

CAPÍTULO 13

ARTIGO DE REVISÃO

AVANÇOS NO TRATAMENTO PERCUTÂNEO E MANEJO CLÍNICO DA INSUFICIÊNCIA TRICÚSPIDE

Autor Principal

Airton Akira Yamase

Coautores

Flávia Corrêa de Oliveira Lima

Messias Barbosa de Macedo

Eduardo Zukeran

Felipe Pereira dos Santos

Marcelo Monteiro Mota

Resumo A regurgitação da válvula tricúspide (RVT), historicamente rotulada como a "válvula esquecida", configura-se como uma patologia cardiovascular de alta complexidade que, embora frequentemente negligenciada na prática clínica inicial, exerce um impacto prognóstico devastador, particularmente em indivíduos diagnosticados com insuficiência cardíaca em estágios avançados. A progressão desta condição está intrinsecamente ligada à deterioração da função hemodinâmica e à redução drástica da sobrevida. Tradicionalmente, o manejo cirúrgico convencional estabeleceu-se como a principal modalidade de intervenção terapêutica. Porém, essa abordagem é acompanhada por taxas alarmantes de morbimortalidade, especialmente quando aplicada a pacientes que apresentam múltiplas comorbidades e fragilidade sistêmica. Diante desse cenário de alta vulnerabilidade, as intervenções percutâneas surgem como uma fronteira disruptiva e promissora, oferecendo rotas terapêuticas menos invasivas com resultados clínicos que se mostram progressivamente encorajadores na literatura contemporânea. O arsenal tecnológico para o tratamento percutâneo da RVT é diversificado e abrange múltiplas estratégias biomecânicas, incluindo a anuloplastia transcater, a implementação de dispositivos voltados para a coaptação dos folhetos e o uso de próteses valvares heterotópicas. A determinação da técnica ideal é um processo multifatorial que exige uma análise minuciosa da anatomia valvar, da etiologia subjacente da regurgitação — diferenciando-se entre formas primárias e secundárias —, do nível de dilatação do anel tricúspide e da reserva funcional do ventrículo direito. Entre as inovações de maior destaque, o sistema de clip transcater, derivado da sólida experiência acumulada na intervenção da válvula mitral, tem demonstrado uma capacidade notável de reduzir o volume regurgitante, promovendo uma melhora substantiva tanto no perfil funcional quanto na percepção de bem-estar dos pacientes. Investigações clínicas recentes corroboram a eficácia dessas tecnologias ao demonstrar benefícios tangíveis nos desfechos clínicos primários, como a redução significativa nas taxas de hospitalização por descompensação da insuficiência cardíaca e a progressão positiva na classificação funcional da *New York Heart Association* (NYHA). Apesar desses avanços, a área ainda enfrenta desafios críticos que incluem o refinamento

dos critérios de seleção de pacientes, a superação da inerente complexidade anatômica do aparelho tricúspide e a necessidade de dados de acompanhamento de longo prazo para validar a durabilidade das intervenções. O desenvolvimento contínuo de dispositivos, aliado a uma consciência clínica crescente sobre a importância da intervenção precoce, impulsiona a consolidação da terapia percutânea como um novo paradigma na cardiologia intervencionista, oferecendo alternativas reais para pacientes outrora considerados inoperáveis.

Palavras-chave: Regurgitação da válvula tricúspide; Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos; Cateterismo cardíaco; Válvula tricúspide; Insuficiência cardíaca direita.

1. A FISIOPATOLOGIA DA REGURGITAÇÃO TRICÚSPIDE: UM DESAFIO EPIDEMIOLÓGICO

A insuficiência ou regurgitação tricúspide (RT) é uma condição clínica com prevalência acentuada, especialmente na população idosa, onde as alterações degenerativas e sistêmicas se tornam mais evidentes. Na vasta maioria dos cenários clínicos, a RT não é uma patologia isolada, sendo secundária a doenças do lado esquerdo do coração ou decorrente de quadros crônicos de hipertensão pulmonar. Em contrapartida, as formas de RT primária, que envolvem danos diretos aos componentes anatômicos da própria válvula, são menos frequentes na rotina cardiológica.

