

Como Eu Faço o Acompanhamento da Valvoplastia Mitral Percutânea por Balão

My Approach to Echocardiographic Guidance During Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty

Eliza de Almeida Gripp,^{1,2} Bernardo Nascimento Lourenço,^{1,3} Larissa Ribas Carestiatto,¹ Marcelo Lemos Ribeiro,¹ Leandro Assumpção Côrtes,⁴ Arnaldo Rabischoffsky²

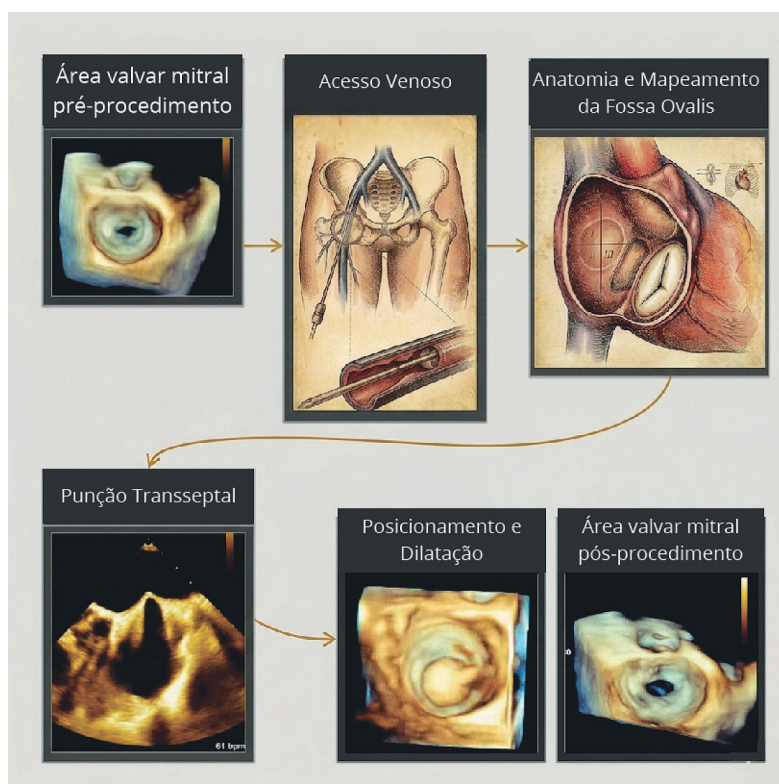
Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), Universidade Federal Fluminense (UFF),¹ Niterói, RJ – Brasil

Hospital Pró-Cardíaco,² Botafogo, Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Programa de Pós-graduação em Ciências Cardiovasculares, Universidade Federal Fluminense (UFF),³ Fátima, Niterói, RJ – Brasil

Instituto Nacional de Cardiologia,⁴ Laranjeiras, Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço o Acompanhamento da Valvoplastia Mitral Percutânea por Balão



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2026;39(3):e20260085

Palavras-chave

Ecocardiografia Tridimensional; Ecocardiografia Transesofágica; Estenose da Valva Mitral; Cardiopatia Reumática

Correspondência: Eliza de Almeida Gripp •

Hospital Pró-Cardíaco. Rua General Polidoro, 192. CEP: 22280-003.

Botafogo, RJ – Brasil

E-mail: elizagripp@yahoo.com.br

Artigo recebido em 13/06/2026; revisado em 22/06/2026; aceito em 25/06/2026

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20260085>

Resumo

A doença cardíaca reumática (DCR) permanece como importante problema de saúde pública em âmbito mundial, em razão de sua elevada morbimortalidade, acometendo preferencialmente a valva mitral. Embora apresente maior prevalência em países em desenvolvimento, a doença também é diagnosticada, ainda que com menor frequência, em países desenvolvidos. Nesse contexto, a valvoplastia mitral percutânea por balão (VMPB) consolidou-se como uma modalidade terapêutica altamente eficaz para pacientes selecionados, sendo seu sucesso técnico e clínico fortemente

dependente de uma criteriosa seleção dos candidatos ao procedimento. O presente artigo tem como objetivo revisar os principais aspectos relacionados à VMPB, desde os critérios ecocardiográficos empregados na seleção dos pacientes até a monitorização intraprocedimento por meio do ecodopplercardiograma transesofágico (ETE).

Introdução

A doença cardíaca reumática (DCR) representa uma das principais causas de doença cardiovascular em todo o mundo, sendo considerada a segunda maior causa de morbimortalidade cardiovascular, atrás apenas da doença cardiovascular aterosclerótica.¹ A prevalência da DCR permanece elevada em países em desenvolvimento; no Brasil e na Índia, por exemplo, estimam-se taxas de 7 e 6 casos por 1.000 escolares, respectivamente. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística estimam a ocorrência de aproximadamente 10 milhões de episódios anuais de faringoamigdalite no Brasil, resultando em cerca de 30.000 novos casos de febre reumática aguda.^{2,3} Em escala global, estima-se que aproximadamente 30 milhões de crianças e adultos jovens convivam com a forma crônica da doença. Em contraste, a incidência em países desenvolvidos é substancialmente menor, variando de 0,1 a 0,4 casos por 1.000 escolares, conforme descrito nos Estados Unidos.⁴

No contexto brasileiro, a ausência de programas efetivos de prevenção da febre reumática impõe expressiva sobrecarga ao Sistema Único de Saúde. Essa deficiência assistencial favorece a progressão para lesões valvares crônicas, entre as quais a estenose mitral (EM) constitui a manifestação mais frequente. Pacientes com EM grave e sintomática apresentam indicação formal de intervenção, que pode ser realizada por via percutânea ou cirúrgica.³

Historicamente, antes do advento das técnicas percutâneas, o tratamento padrão da EM consistia na comissurotomia cirúrgica. Inicialmente, o procedimento era realizado por meio da comissurotomia digital, na qual o cirurgião utilizava os próprios dedos para promover a dilatação das comissuras valvares. Posteriormente, com o aperfeiçoamento da técnica, passou-se a utilizar um dilatador mecânico introduzido através da incisão cirúrgica, permitindo uma dilatação mais controlada da valva mitral. A comissurotomia por via fechada, introduzida na década de 1940, foi gradualmente substituída pela cirurgia cardíaca aberta entre o final da década de 1960 e o início da década de 1970, impulsionada pelo desenvolvimento da circulação extracorpórea. Em 1982, Kanji Inoue realizou a primeira valvoplastia mitral percutânea por balão (VMPB), cuja descrição original foi publicada em 1984.^{5,6} Embora outras técnicas, como a utilização de duplo balão, também tenham sido desenvolvidas, o balão de Inoue consolidou-se como o dispositivo de escolha. Quando criteriosamente indicada, a VMPB apresenta eficácia e durabilidade comparáveis às da comissurotomia cirúrgica, promovendo melhora hemodinâmica e clínica sustentada em curto e longo prazo, com mortalidade em torno de 1%.⁷

Embora os dispositivos empregados na VMPB, como os cateteres-balão, tenham sofrido modificações tecnológicas relativamente discretas nas últimas quatro décadas, os avanços nos métodos de imagem transformaram significativamente a realização do procedimento. Nesse contexto, destaca-se o papel do ecodopplercardiograma transesofágico (ETE), especialmente após a incorporação da tecnologia 3D. A elevada qualidade das imagens obtidas pelo ETE, aliada à experiência do hemodinamista, tornou a VMPB mais segura e eficaz. Na sala de hemodinâmica, a atuação do ecocardiografista é fundamental, sobretudo durante a orientação da punção transeptal, proporcionando maior precisão anatômica e reduzindo os riscos inerentes a uma das etapas mais críticas do procedimento.⁸

