

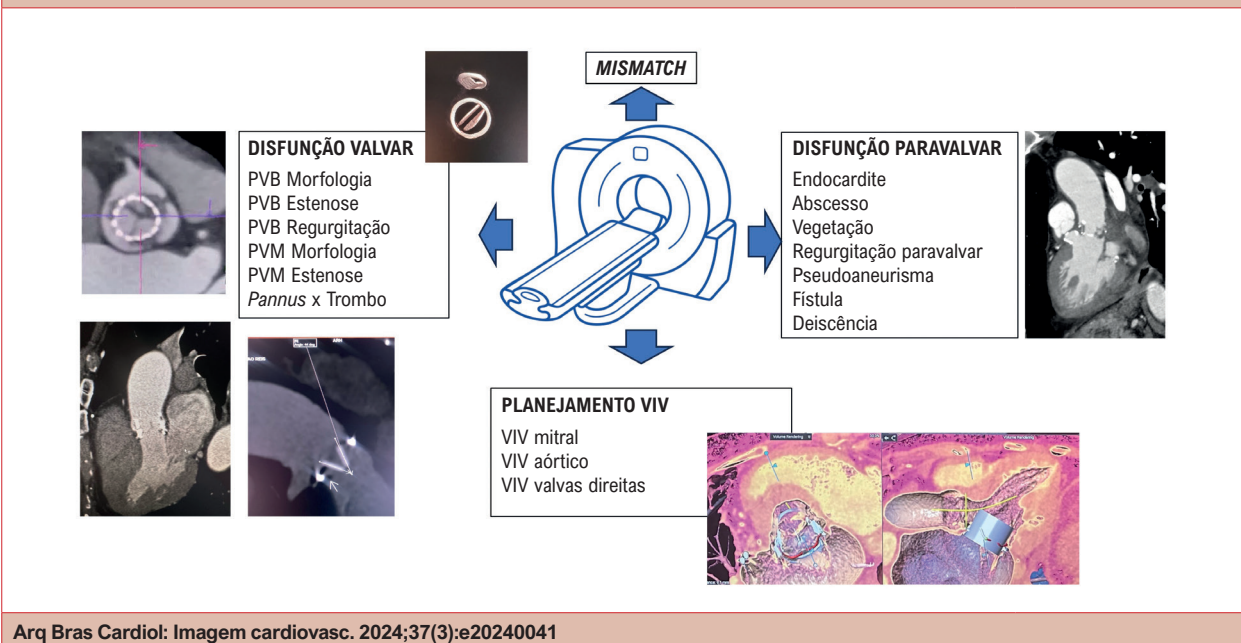
# Como Eu Faço Disfunção das Próteses Valvares: Qual o Papel da Tomografia?

*My Approach To Manage Valve Prosthetic Dysfunction: What is the Role of Tomography?*

Jorge Andion Torreão<sup>1</sup>

Hospital Santa Izabel,<sup>1</sup> Salvador, BA – Brasil

**Figura Central:** Como Eu Faço Disfunção das Próteses Valvares: Qual o Papel da Tomografia?



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(3):e20240041

Utilidade da tomografia na disfunção das próteses valvares. PVB: Prótese valvar biológica, PVM: Prótese valvar metálica; VIV: valve-in-valve.

## Resumo

A prevalência de doença valvar cardíaca permanece significativa globalmente, assim como a consequente interposição de dispositivos de substituição valvar. Atualmente, contamos com próteses valvares mecânicas (PVM), próteses valvares biológicas (PVB) e próteses valvares de implante transcaterter (THV). A tomografia apresenta excelente

resolução espacial e destacada participação no fluxo de diagnóstico complementar nas disfunções das próteses valvares. A tomografia computadorizada (TC) permite a adequada visualização de calcificação/espessamento dos folhetos (biológicas) ou movimentação e angulação discos (mecânicas), desempenhando papel fundamental no diagnóstico de *pannus* e/ou trombo, assim como na caracterização das complicações paravalvares (deiscência, fístula, “leak”, abscesso, pseudoaneurisma). Por fim, a TC tem papel bem estabelecido como ferramenta necessária para o planejamento de intervenções percutâneas (*valve-in-valve* [VIV]) ou cirúrgicas na substituição de próteses biológicas disfuncionais (Figura Central).

## Palavras-chave

Doenças das Valvas Cardíacas; Tomografia Computadorizada de Emissão; Implante de Prótese de Valva Cardíaca

**Correspondência:** Jorge Andion Torreão •

Hospital Santa Izabel. Praça Conselheiro Almeida Couto Nazaré, 500.

CEP: 40295-010. Salvador, BA – Brasil

E-mail: jatorreao@hotmail.com

Artigo recebido em 03/06/2024; revisado em 07/06/2024;

aceito em 08/06/2024.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

**DOI:** <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240041>

## Introdução

Em 2014, a prevalência global de doença valvular era de 33 milhões nos Estados Unidos, com aproximadamente 120 mil procedimentos de substituição valvar realizados, totalizando um custo aproximado de US\$ 5,7 bilhões.<sup>1</sup> A disfunção da prótese valvar (DPV) representa um significativo

desafio para a prática clínica, pois, além de ocasionar elevada morbidade e mortalidade, é também comumente de difícil diagnóstico. Parece ser amplamente reconhecida a dificuldade em se estabelecer a correta associação entre os sintomas clínicos e as alterações funcionais e morfológicas observadas. É, portanto, frequente a necessidade do uso de métodos complementares de diagnóstico por imagem para avaliar estenoses, regurgitação, endocardite, trombose ou complicações perivalvares, entre outras. O ecocardiograma transtorácico (ETT) é o método inicial de escolha, mas, por vezes, se faz necessária a ampliação do arsenal diagnóstico com uso de novas metodologias avançadas de imagem, como o ecocardiograma transesofágico (ETE), a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM).