Um dos maiores desafios para o clínico reside na imprevisibilidade da história natural desta doença. A transição de um quadro de regurgitação leve para uma insuficiência clinicamente significativa ocorre de maneira variável e, muitas vezes, silenciosa. A gravidade da RT funcional é uma variável dinâmica, dependente de múltiplos fatores hemodinâmicos, como o estado da pré-carga do ventrículo direito (status volêmico), a resistência imposta pela pós-carga e a capacidade sistólica intrínseca do ventrículo direito (VD). Esta interdependência hemodinâmica pode fazer com que uma RT severa permaneça mascarada por longos períodos devido à ausência de sintomas exuberantes, retardando o diagnóstico. No entanto, uma vez que a RT atinge níveis graves, o prognóstico torna-se sombrio. Dados indicam que pacientes mantidos exclusivamente sob terapia medicamentosa apresentam uma taxa de sobrevida livre de eventos de apenas 63,9% em um prazo de aproximadamente um ano.

2. O PARADOXO CIRÚRGICO E AS LIMITAÇÕES DAS DIRETRIZES ATUAIS

Apesar da clara correlação entre a gravidade da RT e o aumento da mortalidade, observa-se um paradoxo na prática clínica: apenas uma fração mínima de pacientes é encaminhada para o reparo ou substituição cirúrgica da válvula tricúspide. Este fenômeno é alimentado, em parte, por um dogma clínico errôneo de que a correção da patologia primária no lado esquerdo do coração — como a

correção de uma valvopatia mitral ou aórtica — resultaria automaticamente na resolução da RT secundária. A realidade clínica demonstra que, em muitos casos, a regurgitação tricúspide persiste ou até progride após intervenções esquerdas, agravando a insuficiência cardíaca direita.

Além disso, o receio do alto risco cirúrgico atua como um forte inibidor para o tratamento operatório. A literatura relata uma variabilidade extrema na mortalidade hospitalar pós-cirurgia de RT, variando entre 10% e 38%. Esta oscilação estatística é frequentemente atribuída ao encaminhamento tardio dos pacientes, que chegam à sala de cirurgia em estados avançados de disfunção orgânica e falência ventricular.

As diretrizes internacionais recomendam a intervenção em casos de RT leve ou moderada de forma concomitante à cirurgia do lado esquerdo, especialmente se houver dilatação anular ou insuficiência cardíaca estabelecida. No entanto, é fundamental notar que tais recomendações possuem um nível de evidência limitado (Classe IIa/IIb, Nível C), baseadas primordialmente em consensos de especialistas e carecendo de ensaios clínicos randomizados de grande escala que comparem o tratamento cirúrgico versus a terapia médica isolada. O cenário para a RT grave isolada é ainda mais restritivo, com indicação cirúrgica reservada apenas para pacientes sintomáticos ou com evidências de disfunção ventricular direita inicial.

Outro hiato nas diretrizes é a ausência de um papel definido para a terapia farmacológica otimizada no manejo da RT. Embora o uso de diuréticos seja eficaz para o controle volumétrico e alívio sintomático, medicamentos como os inibidores da enzima conversora de angiotensina (ECA) ou os betabloqueadores não demonstraram benefícios prognósticos claros em pacientes com doença cardíaca direita isolada. É neste vácuo terapêutico que as opções percutâneas emergem como uma solução vital, oferecendo estratégias para pacientes considerados inoperáveis ou de risco proibitivo, embora seu papel exato ainda esteja sendo elucidado pelas pesquisas em curso.

