiographic-cardiac catheterization study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20(5):477-9.
14. Ishii K, Imai M, Suyama T, Maenaka M, Nagai T, Kawanami M, et al. Exercise-induced post-ischemic left ventricular delayed relaxation or diastolic stunning: is it a reliable marker in detecting coronary artery disease? *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(8):698-705.
15. Borlaug BA, Melenovsky V, Russell SD, Kessler K, Pacak K, Becker LC, et al. Impaired chronotropic and vasodilator reserves limit exercise capacity in patients with heart failure and a preserved ejection fraction. *Circulation*. 2006;114(20):2138-47.