Atualmente, há três tipos de próteses em nosso arsenal terapêutico. As próteses valvares mecânicas (PVM) são fabricadas com materiais sintéticos duráveis e são projetadas para resistir ao desgaste ao longo do tempo. Um dos principais desafios das PVM é o risco de trombose e a necessidade de anticoagulação vitalícia. As próteses valvares biológicas (PVB), atualmente as mais utilizadas, são compostas por tecido biológico, como pericárdio bovino ou porcino, ou valvas cardíacas humanas preservadas, por isso é sabido que geralmente têm menor risco de trombose, sendo importante destacar o processo de degeneração tecidual, geralmente requerendo substituição após cerca de 10 a 15 anos. Uma vantagem dessas próteses é a possibilidade de se aproveitar o anel metálico dos modelos tipo “stented” e usá-los como sustentação para próteses de implante transcutânea “valve-

in-valve” (VIV). As próteses valvares de implante transcater (THV, de *transcatheter heart valve*) são próteses biológicas com estruturas de sustentação metálica tipo “stent” e representam uma alternativa minimamente invasiva para pacientes portadores de doenças valvares. O procedimento para implante de THV VIV necessita de cuidadoso planejamento, que inclui a TC para a escolha adequada do tamanho da prótese, assim como melhor definição de outros aspectos relacionados ao procedimento.<sup>2</sup>

### Tomografia

A TC com sincronização cardíaca proporciona alta resolução espacial e imagem volumétrica em quatro dimensões (4D) da prótese valvar e das câmaras cardíacas, podendo ser combinada com imagens completas do ciclo cardíaco, permitindo avaliação funcional e anatômica. Se não houver contraindicações, betabloqueadores podem ser administrados para diminuir a frequência cardíaca para uma meta de 65 batimentos/min para diminuir artefatos de movimento<sup>3</sup> (Tabela 1). A principal indicação da TC ocorre quando a disfunção protética é detectada no ETT, mas sua etiologia não é clara, e uma avaliação morfológica mais detalhada é necessária ou a intervenção estrutural (cirúrgica ou VIV) é planejada. A aquisição sem contraste pode ajudar a detectar calcificações e alterações pós-cirúrgicas, assim como, na PVM, a mobilidade e a morfologia dos discos podem ser adequadamente visualizadas. Então, como rotina, sugere-se uma aquisição inicial sem contraste, uma aquisição padrão com contraste e reconstrução das fases cardíacas.

**Tabela 1 – Protocolo sugerido de tomografia**

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Controle da frequência cardíaca</b>         | Idealmente FC < 65 bpm. Em caso de contraindicação (estenose aórtica importante, asma grave, disfunção importante do VE), o betabloqueador deve ser evitado.                                                                                                                                         |
| <b>Aquisição de fase precoce sem contraste</b> | Sincronização cardíaca. Sem necessidade de reconstrução, cogitar aquisição prospectiva.                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Aquisição de fase principal</b>             | Sincronização cardíaca. Retrospectiva com avaliação da função (0-90% ou 5-95%), intervalos de 10%.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Dose do contraste</b>                       | Dose de 1,0-1,5 mL/kg de contraste organiodado não iônico.                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Uso do contraste</b>                        | Injeção bifásica: 5,0-6,0 mL/s de fluxo, seguido de bolus de 40-50 mL de SF 0,9%.<br>Injeção trifásica (protocolo para próteses à direita):<br>. Primeira fase: Metade da dose do contraste<br>. Segunda fase: Outra metade do contraste mais SF 0,9%<br>. Terceira fase: Bolus com 40 mL de SF 0,9% |
| <b>Disparo do contraste</b>                    | ROI posicionado na aorta descendente<br>Disparo automático quando densidade de 100 UH                                                                                                                                                                                                                |
| <b>FOV</b>                                     | Geralmente FOV igual ao da angioTC coronária<br>FOV aberto para toda a aorta, se suspeita de endocardite                                                                                                                                                                                             |
| <b>Radiação</b>                                | Aquisição sem modulação de dose, se possível atingir valor razoável de radiação efetiva<br>Tensão do tubo: 120-140 kV                                                                                                                                                                                |
| <b>Reconstrução</b>                            | Reconstrução do ciclo cardíaco com ao menos 10 fases<br>Espessura mínima 0,9 mm e incremento de 0,45 mm                                                                                                                                                                                              |
| <b>Aquisição de fase tardia</b>                | Sincronização cardíaca. Sem necessidade de reconstrução, cogitar aquisição prospectiva.<br>60-90 segundos depois da aquisição original, se suspeita de abscesso e/ou trombo                                                                                                                          |

Referências (2, 3, 7). FC: frequência cardíaca; VE: ventrículo esquerdo; SF: solução fisiológica; ROI: região de interesse; angioTC: angiotomografia computadorizada; UH: unidades de Hounsfield; FOV: campo de visão.