3. O ADVENTO DAS INTERVENÇÕES TRICÚSPIDES TRANSCATETER (TTVT)

Diante da necessidade de preencher a lacuna entre o tratamento médico ineficaz e o risco cirúrgico proibitivo, o desenvolvimento de estratégias de reparo e substituição percutânea acelerou-se significativamente. Recentemente, o campo da cardiologia presenciou os primeiros relatos em humanos e estudos de viabilidade para as terapias transcater da válvula tricúspide (TTVT), inicialmente aplicadas em contextos de programas compassivos para pacientes em estágios terminais da doença.

Embora ainda não existam estudos randomizados que comparem diretamente a TTVT com a terapia medicamentosa ideal, os dados extraídos de diversos registros mundiais são extremamente promissores. As evidências atuais apontam para uma

taxa de sucesso do procedimento impressionante, próxima a 90%. Este sucesso técnico está associado a uma melhoria real na sobrevivência e a uma redução robusta nas hospitalizações por insuficiência cardíaca, independentemente do grau de regurgitação basal ou da classe funcional do paciente.

Além disso, o perfil de segurança da TTVT mostra-se superior ao da cirurgia convencional em populações de alto risco. A taxa de complicações que exigem conversão para cirurgia de peito aberto é de apenas 2%, e a mortalidade média em 30 dias situa-se em torno de 5,1%, números que favorecem a abordagem percutânea frente à cirurgia de troca valvar isolada. No entanto, a comunidade científica mantém uma postura cautelosa. A definição de "sucesso do procedimento" em muitos estudos — frequentemente definida apenas como a redução de um grau na RT — é considerada limitada, dada a ausência de grupos controle e o potencial efeito placebo na melhora dos sintomas subjetivos e da capacidade de caminhada. Portanto, a validação dessas tecnologias em coortes mais extensas e ensaios randomizados com seguimento prolongado é um passo obrigatório antes da expansão formal das indicações nas diretrizes clínicas.

4. DETERMINAÇÃO DO PERFIL DO PACIENTE PARA TERAPIA TRANSCATETER (TTVT)

A indicação para a terapia transcater da válvula tricúspide (TTVT) é um processo que transcende a simples identificação da gravidade da regurgitação. Devido à extrema complexidade anatômica da válvula tricúspide (VT), à multiplicidade de mecanismos fisiopatológicos envolvidos na regurgitação tricúspide (RT) e à variabilidade da doença ao longo do tempo, a consideração de uma intervenção percutânea exige uma avaliação rigorosa e multidisciplinar realizada pelo *Heart Team*. Este processo deve pesar criteriosamente os riscos potenciais frente aos benefícios esperados, analisando a adequação anatômica e os desafios técnicos específicos de cada caso.

4.1 Desafios da imagem e planejamento pré-procedimento

A disponibilidade de imagens de alta resolução é o alicerce absoluto para o sucesso de qualquer intervenção percutânea na VT. O planejamento exige uma visualização precisa não apenas para a seleção do dispositivo, mas também para a orientação em tempo real durante o procedimento. A ecocardiografia transesofágica (ETE), com foco específico no aparelho tricúspide, deve ser conduzida por especialistas com treino avançado em reconstruções tridimensionais (3D). Estas reconstruções são vitais para a compreensão da anatomia assimétrica da VT, permitindo a localização exata dos jatos regurgitantes e a avaliação da lacuna de coaptação em planos transgástricos de eixo curto e vistas transesofágicas profundas.

Contudo, a obtenção de janelas ecocardiográficas de qualidade pode ser um obstáculo intransponível em certos pacientes. A presença de outros dispositivos protéticos, como válvulas mecânicas no lado esquerdo ou dispositivos eletrônicos

implantáveis (marcapassos e desfibriladores), pode gerar artefatos de imagem significativos, obscurecendo a anatomia valvular e dificultando a navegação do cateter. Nestes cenários de imagem subótima, a opção transcateter deve ser cuidadosamente reconsiderada. Como alternativa emergente, a ecocardiografia intracardíaca (EIC) oferece uma monitorização intraprocedimental promissora, embora a sua aplicação ainda seja limitada pela escassez de vistas multiplanares, o que dificulta a orientação para dispositivos de clipagem (*Clips*) e anéis de anuloplastia (*Cardioband*). A evolução tecnológica para a incorporação de visualização 3D na EIC poderá, num futuro próximo, superar estas limitações técnicas.