Avaliação pré-procedimento e planejamento da VMPB

Seleção adequada do paciente para o procedimento

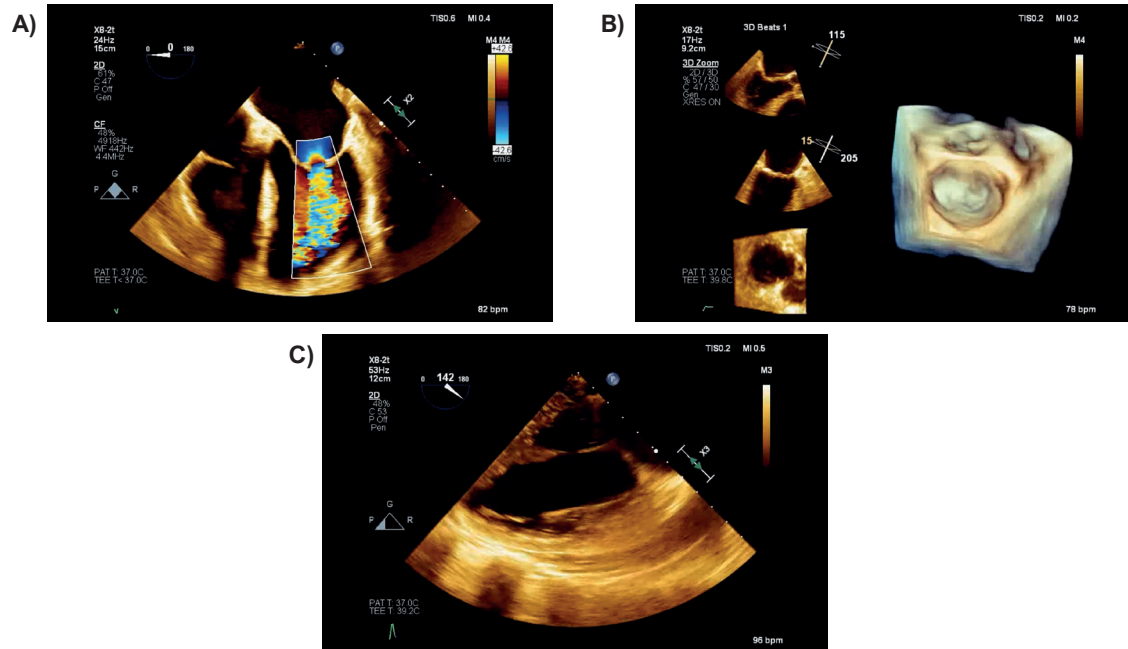
O ETE desempenha papel fundamental no diagnóstico, na estratificação anatômica e na seleção criteriosa de pacientes candidatos à VMPB. As principais indicações para o procedimento incluem pacientes com EM grave e anatomia favorável (Classe I, Nível de Evidência B), bem como pacientes sintomáticos com EM grave e elevado risco cirúrgico (Classe I, Nível de Evidência C), desde que não apresentem trombo no átrio esquerdo (AE) ou no apêndice atrial esquerdo (AAE).⁹

A VMPB também constitui uma alternativa terapêutica segura e eficaz em gestantes com EM grave e anatomia favorável, preferencialmente após a 24ª semana de gestação. Quando realizada com adequada proteção radiológica, por meio de blindagem de chumbo e exposição mínima à radiação, o procedimento apresenta baixa morbimortalidade materna e fetal.⁹

Em contrapartida, a degeneração da valva mitral decorrente da calcificação do anel mitral não constitui indicação para VMPB, uma vez que sua fisiopatologia não envolve fusão comissural.

A avaliação sistemática da anatomia valvar e a mensuração precisa da área valvar mitral (AVM) constituem os principais pilares para a indicação da VMPB. Atualmente, a definição de EM grave baseia-se na medida da AVM, obtida por métodos quantitativos no ETE 2D ou, de forma mais acurada, por planimetria direta utilizando o ETE 3D.¹⁰ A planimetria 3D apresenta maior acurácia e reprodutibilidade em relação ao método 2D, pois permite melhor delimitação do contorno valvar e visualização completa das cúspides e das comissuras¹¹ (Vídeo 1; Figura 1).

A avaliação anatômica deve contemplar detalhadamente a morfologia das cúspides, incluindo o grau de espessamento e a presença de calcificação, bem como as características das comissuras. A caracterização da extensão, da simetria da fusão comissural e da distribuição das calcificações é essencial, considerando que o mecanismo de ação da VMPB baseia-se na separação mecânica das comissuras fusionadas, promovendo aumento da AVM. A gravidade e o padrão da fusão comissural correlacionam-se diretamente com o risco de insuficiência mitral (IM) clinicamente significativa após o procedimento.¹⁰ Nesse contexto, o ETE 3D revolucionou essa



Vídeo 1 – 1A) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_1A.mp4. 1B) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_1B.mp4. 1C) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_1C.mp4.

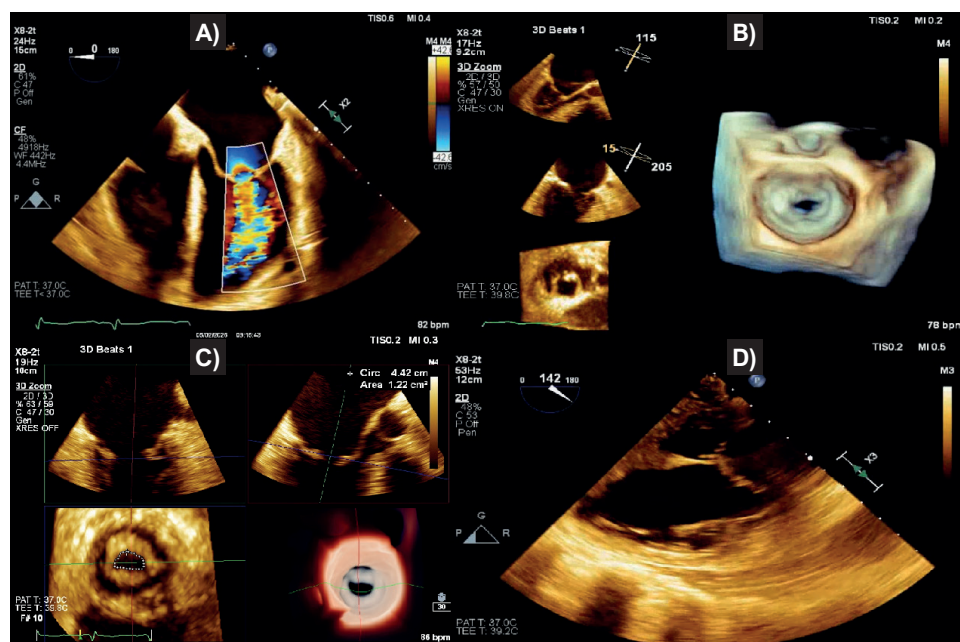


Figura 1 – Principais aspectos da avaliação ecocardiográfica pré-procedimento para VMPB. A) Doppler colorido evidenciando a PISA em paciente com EM pura, sem IM e sem calcificação valvar. B) Reconstrução 3D da valva mitral sob a perspectiva do AE (surgeon's view), demonstrando fusão comissural praticamente simétrica. C) Mensuração da AVM por reconstrução multiplanar (MultiVue) obtida a partir da imagem 3D, com valor de 1,22 cm². D) Plano transgástrico a 142°, evidenciando o aparato subvalvar e as cordas tendíneas para avaliação de espessamento e calcificação em pacientes com acometimento reumático. AE: átrio esquerdo; AVM: área valvar mitral; EM: estenose mitral; IM: insuficiência mitral; PISA: proximal isovelocity surface area; VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão.

avaliação ao permitir a análise direta e em tempo real das comissuras por meio de uma única aquisição volumétrica da valva mitral, visualizada sob a perspectiva do AE (*surgeon's view*) (Vídeo 1B; Figura 1B).

A avaliação do aparato subvalvar também é mandatória. Recomenda-se a aquisição do plano de 142° ao ETE para quantificar o grau de espessamento, fusão e calcificação das cordas tendíneas (Vídeo 1C; Figura 1D).

Com o objetivo de padronizar a avaliação ecocardiográfica pré-procedimento, diversos escores foram propostos. O escore de Wilkins, descrito em 1988, permanece como o modelo mais amplamente utilizado, avaliando quatro componentes estruturais: mobilidade dos folhetos, espessamento valvar, calcificação e comprometimento do aparato subvalvar. Entretanto, esse escore apresenta limitações importantes, uma vez que não contempla a anatomia comissural e possui menor capacidade preditiva para desfechos tardios, incluindo o desenvolvimento de IM aguda.¹⁰

Em resposta a essas limitações, Nunes et al. propuseram o um modelo mais abrangente que incorpora variáveis adicionais, como a AVM, deslocamento apical dos folhetos, razão da área comissural e comprometimento subvalvar.^{12,13} Os desfechos em longo prazo após a VMPB também demonstraram ser fortemente influenciados pela idade do paciente e pela qualidade do resultado imediato obtido com o procedimento.¹⁴

Outro aspecto fundamental da avaliação pré-procedimento é a exclusão das contraindicações à VMPB, destacando-se a presença de IM superior ao grau leve. Nesses casos, a gravidade da IM deve ser quantificada preferencialmente por métodos quantitativos recomendados nas diretrizes vigentes, evitando-se a utilização isolada de parâmetros qualitativos⁹ (Figura 2).