Uma aquisição adicional em uma fase tardia (60-90 segundos) pode ser útil na avaliação de abscesso e trombo. Recentemente, observa-se um aumento das solicitações de angiotomografia pré-cirurgia de troca valvar partindo de cirurgiões, tal qual se observa em implante transcater de válvula aórtica (TAVI), com o intuito de melhorar a seleção de prótese cirúrgica em relação ao anel valvar e adjacências, mitigando problemas como *mismatch*, *leak* e deiscência, mas também permitindo escolhas de prótese adequadas para futuras intervenções percutâneas.<sup>3</sup>

### Mismatch

*Mismatch* se refere a quando a prótese é muito pequena em relação ao tamanho do paciente, ocasionado aceleração de fluxo e gradiente, assim como pode ocorrer em pacientes com baixo fluxo e sem gradiente elevado<sup>2</sup>. O diagnóstico depende da correta medição da área do orifício efetivo (AOE) indexada à superfície corporal do paciente, somada à convicção de que a prótese não apresenta alterações estruturais significativas.<sup>2,4</sup>

### DPV

A TC permite a avaliação da morfologia valvar, de anormalidades estruturais, de orifícios estenóticos, de orifícios regurgitantes, das complicações do anel e das complicações paravalvares com equivalente qualidade tanto na posição mitral quanto aórtica.<sup>5</sup> A acurácia da TC com contraste está no mesmo nível do ETE 3D para prótese cardíaca e pode ser superior em válvulas mecânicas aórticas e válvulas pulmonares<sup>6</sup> (Tabela 2). Nas PVM, com dois discos normofuncionantes, a abertura se deve ao movimento pendular desses discos pela diferença de gradiente formando três orifícios de abertura. É possível observar a mobilidade dos discos e medir com alta precisão os ângulos de abertura entre eles e em relação ao plano do anel protético. O ângulo de abertura entre os discos deve ser inferior a 30° (na maioria das próteses, é inferior a 20°), enquanto o ângulo de fechamento, em torno de 120°. Em relação ao anel da prótese, o ângulo de abertura deve variar entre 75° e 90°. Valores de ângulos diferentes sugerem comprometimento da função valvar normalmente causado por trombose e/ou *pannus*, que serão detalhados a seguir. Vale ressaltar que diferentes próteses apresentam diferentes valores de normalidade.<sup>7</sup> A PVB apresenta três folhetos finos “biológicos” com movimentação habitual. Nos casos de disfunção, a aquisição contrastada permite a avaliação detalhada da morfologia da prótese com especial atenção à degeneração dos folhetos, com boa visualização do espessamento, calcificação e movimentação, bem como calcificação do anel bioprotético.<sup>8</sup> Existe a possibilidade de mensuração direta da AOE (estenose), assim como a área do orifício regurgitante efetivo.<sup>3</sup>

### Trombose e *pannus*

A incidência de trombo em prótese valvar cardíaca gira em torno de 0,3 a 0,8%, sendo muito mais comum em próteses mecânicas; as próteses direitas são mais afetadas do que as esquerdas.<sup>3</sup> *Pannus* é uma camada de crescimento anormal de tecido fibrovascular ou tecido de granulação sobre a estrutura

**Tabela 2 – Metodos de imagem**

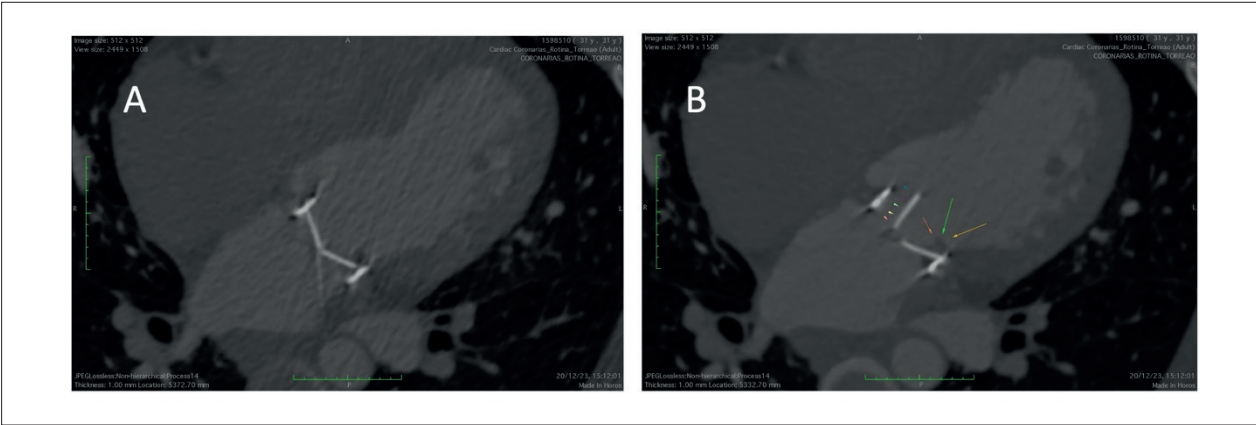
|                    | TC   | RM   | ETT  | ETE        |
|--------------------|------|------|------|------------|
| PVB – Morfologia   | ++++ | +++  | ++   | ++++       |
| PVB – Estenose     | ++++ | +++  | ++   | ++++       |
| PVB – Regurgitação | +    | ++++ | ++   | ++++       |
| PVM – Morfologia   | ++++ | N/A  | +    | ++ (VM 4+) |
| PVM – Estenose     | +++  | ++   | +++  | ++ (VM 3+) |
| PVM – Regurgitação | N/A  | +++  | ++   | ++++       |
| Trombos x Pannus   | ++++ | +    | +    | +++        |
| Deiscência         | ++++ | ++   | ++   | ++++       |
| Endocardite        | ++   | +    | ++   | +++        |
| Abscesso           | +++  | ++   | ++   | +++        |
| Pseudoaneurisma    | ++++ | +++  | ++++ | +++        |
| VIV                | ++++ | +    | ++   | +++        |

Referência (2). TC: tomografia computadorizada; RM: ressonância magnética; ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; PVB: prótese valvar biológica; PVM: prótese valvar mecânica; N/A: não aplicável; VIV: valve-in-valve; VM: valva mitral.

da prótese (Figura 1). A detecção e a potencial diferenciação entre trombose e *pannus* como causa subjacente da restrição de movimento são as principais contribuições desse método. A TC apresenta acurácia semelhante à do ETE e superior ao do ETT nesse cenário.<sup>6</sup> Um estudo recente sugeriu que um ponto de corte maior ou igual a 145 unidades de Hounsfield (UH) tem sensibilidade de 87,5% e especificidade de 95,5% para diferenciar *pannus* de trombo, assim como informou que trombos com atenuação inferior a 90 UH apresentam grande chance de lise completa por anticoagulação. Em trombos com atenuação entre 90 e 145 UH, a lise completa é improvável.<sup>9</sup> Vale destacar a possibilidade do acometimento misto com trombose e *pannus*, que pode acontecer em quase 10% dos casos,<sup>6</sup> servindo como dificultador adicional no diagnóstico diferencial (Tabela 3).