4.2 Avaliação do estado global e estratificação de risco clínico

A eficácia de uma intervenção intervencionista na VT depende intrinsecamente do estado clínico global do paciente. A presença de comorbidades severas que limitam severamente a expectativa de vida pode tornar qualquer tratamento mecânico fútil. Da mesma forma, a correção da RT num estágio terminal da doença pode não resultar em benefícios tangíveis, uma vez que o dano sistêmico já pode ser irreversível.

Clinicamente, é importante avaliar a presença de falência multiorgânica secundária à congestão venosa crônica. A disfunção hepática congestiva e o comprometimento da função renal são marcadores de prognóstico reservado. Além disso, sinais de baixo débito cardíaco persistente, manifestados por fadiga extrema, astenia e uma capacidade funcional drasticamente reduzida, devem ser identificados, pois correlacionam-se diretamente com resultados pós-procedimentais desfavoráveis. A intervenção precoce visa justamente evitar que o paciente atinja este ponto de não retorno hemodinâmico.

4.3 Dinâmica do ventrículo direito e estado vascular pulmonar

Um dos pontos mais críticos e complexos da avaliação prévia à TTVT é a análise da função do ventrículo direito (VD) e das pressões na circulação pulmonar. A correção súbita de uma RT grave num ventrículo direito com disfunção contrátil profunda pode ser catastrófica, precipitando uma insuficiência cardíaca direita aguda devido à "incompatibilidade da pós-carga". Essencialmente, o VD, que estava habituado a ejetar parte do volume para um sistema de baixa pressão (o átrio direito via regurgitação), vê-se subitamente obrigado a ejetar todo o seu volume sistólico contra a resistência da artéria pulmonar.

A remodelação do VD é o traço distintivo da RT patológica. Nas formas primárias, esta remodelação ocorre para acomodar a sobrecarga de volume. Nas formas secundárias, visa superar a sobrecarga de pressão imposta pela hipertensão pulmonar. Embora inicialmente adaptativa, esta resposta torna-se mal adaptativa ao longo do tempo, conduzindo à dilatação e falência ventricular. A interpretação de parâmetros ecocardiográficos convencionais do VD, como o TAPSE (*Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion*), a onda S' do Doppler tecidual e a alteração de área fracionada (FAC), torna-se extremamente desafiadora no cenário de RT grave,

uma vez que estes indicadores são fortemente influenciados pelas condições de carga volêmica e não refletem puramente a contratilidade miocárdica. Adicionalmente, as pressões sistólicas da artéria pulmonar (PSAP) estimadas pelo eco podem ser subestimadas quando o volume sistólico do paciente é muito reduzido.

Para superar estas incertezas, o cateterismo cardíaco direito (CCD) é frequentemente indispensável. O CCD permite a medição direta da resistência vascular pulmonar (RVP), que é o reflexo fiel da remodelação vascular e do prognóstico hemodinâmico. Mais recentemente, o conceito de "acoplamento ventrículo direito-artéria pulmonar" (VD-AP) emergiu como uma medida superior de eficiência cardiovascular. Este acoplamento quantifica a interação entre a contratilidade intrínseca do VD e a pós-carga vascular, podendo ser avaliado através da análise de ciclos (*loops*) de pressão-volume ou por substitutos não invasivos obtidos por ressonância magnética e ecocardiografia avançada.