Outras contraindicações ao procedimento incluem calcificação extensa ou bicomissural da valva mitral, AVM > 1,5 cm², doença valvar aórtica grave concomitante, doença arterial coronariana com indicação de revascularização cirúrgica, estenose ou insuficiência tricúspide significativa associada à dilatação do anel tricúspide, presença de trombo no AE ou no AAE e ausência de fusão comissural.⁹

Exclusão de trombo no AAE e no AE

A pesquisa de trombos no AE, particularmente no AAE, constitui uma etapa mandatória da avaliação pré-procedimento. Essa investigação deve ser realizada tanto no ETE ambulatorial, em conjunto com a mensuração da AVM e a aplicação dos escores de elegibilidade, quanto imediatamente antes da intervenção. A identificação de trombo intracavitário constitui contraindicação absoluta à VMPB, determinando a suspensão do procedimento e o início imediato da terapia anticoagulante.^{9,15}

Para otimizar a avaliação do AAE, recomenda-se a utilização da ferramenta biplanar (X-plane), que possibilita a aquisição simultânea de planos ortogonais e uma varredura mais abrangente da estrutura, aumentando a sensibilidade para a detecção de trombos (Vídeo 2A).

Nos casos de dúvida diagnóstica, particularmente na diferenciação entre trombo, *sludge* (lama) e artefatos, pode-se utilizar agentes de realce ultrassonográfico (ARUs). Embora ainda não existam *softwares* específicos para análise de perfusão com ARUs no ETE, as diretrizes recomendam sua utilização com adaptação dos parâmetros de aquisição, mediante redução do índice mecânico (IM < 0,3). O trombo caracteriza-se pela ausência de preenchimento pelo ARU. Por sua vez, o *sludge*, condição que reflete estase sanguínea e elevado potencial trombogênico, apresenta

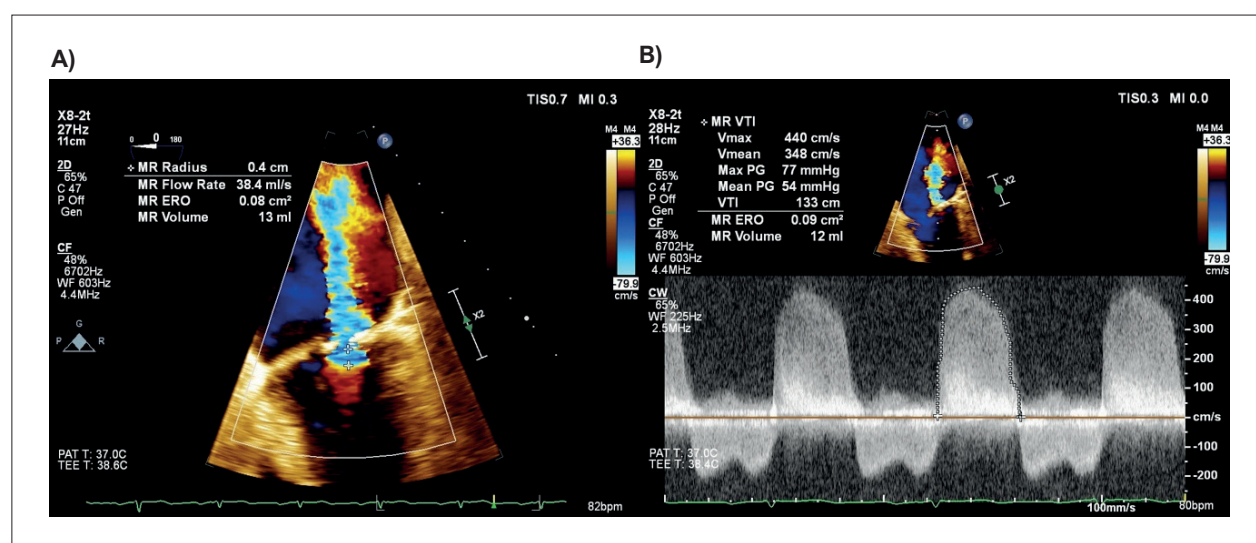
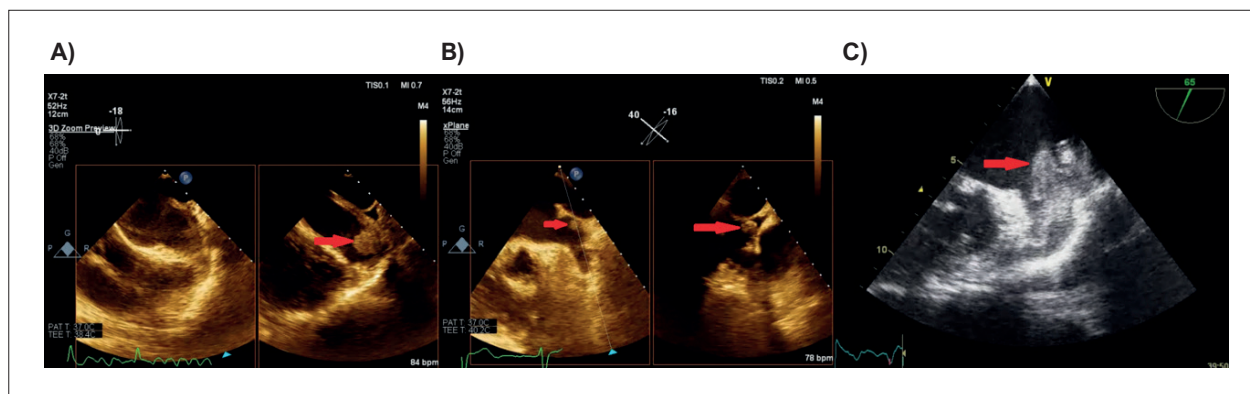


Figura 2 – Quantificação ecocardiográfica da IM antes da VMPB. A) Quantificação da IM pelo método da PISA. B) Quantificação da IM pelo Doppler contínuo do jato regurgitante, permitindo o cálculo da EROA e do VR. Os valores obtidos (EROA = 0,09 cm² e VR = 12 ml) são compatíveis com IM leve. EROA: effective regurgitant orifice area; IM: insuficiência mitral; PISA: proximal isovelocity surface area; VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão; VR: volume regurgitante.



Vídeo 2 – Diferentes localizações de trombos no AAE. 2A) ETE em modo biplanar (X-plane), evidenciando trombo (seta vermelha) localizado no corpo do AAE. Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_2A.mp4. 2B) Exemplo de trombo (seta vermelha) localizado no óstio do AAE, demonstrado em imagens biplanares (X-plane). Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_2B.mp4. C) Trombo volumoso (seta vermelha) envolvendo o corpo e o óstio do AAE. Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_2C.mp4. AAE: apêndice atrial esquerdo; ETE: ecodopplercardiograma transesofágico.

preenchimento completo do AAE, porém com opacificação lenta, compatível com a redução das velocidades de esvaziamento. Em contraste, a presença isolada de contraste espontâneo resulta em preenchimento homogêneo e rápido do AAE pelo ARU.¹⁶

Uma vez confirmado o diagnóstico de trombo pelo ETE, recomenda-se anticoagulação plena com antagonistas da vitamina K, preferencialmente varfarina (Classe I). O período de anticoagulação antes da reavaliação ecocardiográfica varia entre as diretrizes e os estudos disponíveis, situando-se em geral entre 1 e 3 meses. Contudo, a resposta terapêutica é heterogênea. Evidências recentes demonstram que a morfologia do AAE e a localização do trombo constituem importantes preditores de sua resolução. Morfologias do tipo *cauliflower* e *chicken wing*, especialmente quando associadas a trombos localizados no corpo ou na base do AAE, apresentam menor probabilidade de resolução após a anticoagulação. Em contrapartida, a morfologia do tipo *cactus* e trombos restritos à porção apical do AAE estão associados a maiores taxas de resolução completa em até 3 meses.^{17,18}

Avaliação da anatomia do septo interatrial

O conhecimento detalhado da anatomia do septo interatrial (SIA) é fundamental para o sucesso e a segurança da punção transeptal, etapa crítica da VMPB. Descrita inicialmente em 1959, a técnica de punção transeptal teve sua utilização amplamente expandida com o desenvolvimento de procedimentos estruturais percutâneos, além da própria VMPB. Para esse procedimento, o local ideal de punção corresponde à porção posteroinferior da fossa oval (Figura 3).