### Trombose subclínica

A trombose subclínica é facilmente detectada pela TC nos folhetos das biopróteses THV e PVB.<sup>10</sup> Esse achado frequente em pacientes assintomáticos tem despertado grande interesse pelo risco ainda incerto de eventos clínicos e pela possível indicação de anticoagulação. Esses achados foram padronizados de forma a facilitar o entendimento e as possíveis repercussões clínicas, com dois conceitos importantes: o espessamento hipoatenuado do folheto (HALT, de *hypo-attenuated leaflet thickening*), que sugere a presença da trombose aderida ao folheto (Figura 2), e a redução da movimentação dos folhetos (RELM, de *reduced leaflet motion*). A graduação do HALT deve ser feita observando sagitalmente cada folheto, quantificando o espessamento hipoatenuado desse folheto desde o seu segmento proximal até a ponta e subdividindo-o em quatro segmentos (0-25% somente o

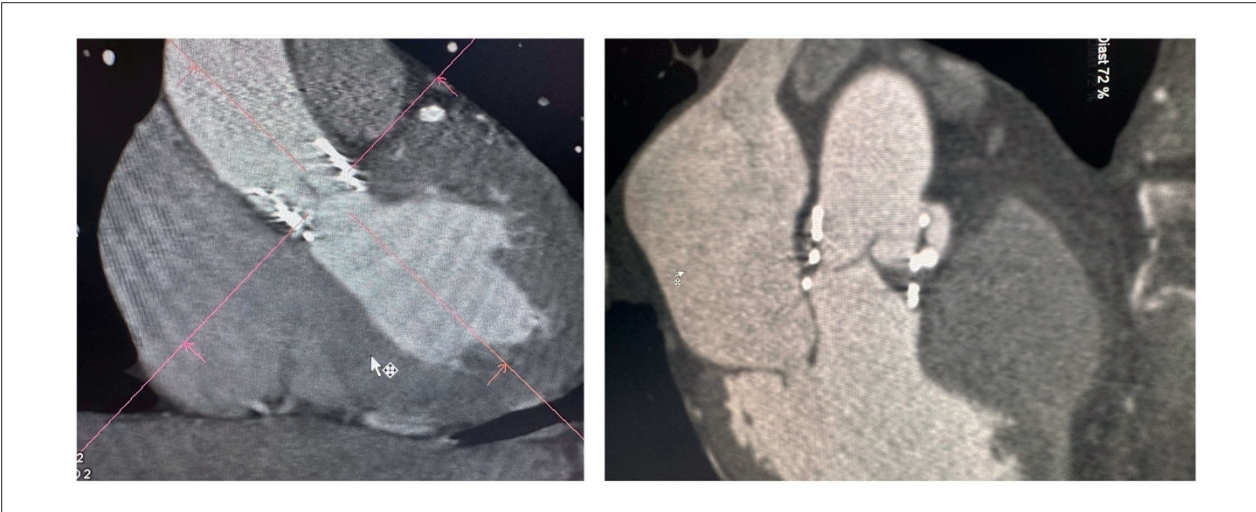


**Figura 1** – Paciente 27 anos, Feminina, pós-operatório tardio (POT) de troca valvar por prótese mecânica em posição aórtica com disco posterior apresentando mobilidade reduzida e imagem compatível com densidade e morfologia de pannus. (A) Sístole. (B) Diástole.

**Tabela 3** – Diagnóstico diferencial

|                       | Pannus                                                                          | Trombo                                                                                                       |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo pós-cirurgia    | A partir de 12 meses<br>Geralmente após 5 anos                                  | Pode ocorrer a qualquer momento                                                                              |
| Anticoagulação        | Não responde                                                                    | Responde bem se < 90 UH                                                                                      |
| Localização           | Mais prevalente na valva mitral e depois na aórtica                             | Principalmente na valva tricúspide. Igual prevalência entre mitral e aórtica                                 |
| Relação com a prótese | Envolvendo o anel e a sutura<br>Face ventricular da prótese                     | Envolvendo o anel e a sutura e extensão para os discos<br>Projeção para as faces aórtica e mitral da prótese |
| Morfologia            | Pequena, crescimento central, bordas mais regulares.<br>Pode haver calcificação | Maior que o <i>pannus</i> , bordas irregulares<br>Maior mobilidade e independente do movimento valvar        |
| Densidade (UH)        | > 200 UH*<br>> 145 UH**                                                         | < 200 UH*<br>< 145 UH**                                                                                      |

\* = REF 3, \*\* = REF 7. UH: unidades de Hounsfield



**Figura 2** – Paciente de 72 anos, feminina, POT implante de válvula aórtica transcaterter (TAVI) aórtica com folheto anterior apresentando mobilidade reduzida e imagem compatível com espessamento de folhetos hipoatenuado (HALT) (50 a 75%).

segmento mais proximal, 25-50% até o segundo segmento proximal, 50-75% até o terceiro segmento e maior que 75% quando está acometido todo o folheto). A graduação da RELM segue o mesmo padrão de descrição dos segmentos de HALT, mas utilizando alteração da mobilidade do folheto. A combinação de HALT e RELM é determinante para a definição de hipoatenuação afetando o movimento (HAM, de *hypo-attenuation affecting motion*), que parece ser o achado composto mais relacionado com desfechos clínicos.<sup>11-13</sup>