4.4 Avaliação anatômica por tomografia computadorizada (TC)

Complementando a ecocardiografia, a tomografia computadorizada (TC) multidetectores é necessária para avaliar a viabilidade técnica e definir a estratégia de acesso. As considerações anatômicas fundamentais incluem o calibre e a angulação das veias cavas (superior e inferior) em relação ao aparelho valvular tricúspide para a seleção da melhor via vascular. A TC permite ainda mensurar o espaço disponível para a navegação dos dispositivos dentro do átrio e ventrículo direitos, caracterizar a geometria da "zona de aterragem" para próteses e identificar estruturas adjacentes críticas. Um ponto de extrema relevância é o mapeamento do trajeto da artéria coronária direita (ACD), que pode estar perigosamente próxima do anel tricúspide e corre o risco de ser comprimida ou danificada durante procedimentos de anuloplastia.

4.5 Algoritmo de seleção terapêutica baseado na etiologia

A escolha do dispositivo percutâneo deve ser guiada pela etiologia subjacente e pelo estágio evolutivo da doença. Um algoritmo simplificado distingue entre causas primárias e secundárias. Na RT primária, especialmente de origem reumática, a substituição valvular ortotópica costuma ser a estratégia preferencial. Embora os dados sejam limitados a relatos de casos, o uso de dispositivos como o *MitraClip* tem sido explorado com sucesso em casos de prolapso de folheto ou RT induzida por elétrodos de marcapasso, desde que não haja uma dilatação anular extrema.

Por outro lado, a RT secundária ou funcional em estágios iniciais é o cenário ideal para estratégias de anuloplastia pura. À medida que a patologia progride e ocorre um aumento da fixação (*tethering*) dos folhetos, dispositivos que atuam "ponta a ponta" (*edge-to-edge*), isoladamente ou em combinação com a anuloplastia para um efeito sinérgico, tornam-se a escolha preferida. Em pacientes com remodelação ventricular extrema e disfunção irreversível, a implantação de válvulas heterotópicas em posição caval pode ser considerada como uma estratégia puramente paliativa para alívio da congestão sistêmica.

5. ARSENAL TECNOLÓGICO: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO DISPOSITIVO

A escolha do dispositivo ideal para a intervenção na válvula tricúspide (VT) não é arbitrária. Ela deve ser sustentada por uma análise rigorosa da etiologia da doença e das particularidades anatômicas do paciente. O clínico deve considerar que diferentes fenótipos de regurgitação tricúspide (RT) exigem soluções biomecânicas distintas para assegurar a durabilidade do reparo.

5.1 Anuloplastia percutânea: indicações e eficácia nos estágios iniciais

A anuloplastia transcater foi projetada para mimetizar a referência cirúrgica, focando na redução das dimensões do anel tricúspide para promover a coaptação forçada dos folhetos. Esta estratégia mostra-se particularmente eficaz nos estágios iniciais da RT funcional, onde a dilatação anular é o motor primário da patologia. Com base na vasta experiência acumulada na cirurgia cardíaca convencional, observou-se que os sistemas baseados em anéis percutâneos oferecem resultados mais consistentes e duradouros em comparação com as técnicas baseadas apenas em suturas, que podem ceder sob a tensão hemodinâmica crônica do lado direito.

No entanto, a eficácia da anuloplastia pura declina à medida que a dilatação anular progride e a geometria valvar se deteriora. Investigações clínicas identificaram que volumes de tenda (*tethering*) superiores a 1,68 mL e diâmetros anulares anteroposteriores maiores que 36 mm são preditores poderosos de RT persistente ou recorrência precoce após o procedimento. Nestes cenários de geometria valvar severamente distorcida, o isolamento da anuloplastia pode ser insuficiente, exigindo a consideração de estratégias combinadas ou a transição para sistemas de reparo de folhetos ou substituição valvar total.

5.2 Reparação de ponta a ponta (TEER): a experiência com *MitraClip* e *Pascal*

Diferentes inovações tecnológicas que emulam o reparo cirúrgico "ponta a ponta" (*edge-to-edge*) estão atualmente integradas na prática clínica. Até ao momento, o sistema *MitraClip* consolidou-se como o dispositivo mais amplamente utilizado para a correção da RT, detendo a base de evidências mais robusta na literatura intervencionista.