O ETE é indispensável para o guiamento da punção, reduzindo o risco de complicações potencialmente graves, como a perfuração inadvertida da raiz da aorta.²⁰

Para garantir o posicionamento preciso da agulha, a incidência bicaval (geralmente entre 90° e 110°), associada à modalidade biplanar (X-plane), apresenta grande utilidade.

Essa técnica permite a visualização simultânea do SIA e da aorta ascendente em eixo curto, fornecendo ao intervencionista referências anatômicas que possibilitam manter o conjunto agulha-cateter afastado dessa estrutura vascular adjacente²⁰⁻²² (Vídeo 3A; Figura 4A).

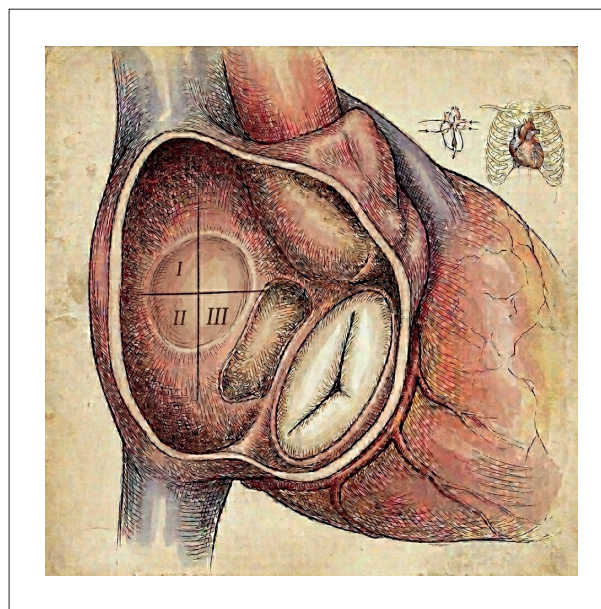
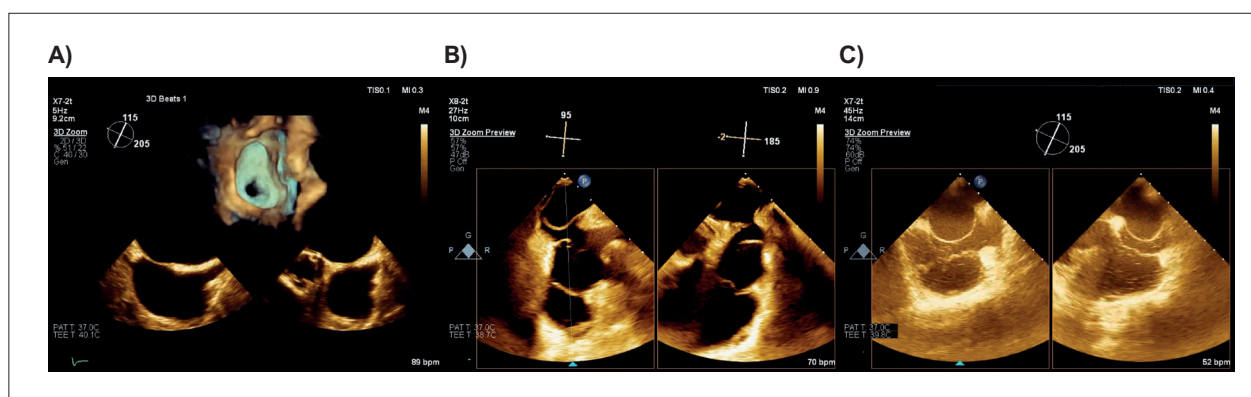


Figura 3 – Anatomia do SIA e principais sítios de punção transeptal. A Região I corresponde à porção posterossuperior da fossa oval, preferencialmente utilizada para procedimentos como o reparo transcateter da valva mitral (MitraClip) e o fechamento de leaks paravalvares. A Região II corresponde à porção posteroinferior da fossa oval, considerada o sítio ideal para a punção transeptal durante a VMPB. A Região III corresponde à porção anteroinferior da fossa oval, habitualmente utilizada em procedimentos de isolamento das veias pulmonares. SIA: septo interatrial; VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão.



Vídeo 3 – 3A) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_3A.mp4. **3B)** Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_3B.mp4. **3C)** Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_3C.mp4.

Durante essa etapa, o ecocardiografista deve identificar variações anatômicas que possam aumentar a complexidade da punção, como a presença de válvula de Eustáquio proeminente ou aneurisma do SIA. Na presença de aneurisma do SIA, a excessiva mobilidade do septo pode produzir a falsa impressão de que a agulha já alcançou o AE. Entretanto, sob fluoroscopia, observa-se que a agulha permanece no átrio direito, sem que tenha ocorrido a transfixação completa do SIA.

A identificação de forame oval patente (FOP) também representa um aspecto relevante da avaliação pré-procedimento. Embora sua presença possa dificultar a punção transeptal, o FOP pode ser utilizado como via de acesso ao AE quando esse for o único objetivo do procedimento. Em contrapartida, em intervenções como o implante do MitraClip® e o fechamento percutâneo do AAE, sua utilização não é recomendada, pois sua elevada mobilidade e localização frequentemente resultam em posicionamento inadequado do sistema de punção²¹ (Vídeo 3A; Vídeo 3B; Figura 4).

Seleção do tamanho adequado do balão

A seleção do tamanho adequado do balão de Inoue é uma etapa crítica da VMPB, uma vez que a escolha inadequada do dispositivo pode resultar em abertura insuficiente das comissuras ou em lesão dos folhetos e do aparato subvalvar, culminando em IM grave com necessidade de tratamento cirúrgico. Tradicionalmente, o diâmetro do balão é estimado por meio da seguinte fórmula baseada na altura do paciente:

$$\text{Diâmetro do balão (mm)} = \text{altura (cm)} / 10 + 10$$

No entanto, é importante destacar que não existe relação linear entre a altura do paciente e a AVM^{24,25} (Figura 5A-C).

Como alternativa às fórmulas baseadas na altura, o tamanho do cateter-balão pode ser individualizado por meio do ETE. Essa abordagem fundamenta-se na mensuração do diâmetro do anel mitral nos planos apicais de quatro e duas câmaras, preferencialmente durante a mesossístole ou a telessístole. Do ponto de vista anatômico, a medida obtida no plano apical de

duas câmaras apresenta especial relevância por corresponder ao maior diâmetro intercomissural da valva mitral, fornecendo um parâmetro mais fidedigno para a seleção do dispositivo e reduzindo o risco de sobredilatação e de IM grave.^{26,27}

Os balões de Inoue estão disponíveis em diferentes diâmetros, cuja seleção inicial pode ser orientada pela altura do paciente:

- Balão 24 mm: faixa de dilatação de 20-24 mm; recomendado para pacientes com altura ≤ 140 cm.
- Balão 26 mm: faixa de dilatação de 22-26 mm; recomendado para pacientes com altura ≤ 160 cm.
- Balão 28 mm: faixa de dilatação de 24-28 mm; recomendado para pacientes com altura com 160-180 cm.
- Balão 30 mm: faixa de dilatação de 26-30 mm; recomendado para pacientes com altura > 180 cm.

Procedimento

Objetivo

O sucesso da VMPB é definido pela obtenção de AVM > 1,5 cm², sem indução de IM moderada ou importante (grau > 2+). Para alcançar esse objetivo, o ecocardiografista deve conhecer detalhadamente todas as etapas do procedimento e manter comunicação contínua com o intervencionista durante toda a intervenção (Figura Central).^{14,26}

Etapas do procedimento

Etapa 1 – Punção transeptal guiada por imagem

A primeira etapa da VMPB consiste na punção transeptal, realizada por acesso venoso femoral. A utilização da modalidade biplanar (X-plane) no ETE, na incidência bicaval, orienta o intervencionista a realizar a punção na porção posteroinferior do SIA (Vídeo 4A-B; Figura 6A-B). Esse posicionamento é fundamental, pois proporciona distância segura da raiz da aorta, altura de trabalho adequada no AE e alinhamento coaxial do sistema em relação à valva mitral.