### Disfunção paravalvar

#### Endocardite (vegetação, abscesso)

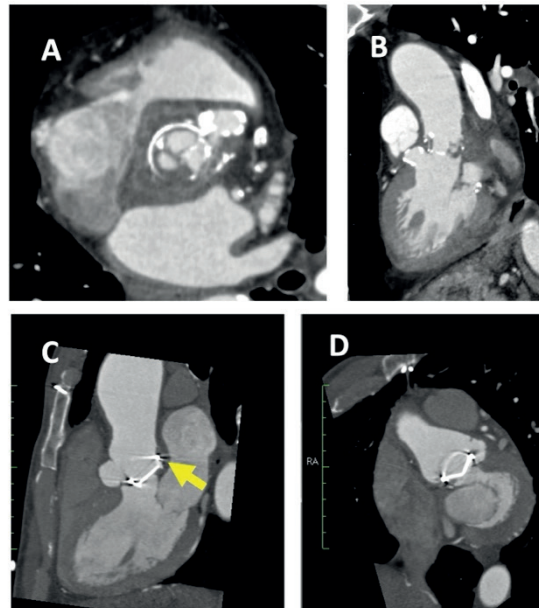
A TC tem excelente sensibilidade para detectar vegetações maiores que 10 mm e muita dificuldade para detectar aquelas inferiores a 4 mm. As vegetações apresentam-se como pequenas massas hipodensas vegetantes e móveis aderidas aos folhetos protéticos. O abscesso visto pela TC representa uma coleção fechada com conteúdo de densidade líquida nas adjacências da prótese (Figura 3), podendo apresentar realce periférico na aquisição tardia. A presença de atenuação compatível com gás é rara, mas, quando presente, é bem sugestiva. Deve-se observar as áreas circundantes da prótese em busca de evidências de inflamação e/ou degeneração associadas à infecção.<sup>3</sup>

#### Regurgitação paravalvar (“leak”)

Trata-se de uma regurgitação paravalvar causada pelo posicionamento inadequado da prótese em relação ao anel valvar, podendo ser causada por deiscência da sutura da anastomose, por endocardite ou por degeneração natural do anel.<sup>3</sup> A TC acrescenta informações importantes sobre a posição e as características do *leak* paravalvar, incluindo as medidas dos orifícios das faces ventricular e atrial/aórtica, assim como a morfologia e o comprimento da cavitação. A posição do *leak* (vazamento) em relação ao anel valvar protético deve ser descrita como no modelo de um relógio, para orientar a visualização da fluoroscopia no momento do procedimento da oclusão percutânea. A posição mitral 12 h representa a face adjacente à valva aórtica; 9 h, ao apêndice atrial esquerdo; 3 h, ao septo atrial; e 6 h, à face posterior. Na posição aórtica, utiliza-se 12 h para a face adjacente à valva mitral; 9 h, ao seio de valsalva não coronariano; 3 h, ao seio de valsalva esquerdo; e 6 h, ao seio de valsalva direito.<sup>14,15</sup>

#### Pseudoaneurisma

Ocorre usualmente quando um abscesso se rompe em cavidades adjacentes, mais comumente visto na aorta. Lesões de origem traumáticas ou idiopática podem ocorrer, mas são raras. A TC tem excelente acurácia no diagnóstico de pseudoaneurisma, que se apresenta como uma lesão sacular ou fusiforme preenchida por material contrastado, com continuidade para uma outra cavidade, geralmente com colo estreito e podendo apresentar expansão e redução de tamanho durante o ciclo cardíaco. A TC também pode avaliar complicações associadas, como compressão coronária, tromboembolismo e ruptura. Para diferenciar



**Figura 3 – Disfunção paravalvar.** A, B: Paciente de 71 anos, com prótese biológica em posição aórtica, com abscesso paravalvar com extensão para a fibrosa intervalvar mitroaórtica, pseudoaneurisma e vegetação no folheto da bioprótese. C, D: Prótese metálica em posição aórtica com desalinhamento associada a leak paravalvar (3h), suspeita de deiscência e pequenos pseudoaneurismas nos seios de valsalva direito e esquerdo.

pseudoaneurisma de abscesso em região periprotética, é necessário observar que o abscesso não se comunica com uma câmara cardíaca e não mostra opacificação precoce pelo contraste.<sup>3</sup>

#### Fístula

A formação de fístula é uma complicação rara e ocorre quando um abscesso ou pseudoaneurisma se rompe em cavidades adjacentes. A fístula ocorre mais comumente entre o seio coronário direito e o ventrículo direito (VD). A TC apresenta melhor qualidade em demonstrar e caracterizar fístulas do que o ETE.<sup>3</sup>

#### Deiscência

Ocorre quando há perda da continuidade da sutura da prótese em relação ao anel tecidual. A TC estática pode detectar afastamento (“gaps”) entre o anel e a prótese (Figura 3). A aquisição retrospectiva volumétrica com reconstrução da função e do ciclo cardíaco auxilia a identificar o balanço da prótese em relação ao eixo anular.<sup>3</sup>