Um cateter *pigtail* pode ser posicionado na raiz da aorta para auxiliar na determinação da altura ideal da punção, reduzindo o risco de perfuração inadvertida da aorta. Posteriormente, quando reposicionado no ventrículo esquerdo (VE), o mesmo cateter pode ser utilizado para mensuração do gradiente transvalvar após a VMPB^{7,26} (Figura 6C).

Antes da punção, o ecocardiografista deve identificar e comunicar ao intervencionista eventuais variações anatômicas que possam interferir no procedimento, como aneurisma do SIA, FOP e válvula de Eustáquio proeminente. A transfixação do SIA é confirmada pela visualização da deformação característica (*tenting*) da fossa oval na posição desejada²⁰ (Vídeo 4B; Figura 6B).

Após a transfixação do SIA, introduz-se a guia de Inoue, cuja extremidade distal apresenta configuração em *pigtail*, no interior do AE. Em seguida, realiza-se a passagem sequencial do dilatador e, posteriormente, do balão de Inoue através

do SIA, minimizando o risco de laceração das estruturas cardíacas^{6,27} (Vídeo 5A-B; Figura 7A-B).

Etapa 2 – Introdução do sistema porta-balão

Após a seleção do tamanho apropriado, o balão de Inoue é preparado e montado. Em seguida, realiza-se a dilatação do SIA utilizando um dilatador rígido de 14 Fr, componente do sistema de Inoue, permitindo a passagem do balão para o AE^{6,27} (Vídeo 5A-F; Figura 7).

Etapa 3 – Dilatação valvar e avaliação ecocardiográfica imediata

A insuflação do balão de Inoue ocorre em três etapas sequenciais. Inicialmente, utilizando uma solução de soro fisiológico e contraste iodado para aumentar sua radiopacidade,

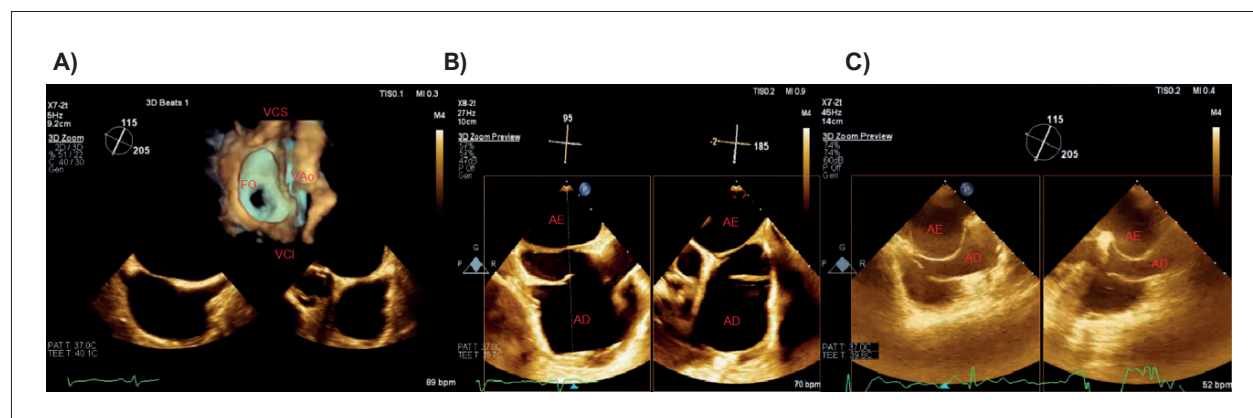


Figura 4 – Aspectos anatômicos do SIA relevantes para a punção transeptal. A) Reconstrução tridimensional do SIA, obtida por aquisição 3D Zoom sob a perspectiva do AD, evidenciando a anatomia normal da fossa oval, representada pelo dropout, além da VAO e da VCS e da VCI. B) Presença de válvula de Eustáquio redundante, condição que pode dificultar a punção transeptal. C) Aneurisma do SIA, importante variação anatômica a ser reconhecida previamente ao procedimento, por aumentar a complexidade técnica da punção. AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; SIA: septo interatrial; VAO: valva aórtica; VCI: veia cava inferior; VCS: veia cava superior.

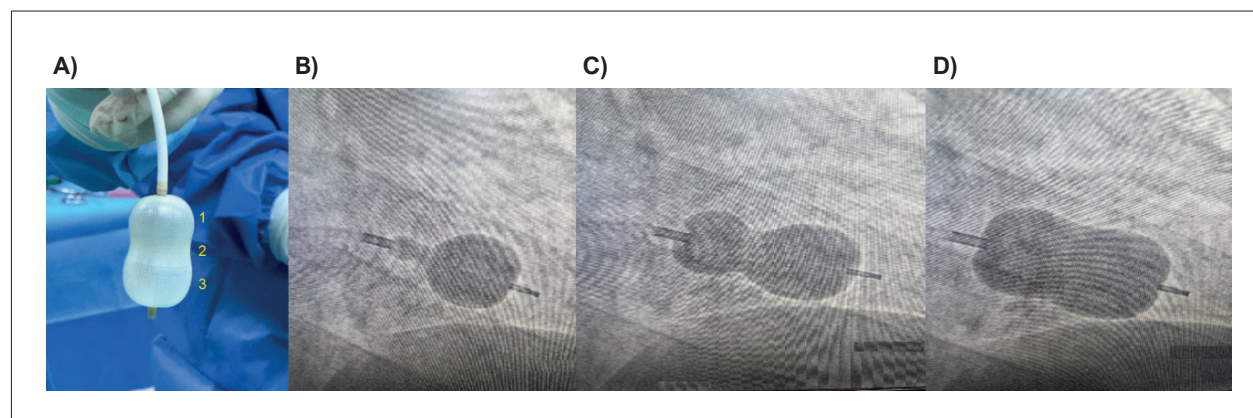


Figura 5 – Estrutura e sequência de insuflação do balão de Inoue. A) Balão de Inoue evidenciando a porção proximal (1), a cintura (2) e a porção distal (3). A cintura corresponde à região de maior força radial, responsável pela abertura das comissuras durante a VMPB. B-D) Sequência de insuflação do balão durante o procedimento: inicialmente a porção distal, seguida da porção proximal e, por fim, da cintura, promovendo a abertura das comissuras. VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão.

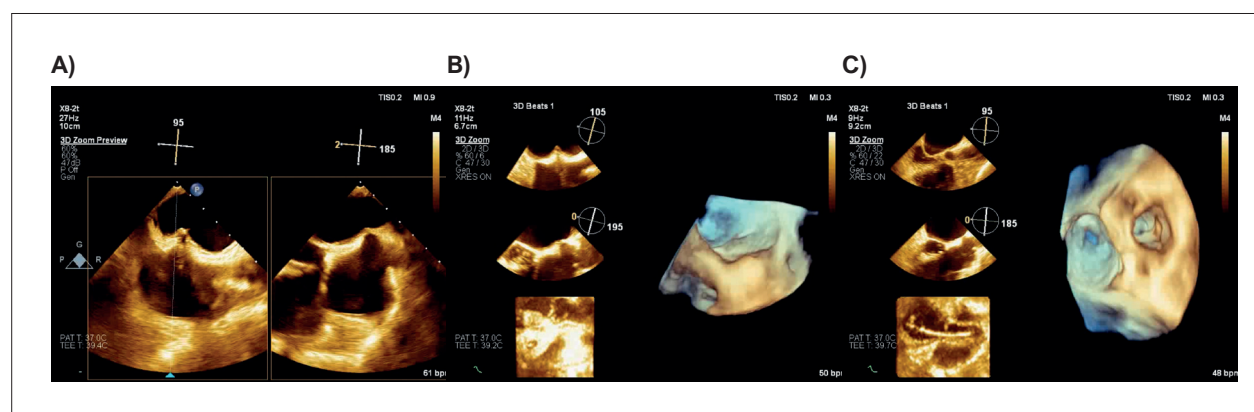
insufla-se a porção distal do balão, seguida da porção proximal e, por fim, da cintura do dispositivo (Vídeo 5C-E; Figura 7C-E). A cintura do balão permanece posicionada ao nível da valva mitral e corresponde à região de maior força radial, responsável pela separação das comissuras fusionadas.^{7,27}

De forma mais detalhada, após o posicionamento do balão de Inoue no AE, realiza-se uma insuflação inicial de aproximadamente 2 ml da solução de soro fisiológico e contraste, promovendo discreta expansão da extremidade distal do balão. Essa etapa facilita o cruzamento da valva mitral e reduz o risco de aprisionamento do balão entre as cordas tendíneas (Vídeo 5E; Figura 7D).