### Avaliação de próteses direitas e cardiopatia congênita (CC)

Para uma adequada avaliação das próteses em câmaras direitas, recomenda-se a realização de imagens do ciclo cardíaco completo com opacificação adequada do átrio direito (AD) e do VD, preferencialmente sem artefato de mistura de contraste. Para tal, é necessária a aquisição com

protocolo de injeção de contraste trifásico e o momento de aquisição para opacificação do coração direito em vez do coração esquerdo (Tabela 1). A TC pode ser útil para a localização e o dimensionamento precisos das lesões protéticas e periprotéticas das valvas direitas. Nos casos de PVB à direita, a TC pode caracterizar sua localização, comprimento e largura para permitir o planejamento de possíveis procedimentos percutâneos. Em CC, há cenários específicos nos quais a TC cardíaca é útil para avaliar as próteses além de sua localização habitual, que inclui a avaliação de fratura de *stent* valvar e a avaliação dos condutos valvados (por exemplo, tubo valvado de Rastelli) ou de próteses de implante percutâneo (por exemplo, Melody), caracterizando a morfologia desses condutos, descrevendo a presença de trombos e calcificação e identificando a presença de estenose sub ou supravalvar concomitante.<sup>2</sup>

### Planejamento VIV

O avanço nos métodos de imagem não invasiva tem sido fundamental para o crescimento e a maturação das intervenções estruturais percutâneas. A TC é vantajosa no planejamento pré-procedimento de implante de THV na PVB com o procedimento VIV, pois é menos afetada por artefatos induzidos por metais. A THV virtual é uma representação 3D virtual da prótese que será implantada de forma transcutânea concebida em *softwares* de pós-processamento de imagem, através das medidas do anel da PVB original.

A morfologia e o tamanho da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE) devem ser cuidadosamente investigados no planejamento do implante de VIV em posição mitral, já que há risco considerável de obstrução, especialmente em septos interventriculares espessados e próteses grandes. A nova VSVE representa a área remanescente da VSVE original após a implantação da prótese em posição mitral. Podemos estimar, de forma aceitável, a futura nova VSVE utilizando pós-processamento para interpor a THV virtual estimada na posição mitral (Figura 4). Áreas inferiores a 189 a 170 mm<sup>2</sup> representam risco aumentado de obstrução da VSVE após o implante.<sup>16,17</sup> No VIV aórtico, a distância entre o anel da THV virtual e os óstios das coronárias pode ser estimada

também utilizando pós-processamento para interpor a THV virtual na posição aórtica. Pacientes com folhetos protéticos grandes e fortemente calcificados e uma curta distância entre o plano anular da THV virtual e os óstios das artérias coronárias apresentam maior risco (Figura 4). Medidas inferiores a 4 mm representam risco aumentado de oclusão coronariana.<sup>18</sup>

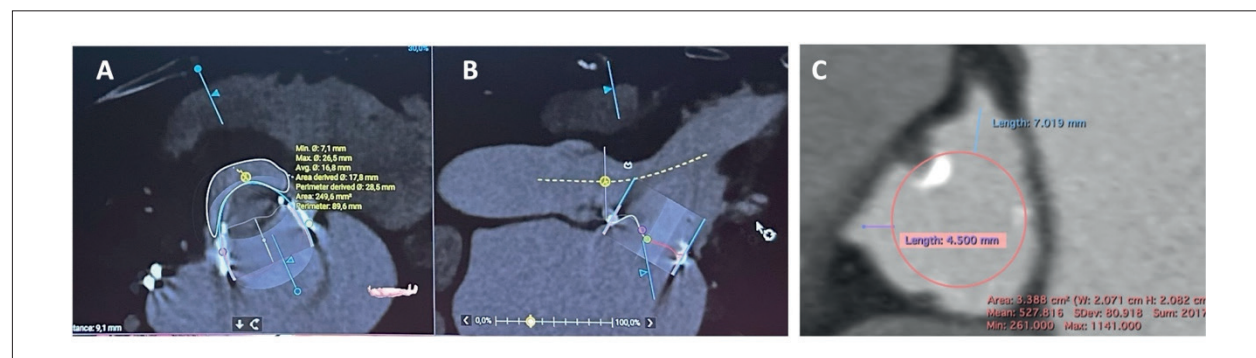
A TC também pode determinar o risco de lesão anular, assim como fornecer uma estimativa do ângulo coplanar fluoroscópico a ser usado no procedimento. Outros benefícios da TC também incluem a avaliação do acesso e do trajeto vascular (incluindo acessos alternativos, com a subclávia e carótida) e a determinação do risco de bloqueio atrioventricular total (BAVT) após o procedimento (medida do septo membranoso). A aquisição da TC com o objetivo de programação para os procedimentos de VIV aórtico e mitral pouco diferem daquela já estabelecida acima, com a ressalva de que, no caso da necessidade de acesso vascular arterial periférico (em VIV aórtica e eventualmente em VIV mitral), adicionamos a aquisição da angiotomografia da aorta torácica, abdominal e arterial da pelve.

Na avaliação para VIV aórtico em prótese “*stentless*”, faz-se as mesmas medidas do anel valvar aórtico e suas adjacências preconizadas no TAVI tradicional:

- Caracterização do anel valvar aórtico (dimensões, área e perímetro)
- Altura dos seios coronários (< 12 mm, maior risco de oclusão coronária)
- Avaliação dos seios de valsalva (risco de oclusão coronária)
- Avaliação da valva aórtica (graduar estenose, se possível)
- Calcificação da VSVE (risco de ruptura anular)
- Medida do septo membranoso (risco de BAVT)

Na avaliação para VIV aórtico em prótese com anel metálico, faz-se as seguintes medidas:

- Avaliação do anel metálico da prótese aórtica (dimensões, área e perímetro)
- Altura dos seios coronários (< 12 mm, maior risco de oclusão coronária)



**Figura 4 – VIV.** A,B: Prótese valvar de implante transcater (THV) virtual em posição mitral e nova VSVE para avaliar o risco de obstrução da VSVE. THV virtual e distância para os seios coronários para avaliar o risco de oclusão das artérias coronárias. C: THV virtual e distância para os seios coronários para avaliar o risco de oclusão das artérias coronárias.