Após o cruzamento da valva mitral e o posicionamento do balão no VE, realiza-se a insuflação completa da porção distal. Nesse momento, o acompanhamento pelo ETE é fundamental. Caso essa porção não adquira formato completamente esférico,

deve-se suspeitar de resistência significativa do aparato subvalvar ou de aprisionamento entre as cordas tendíneas. Confirmado o formato esférico adequado, realiza-se tração suave do balão até que sua cintura fique posicionada ao nível da valva mitral, procedendo-se, então, à insuflação completa por aproximadamente 3-5 segundos (Vídeo 5E; Figura 7E).

Concluída a dilatação, o balão é reposicionado no AE e inicia-se a avaliação ecocardiográfica imediata dos resultados da VMPB. Devem ser analisados a AVM por planimetria 3D, a morfologia da valva e das comissuras, o padrão de abertura comissural (simétrico ou assimétrico), a presença de IM nova ou agravada, sua localização anatômica e a ocorrência de derrame pericárdico, com avaliação de sua repercussão hemodinâmica. Embora os gradientes transvalvares sofram redução imediata após o procedimento, sua interpretação deve ser cautelosa, pois podem aumentar nas horas



Vídeo 4 – 4A) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_4A.mp4. 4B) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_4B.mp4. 4C) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_4C.mp4.

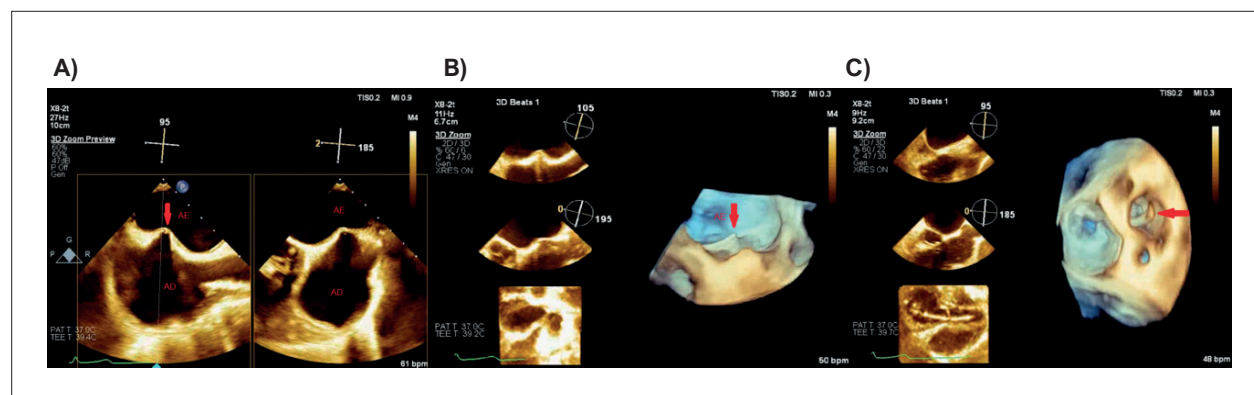
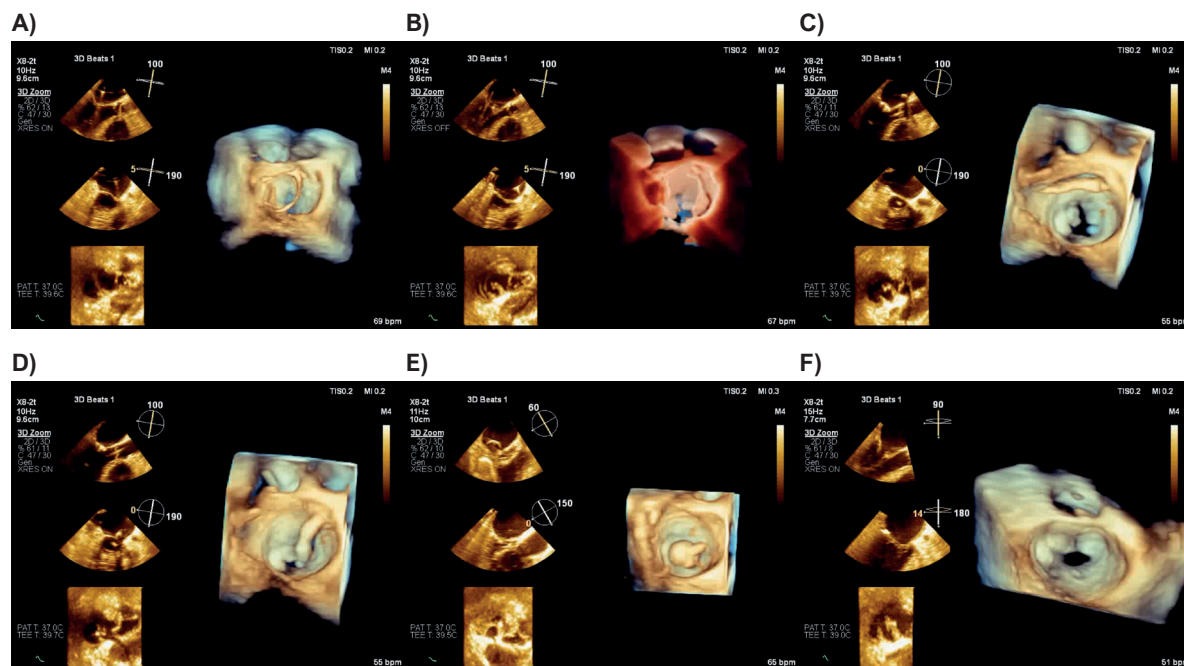


Figura 6 – Guiamento ecocardiográfico da punção transeptal durante a VMPB. A) Incidência bicaval associada ao modo biplanar (X-plane), permitindo a visualização simultânea do SIA e da AA em planos ortogonais. Essa abordagem auxilia o intervencionista a direcionar a punção para a porção posteroinferior do SIA, afastada da AA e em direção à VCI (seta vermelha). B) Reconstrução 3D (3D Zoom) evidenciando o tenting do SIA provocado pela agulha de punção imediatamente antes da transfixação (seta vermelha). C) Reconstrução 3D (3D Zoom) demonstrando o cateter pigtail posicionado na AA (seta vermelha), utilizado como referência anatômica durante a punção transeptal. AA: aorta ascendente; SIA: septo interatrial; VCI: veia cava inferior; VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão.



Vídeo 5 – 5A) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5A.mp4. 5B) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5B.mp4. 5C) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5C.mp4. 5D) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5D.mp4. 5E) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5E.mp4. 5F) Disponível em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2026/3903/ABCImag-2026-0085_AR_Video_5F.mp4.

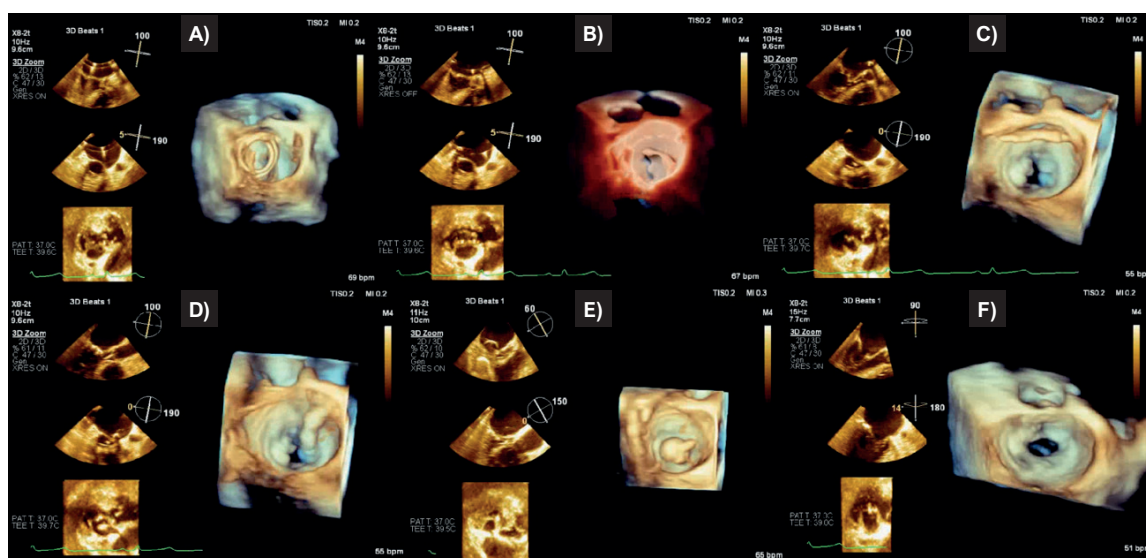


Figura 7 – Etapas da passagem e do posicionamento do balão de Inoue durante a VMPB. A) Guia de Inoue com extremidade distal em formato de pigtail, desenvolvida para minimizar o risco de lesão do AE. B) Retirada da guia após o posicionamento do balão de Inoue no AE. C) Avanço do sistema balão em direção à valva mitral. D) Posicionamento do balão de Inoue com a cintura ao nível da valva mitral. E) Insuflação da porção proximal do balão no interior do AE. F) Aspecto final da valva mitral após a VMPB, evidenciando aumento da AVM em comparação com a Figura 1B. AE: átrio esquerdo; AVM: área valvar mitral; VMPB: valvoplastia mitral percutânea por balão.

subsequentes em decorrência da recuperação das condições hemodinâmicas e do término dos efeitos da indução anestésica. Assim, o principal critério de sucesso permanece a obtenção de AVM $> 1,5 \text{ cm}^2$.^{26,21}

Habitualmente, a primeira insuflação é realizada com diâmetro 2-3 mm inferior ao diâmetro final estimado para o paciente. São então efetuadas duas a três insuflações sequenciais, com aumento progressivo do volume do balão até atingir o diâmetro planejado, sempre reavaliando a gravidade da IM após cada insuflação. O surgimento ou agravamento significativo da IM constitui critério para interrupção imediata do procedimento, não sendo recomendadas novas insuflações com volumes maiores.^{20,27}

A IM significativa após a VMPB pode ocorrer em até 15% dos pacientes, dependendo dos critérios utilizados para sua definição. De acordo com sua topografia, pode ser classificada em quatro padrões:

- Comissural isolada: 34,4% dos casos.
- Comissural associada ao envolvimento da cúspide posterior: 25,0% dos casos.
- Central decorrente de ampla abertura valvar: 17,0% dos casos.
- Central secundária à rotura ou flail dos segmentos A2/P2: 23,4% dos casos.²⁸

A IM aguda representa uma das complicações mais graves da VMPB, podendo decorrer de abertura inadequada das comissuras, perfuração de folheto ou rotura de músculo papilar, geralmente com necessidade de tratamento cirúrgico. Ao ETE, o jato regurgitante frequentemente apresenta direção excêntrica, o que pode levar à subestimação de sua gravidade. Além disso, é importante ressaltar que os critérios utilizados para a quantificação da IM crônica não devem ser aplicados na avaliação da IM aguda.¹⁴

A mensuração mais acurada da AVM é obtida por planimetria direta utilizando o ETE 3D. O cálculo baseado no *pressure half-time* não deve ser utilizado imediatamente após a VMPB, devido às alterações agudas da complacência atrial e ventricular que comprometem sua acurácia. Assim, esse método torna-se mais confiável após aproximadamente 48-72 horas do procedimento.^{14,27,28}

Ao término da intervenção, o ecocardiografista acompanha a retirada do balão para excluir lesões iatrogênicas e realiza nova avaliação do SIA, pesquisando a presença de comunicação interatrial residual decorrente da punção transeptal, bem como a ocorrência de derrame pericárdico. Pequenos defeitos do SIA com *shunt* esquerda-direita são frequentemente identificados ao ETE imediatamente após a VMPB e, na maioria dos casos, apresentam redução progressiva ou fechamento espontâneo entre 6 e 12 meses. Em contraste, a presença de *shunt* direita-esquerda geralmente está associada à hipertensão pulmonar significativa, podendo persistir temporariamente até a redução das pressões pulmonares após o procedimento.^{7,14,27-29}

Desfecho

As taxas de sucesso imediato da VMPB são elevadas, ultrapassando 90% quando a seleção dos pacientes é

criteriosa. O sucesso ecocardiográfico e hemodinâmico da VMPB é classicamente definido pela obtenção de uma AVM final $\geq 1,5 \text{ cm}^2$, na ausência de IM moderada a importante (grau $\geq 2+$).^{11,34} A mortalidade relacionada ao procedimento é notavelmente baixa (0%-3%).⁸

Os ganhos na AVM e a melhora hemodinâmica tendem a manter-se sustentados em pacientes com anatomia valvar favorável, predominantemente indivíduos jovens. Nesse subgrupo, a sobrevida livre de eventos em 5, 10 e 15 anos alcança 89%, 79% e 43%, respectivamente.³¹⁻³³ Em contrapartida, pacientes idosos ou com anatomia valvar desfavorável, particularmente em países desenvolvidos, apresentam piores desfechos em longo prazo, com sobrevida livre de eventos de 56% em 10 anos e de 30% em 20 anos.

A incidência de complicações periprocedimento diminuiu substancialmente nas últimas décadas. Essa redução reflete a consolidação da curva de aprendizado dos intervencionistas, aliada aos avanços dos métodos de imagem e à atuação contínua do ecocardiografista durante todo o procedimento. Entre as principais complicações destacam-se o tamponamento cardíaco (0,5%-12%), os eventos embólicos, incluindo o acidente vascular encefálico (0,5%-5%), e mais raramente o infarto agudo do miocárdio, que geralmente decorre de anticoagulação inadequada ou de embolização para a artéria coronária direita durante o procedimento. As complicações estruturais incluem laceração dos folhetos valvares, perfuração das câmaras cardíacas (AE ou VE) e rotura do aparato subvalvar, envolvendo cordas tendíneas e músculos papilares. Entretanto, a complicação de maior relevância clínica permanece a IM grave, cuja incidência pode atingir até 15% dos casos.^{28,33}

Conclusão

A seleção criteriosa dos pacientes, associada à presença de anatomia valvar favorável, constitui o principal determinante do sucesso imediato e dos bons resultados em longo prazo da VMPB. Nesse contexto, a compreensão detalhada da anatomia valvar, com especial atenção às comissuras, bem como a avaliação objetiva da gravidade da IM, são fundamentais para o adequado planejamento e monitorização do procedimento.

A participação do ecocardiografista na sala de hemodinâmica é essencial para aumentar a segurança da intervenção, sobretudo durante o guiamento da punção transeptal. Além disso, a avaliação ecocardiográfica imediata após cada insuflação do balão permite analisar a abertura das comissuras, mensurar a AVM e identificar precocemente o surgimento ou agravamento da IM, principal complicação da VMPB.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde a DCR permanece altamente prevalente, a VMPB mantém papel consolidado no tratamento da EM reumática, possibilitando o alívio da obstrução valvar, a melhora da qualidade de vida e, em muitos casos, o adiamento da intervenção cirúrgica.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Gripp EA, Lourenço BN, Carestati LR, Côrtes LA, Rabischoffsky A; obtenção de dados:

Artigo de Revisão

Gripp EA, Lourenço BN, Carestiato LR, Ribeiro ML, Rabischoffsky A; análise e interpretação dos dados: Gripp EA; redação do manuscrito: Gripp EA, Lourenço BN, Carestiato LR, Ribeiro ML, Côrtes LA, Rabischoffsky A; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Gripp EA, Lourenço BN, Ribeiro ML, Côrtes LA, Rabischoffsky A.