## Artigo de Revisão

- Projeção da THV virtual (risco de oclusão coronária) na posição aórtica
- Distância da THV virtual para o óstio coronário (VTC)

Na avaliação para VIV mitral em prótese com anel metálico, faz-se as seguintes medidas:

- Avaliação do anel metálico da prótese mitral (dimensões, área e perímetro)
- Projeção tomográfica da THV virtual na posição mitral
- Avaliação do risco de obstrução da VSVE a partir da projeção da THV virtual (nova VSVE)
- Distância do óstio do apêndice atrial esquerdo para a artéria circunflexa (risco de obstrução da artéria circunflexa)

### Avaliação adicional

O protocolo da TC sincronizada com contraste, como preconizado para a avaliação de próteses valvares, em pouco difere daquele já tradicionalmente usado na avaliação das artérias coronárias. Portanto, como benefício suplementar desse exame, contamos com a possibilidade de reconhecimento de novas ou acompanhamento de antigas obstruções coronarianas, desfrutando de sua excelente acurácia,<sup>19</sup> assim como de avaliação adicional da aorta torácica, do pericárdio, da artéria pulmonar, das cavidades cardíacas, da função ventricular, entre outros achados incidentais.

### Limitações

Existem limitações técnicas na TC, pois o *blooming* e os artefatos de endurecimento do feixe do anel valvar ou de disco podem prejudicar a avaliação. Esses artefatos metálicos podem ser reduzidos pelo uso de uma tensão de tubo mais alta. Na TC, não é possível a realização de avaliação hemodinâmica, utiliza-se contraste organiodado e, no protocolo aqui preconizado, utiliza-se doses maiores de radiação ionizante (Tabela 4).

## Conclusão

A TC fornece imagens anatômicas e estruturais detalhadas, de alta resolução, com informações sobre inúmeras complicações significativas e potencialmente fatais das próteses valvares cardíacas. Está especialmente indicada para a avaliação da morfologia da prótese valvar cardíaca e complicações paravalvares, quando o ETT apresenta limitação de janela acústica, variações entre os observadores e incompatibilidades dos achados ecocardiográficos com a clínica do paciente. A TC pode ser considerada o exame de imagem de segunda linha para identificação da etiologia da disfunção protética em valvas mecânicas ou bioprotética (cirúrgicas ou percutâneas) nas posições aórtica, tricúspide ou pulmonar (Figura 5). A TC entrega informações valiosas e não invasivas para orientar o manejo clínico e a tomada de decisões terapêuticas adequadas. Portanto, representa um avanço significativo no cuidado de pacientes portadores de disfunção de prótese valvares cardíacas (Figura Central).

## Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, análise estatística, obtenção de financiamento, redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Torreão JA.

### Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

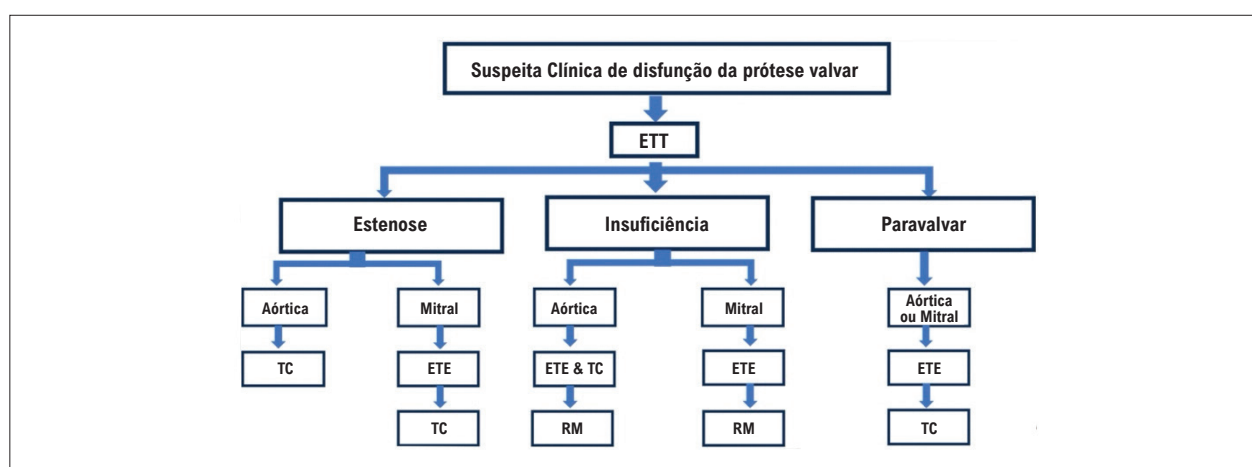
### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

**Tabela 4 – Resumo das vantagens e desvantagens da tc em dpv<sup>2,3,7</sup>**

| Vantagens                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Excelente resolução espacial                                                                                                                               |
| Boa visualização do movimento do folheto ou disco, pannus ou trombo e calcificação/espessamento do folheto independentemente da posição da válvula         |
| Identificação de complicações paravalvares (deiscência, abscesso, pseudoaneurisma)                                                                         |
| Útil no contexto de múltiplas válvulas protéticas onde o artefato pode afetar a qualidade do ETE                                                           |
| Desvantagens                                                                                                                                               |
| Falta de avaliação hemodinâmica                                                                                                                            |
| A gravidade da regurgitação valvar é inferida a partir de defeito anatômico; regurgitação leve ou shunt podem não ser detectados                           |
| Artefato de endurecimento por feixe, particularmente em válvulas mecânicas, podem interferir na identificação vegetações, trombos, pannus, deiscência etc. |
| Agente contrastante organiodado necessário para a realização da angiografia (a TC sem contraste pode ser usada para movimento mecânico da válvula)         |
| Aquisições completas de R-R e múltiplas aquisições contribuem para maior dose de radiação                                                                  |
| A resolução temporal pode ser limitada                                                                                                                     |

TC: tomografia computadorizada; DPV: disfunção da prótese valvar; ETE: ecocardiograma transesofágico.