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

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram Gemini 1.5 para visão artística de fossa oval representado na Figura 3 e na Figura Central (aneurisma e fossa oval). Após o uso da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

Disponibilidade de Dados

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

Referências

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Brazilian Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Prevention of Rheumatic Fever. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(3 Suppl 4):3-18.
2. Veasy LG, Tani LY, Daly JA, Korgenski K, Miner L, Bale J, et al. Temporal Association of the Appearance of Mucoid Strains of *Streptococcus Pyogenes* with a Continuing High Incidence of Rheumatic Fever in Utah. *Pediatrics.* 2004;113(3 Pt 1):e168-72. doi: 10.1542/peds.113.3.e168.
3. Figueiredo ET, Azevedo L, Rezende ML, Alves CG. Rheumatic Fever: A Disease without Color. *Arq Bras Cardiol.* 2019;113(3):345-54. doi: 10.5935/abc.20190141.
4. Rheumatic Fever and Rheumatic Heart Disease. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2004;923:1-122.
5. Harken DE, Dexter L, Ellis LB, Farrand RE, Dickson JF 3rd. The Surgery of Mitral Stenosis. III. Finger-Fracture Valvuloplasty. *Ann Surg.* 1951;134(4):722-42. doi: 10.1097/0000658-195110000-00018.
6. Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N. Clinical Application of Transvenous Mitral Commissurotomy by a New Balloon Catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1984;87(3):394-402.
7. Nobuyoshi M, Arita T, Shirai S, Hamasaki N, Yokoi H, Iwabuchi M, et al. Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty: A Review. *Circulation.* 2009;119(8):e211-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.792952.
8. Turi ZG. The 40th Anniversary of Percutaneous Balloon Valvuloplasty for Mitral Stenosis: Current Status. *Struct Heart.* 2022;6(5):100087. doi: 10.1016/j.shj.2022.100087.
9. Praz F, Borger MA, Lanz J, Marin-Cuartas M, Abreu A, Adamo M, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J.* 2025;46(44):4635-736. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf194.
10. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF. Percutaneous Balloon Dilatation of the Mitral Valve: An Analysis of Echocardiographic Variables Related to Outcome and the Mechanism of Dilatation. *Br Heart J.* 1988;60(4):299-308. doi: 10.1136/hrt.60.4.299.
11. Zamorano J, Cordeiro P, Sugeng L, Isla LP, Weinert L, Macaya C, et al. Real-Time Three-Dimensional Echocardiography for Rheumatic Mitral Valve Stenosis Evaluation: An Accurate and Novel Approach. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43(11):2091-6. doi: 10.1016/j.jacc.2004.01.046.
12. Nunes MC, Tan TC, Elmariah S, do Lago R, Margey R, Cruz-Gonzalez I, et al. The Echo Score Revisited: Impact of Incorporating Commissural Morphology and Leaflet Displacement to the Prediction of Outcome for Patients Undergoing Percutaneous Mitral Valvuloplasty. *Circulation.* 2014;129(8):886-95. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001252.
13. Pandian NG, Kim JK, Arias-Godinez JA, Marx GR, Michelena HI, Chander Mohan J, et al. Recommendations for the Use of Echocardiography in the Evaluation of Rheumatic Heart Disease: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2023;36(1):3-28. doi: 10.1016/j.echo.2022.10.009.
14. Ozdemir E, Emren SV, Eren NK, Nazli C, Tokaç M. Transesophageal Echocardiography and Scopy Co-Guided Percutaneous Mitral Balloon Valvuloplasty Procedure: Experience of a Tertiary Health Center with a Literature Review. *Int J Cardiovasc Acad.* 2019;5(4):116-20. doi: 10.4103/IJCA.IJCA_30_19.
15. Chen WJ, Chen MF, Liao CS, Wu CC, Lee YT. Safety of Percutaneous Transvenous Balloon Mitral Commissurotomy in Patients with Mitral Stenosis and Thrombus in the Left Atrial Appendage. *Am J Cardiol.* 1992;70(1):117-9. doi: 10.1016/0002-9149(92)91405-s.
16. Hampson R, Senior R, Ring L, Robinson S, Augustine DX, Becher H, et al. Contrast Echocardiography: A Practical Guideline from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract.* 2023;10(1):23. doi: 10.1186/s44156-023-00034-9.
17. Ashraf T, Aamir KF, Nadeem A, Murtaza S, Akhtar P, Haque SY, et al. Left Atrial Appendage Thrombus with Severe Mitral Stenosis: Responders and Non-Responders to Anticoagulation. *Rev Port Cardiol.* 2024;43(9):477-84. doi: 10.1016/j.repc.2023.12.007.
18. Marroquin L, Tirado-Conte G, Pracoñ R, Streb W, Gutierrez H, Boccuzzi G, et al. Management and Outcomes of Patients with Left Atrial Appendage Thrombus Prior to Percutaneous Closure. *Heart.* 2022;108(14):1098-106. doi: 10.1136/heartjnl-2021-319811.
19. Alkhouli M, Rihal CS, Holmes DR Jr. Transseptal Techniques for Emerging Structural Heart Interventions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9(24):2465-80. doi: 10.1016/j.jcin.2016.10.035.
20. Cavalcante JL, Rodriguez LL, Kapadia S, Tuzcu EM, Stewart WJ. Role of Echocardiography in Percutaneous Mitral Valve Interventions. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2012;5(7):733-46. doi: 10.1016/j.jcmg.2012.03.010.
21. Hung JS. Atrial Septal Puncture Technique in Percutaneous Transvenous Mitral Commissurotomy: Mitral Valvuloplasty Using the Inoue Balloon Catheter Technique. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1992;26(4):275-84. doi: 10.1002/ccd.1810260407.

22. Yeo KK, Rogers JH, Low RL. Transseptal Heart Catheterization. In: Lasala JM, Rogers JH, editors. *Interventional Procedures for Structural Heart Disease*. Philadelphia: Elsevier; 2014. p. 36-49.
23. Lau KW, Hung JS. A Simple Balloon-Sizing Method in Inoue-Balloon Percutaneous Transvenous Mitral Commissurotomy. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1994;33(2):120-9. doi: 10.1002/ccd.1810330207.
24. Hung JS, Lau KW, Lo PH, Chern MS, Wu JJ. Complications of Inoue Balloon Mitral Commissurotomy: Impact of Operator Experience and Evolving Technique. *Am Heart J*. 1999;138(1 Pt 1):114-21. doi: 10.1016/s0002-8703(99)70255-3.
25. Sanati HR, Kiavar M, Salehi N, Shakerian F, Firoozi A, Parsa SA, et al. Percutaneous Mitral Valvuloplasty--A New Method for Balloon Sizing Based on Maximal Commissural Diameter to Improve Procedural Results. *Am Heart Hosp J*. 2010;8(1):29-32. doi: 10.15420/ahhj.2010.8.1.29.
26. Simard T, ElSabbagh A, Lane C, Killu AM, Alkhouli M, Pollak PM, et al. Anatomic Approach to Transseptal Puncture for Structural Heart Interventions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14(14):1509-22. doi: 10.1016/j.jcin.2021.04.037.
27. Gupta T, Barrett T, Dauerman HL, Lahoud RN. Novel Wire-Based Technique for Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty. *JACC Case Rep*. 2025;30(3):103130. doi: 10.1016/j.jaccas.2024.103130.
28. Nunes MCP, Levine RA, Braulio R, Pascoal-Xavier MA, Elmariah S, Gomes NFA, et al. Mitral Regurgitation after Percutaneous Mitral Valvuloplasty: Insights Into Mechanisms and Impact on Clinical Outcomes. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(12):2513-26. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.07.020.
29. Casale P, Block PC, O'Shea JP, Palacios IF. Atrial Septal Defect after Percutaneous Mitral Balloon Valvuloplasty: Immediate Results and Follow-Up. *J Am Coll Cardiol*. 1990;15(6):1300-4. doi: 10.1016/s0735-1097(10)80018-x.
30. Mezilis NE, Salame MY, Oakley GD. Predicting Mitral Regurgitation Following Percutaneous Mitral Valvotomy with the Inoue Balloon: Comparison of Two Echocardiographic Scoring Systems. *Clin Cardiol*. 1999;22(7):453-8. doi: 10.1002/clc.4960220704.
31. Ben Farhat M, Ayari M, Maatouk F, Betbout F, Gamra H, Jarra M, et al. Percutaneous Balloon versus Surgical Closed and Open Mitral Commissurotomy: Seven-Year Follow-Up Results of a Randomized Trial. *Circulation*. 1998;97(3):245-50. doi: 10.1161/01.cir.97.3.245.
32. Fawzy ME, Fadel B, Al-Sergani H, Al Amri M, Hassan W, Abdulbaki K, et al. Long-Term Results (up to 16.5 Years) of Mitral Balloon Valvuloplasty in a Series of 518 Patients and Predictors of Long-Term Outcome. *J Interv Cardiol*. 2007;20(1):66-72. doi: 10.1111/j.1540-8183.2007.00212.x.
33. Palacios IF. Percutaneous Mitral Balloon Valvuloplasty - State of the Art. *Mini-invasive Surg*. 2020;4:73. doi: 10.20517/2574-1225.2020.72.



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