**Figura 5** – Fluxograma sugerido para indicação de tomografia no diagnóstico de disfunção de prótese valvar cardíaca. A TC pode ser adicionada no fluxo para fins de diagnóstico complementar, mas também com o objetivo de planejamento de nova cirurgia troca valvar ou VIV percutâneo. ETT: ecocardiograma transtorácico; TC: tomografia computadorizada; ETE: ecocardiograma transesofágico; RM: ressonância magnética; VIV: valve-in-valve.

### 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. Martin SS, Aday AW, Almarzooq ZI, Anderson CAM, Arora P, Avery CL, et al. 2024 Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data from the American Heart Association. *Circulation*. 2024;149(8):347-913. doi: 10.1161/CIR.0000000000001209.
2. Zoghbi WA, Jone PN, Chamsi-Pasha MA, Chen T, Collins KA, Desai MY, et al. Guidelines for the Evaluation of Prosthetic Valve Function With Cardiovascular Imaging: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration With the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2024;37(1):2-63. doi: 10.1016/j.echo.2023.10.004.
3. Verma M, Pandey NN, Kumar S, Ramakrishnan S. Imaging Spectrum of Valvular and Paravalvular Complications of Prosthetic Heart Valve at CT Angiography. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2021;3(4):e210159. doi: 10.1148/ryct.2021210159.
4. Pibarot P, Magne J, Leipsic J, Côté N, Blanke P, Thourani VH, et al. Imaging for Predicting and Assessing Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):149-62. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.10.020.
5. Feuchtner GM, Spoeck A, Lessick J, Dichtl W, Plass A, Leschka S, et al. Quantification of Aortic Regurgitant Fraction and Volume with Multi-detector Computed Tomography Comparison with Echocardiography. *Acad Radiol*. 2011;18(3):334-42. doi: 10.1016/j.acra.2010.11.006.
6. Kim JY, Suh YJ, Han K, Kim YJ, Choi BW. Diagnostic Value of Advanced Imaging Modalities for the Detection and Differentiation of Prosthetic Valve Obstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(11):2182-92. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.11.033.
7. 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.
8. Senapati A FN, Mahmarian J, Chang SM. Cardiac Computed Tomography for Structural Heart Disease Assessment and Therapeutic Planning: Focus on Prosthetic Valve Dysfunction. *Methodist Debakey Cardiovasc J*. 2020;16(2):86-96. doi: 10.14797/mdcj-16-2-86.
9. Gündüz S, Özkan M, Kalçık M, Gürsoy OM, Astarcioglu MA, Karakoyun S, et al. Sixty-four-section Cardiac Computed Tomography in Mechanical Prosthetic Heart Valve Dysfunction: Thrombus or Pannus. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2015;8(12):e003246. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.115.003246.
10. Makkar RR, Fontana G, Jilaihawi H, Chakravarty T, Kofoed KF, De Backer O, et al. Possible Subclinical Leaflet Thrombosis in Bioprosthetic Aortic Valves. *N Engl J Med*. 2015;373(21):2015-24. doi: 10.1056/NEJMoa1509233.
11. Jilaihawi H, Asch FM, Manasse E, Ruiz CE, Jelnin V, Kashif M, et al. Systematic CT Methodology for the Evaluation of Subclinical Leaflet Thrombosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(4):461-70. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.02.005.
12. Blanke P, Leipsic JA, Popma JJ, Yakubov SJ, Deeb GM, Gada H, et al. Bioprosthetic Aortic Valve Leaflet Thickening in the Evolut Low Risk Sub-study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(19):2430-42. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.022.
13. Gênéreux P, Piazza N, Alu MC, Nazif T, Hahn RT, Pibarot P, et al. Valve Academic Research Consortium 3: Updated Endpoint Definitions for Aortic Valve Clinical Research. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(21):2717-46. doi: 10.1016/j.jacc.2021.02.038.
14. Cruz-Gonzalez I, Antunez-Muiños P, Lopez-Tejero S, Sanchez PL. Mitral Paravalvular Leak: Clinical Implications, Diagnosis and Management. *J Clin Med*. 2022;11(5):1245. doi: 10.3390/jcm11051245.
15. Lázaro C, Hinojar R, Zamorano JL. Cardiac Imaging in Prosthetic Paravalvular Leaks. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2014;4(4):307-13. doi: 10.3978/j.issn.2223-3652.2014.07.01.
16. Little SH, Bapat V, Blanke P, Guerrero M, Rajagopal V, Siegel R. Imaging Guidance for Transcatheter Mitral Valve Intervention on Prosthetic Valves,

- Rings, and Annular Calcification. JACC Cardiovasc Imaging. 2021;14(1):22-40. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.10.027.
17. Meduri CU, Reardon MJ, Lim DS, Howard E, Dunnington G, Lee DP, et al. Novel Multiphase Assessment for Predicting Left Ventricular Outflow Tract Obstruction Before Transcatheter Mitral Valve Replacement. JACC Cardiovasc Interv. 2019;12(23):2402-12. doi: 10.1016/j.jcin.2019.06.015.
18. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Jilaihawi H, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12(1):1-24. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.003.
19. Knuuti J, Ballo H, Juarez-Orozco LE, Saraste A, Kolh P, Rutjes AWS, et al. The Performance of Non-invasive Tests to Rule-in and Rule-out Significant Coronary Artery Stenosis in Patients with Stable Angina: A Meta-analysis Focused on Post-test Disease Probability. Eur Heart J. 2018;39(35):3322-30. doi: 10.1093/eurheartj/ehy267.



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