A análise de preditores de sucesso para o reparo percutâneo de ponta a ponta é fundamental para a seleção de candidatos. Estudos conduzidos por Besler et al. identificaram variáveis ecocardiográficas cruciais: uma área de orifício regurgitante efetiva (EROA) menor, uma área de tenda reduzida, uma *vena contracta* (VC) menos dilatada e, primordialmente, uma lacuna de coaptação estreita são indicadores de sucesso. Especificamente, uma lacuna de coaptação superior a 7,2 mm foi identificada como o principal discriminador de falha; quando esta lacuna excede os 10 mm, a taxa de sucesso técnico cai drasticamente para menos de 30%. Além da dimensão da lacuna, a localização do jato regurgitante desempenha um papel técnico crítico: jatos centrais ou anterosséptais são mais acessíveis à captura pelo

clipe, enquanto localizações excêntricas aumentam significativamente o desafio técnico e o risco de posicionamento errático do dispositivo.

5.3 Evolução tecnológica: o impacto dos sistemas XTR e PASCAL

O desenvolvimento do novo *MitraClip XTR*, caracterizado por braços 3 mm mais longos do que o seu antecessor (NTR), permitiu a abordagem de lacunas de coaptação mais amplas, que anteriormente seriam consideradas proibitivas. Relatos clínicos indicam que, mesmo em pacientes com lacunas ≥ 7 mm, o sucesso do procedimento pode atingir 75% com a tecnologia XTR. Porém, este avanço não é isento de riscos. Observou-se uma taxa não desprezível de descolamento de clipe de folheto único nestes casos severos. A explicação mecânica reside na fragilidade intrínseca dos folhetos tricúspides, que são mais finos que os mitrais. Folhetos mais curtos submetidos à tensão de um clipe maior podem sofrer lacerações teciduais. Uma estratégia técnica para mitigar este risco envolve a implantação de um segundo clipe menor (NTR) adjacente ao clipe terapêutico principal para distribuir a carga de tensão e aumentar a estabilidade mecânica.

Paralelamente, o sistema PASCAL emergiu como uma alternativa sofisticada ao TEER. As suas vantagens teóricas residem na capacidade de captura independente de cada folheto e na presença de um espaçador central. Este espaçador visa preencher o orifício regurgitante, melhorando a correção da RT em casos de dilatação extrema sem exigir uma tração excessiva sobre o tecido valvar. Embora os dados iniciais de uso compassivo sejam promissores, a incidência de complicações como o descolamento de folheto ainda exige vigilância e validação em estudos de maior escala.

6. O DESAFIO DOS DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS CARDÍACOS (DCEIs)

Cerca de um terço dos pacientes que necessitam de intervenção na VT já possuem dispositivos eletrônicos, como marcapassos ou desfibriladores, cujos elétrodos atravessam o anel valvular. Estes elétrodos são, muitas vezes, a causa direta ou um fator agravante da RT significativa devido à interferência mecânica com o movimento dos folhetos.

Historicamente, a presença de um eletrodo era um preditor de recorrência de RT após anuloplastia cirúrgica. No entanto, dados do registo *TriValve* demonstram que, no cenário percutâneo, a presença destes dispositivos não compromete a viabilidade técnica ou a segurança a curto prazo. O desafio é primordialmente técnico: o intervencionista deve posicionar o sistema de entrega de forma a evitar o emaranhamento com os elétrodos no átrio direito. Estratégias como a "bicuspidalização" de folhetos opostos ou o isolamento mecânico do eletrodo têm permitido resultados satisfatórios. Surpreendentemente, a substituição valvar percutânea (válvula-em-válvula) também se mostrou viável nestes pacientes, com um risco negligenciável de aprisionamento ou danos aos cabos eletrônicos.

7. RESULTADOS PÓS-PROCEDIMENTO E COMPLICAÇÕES IATROGÊNICAS

Apesar do sucesso técnico imediato, a manutenção dos resultados a médio prazo permanece uma área de intensa investigação.

7.1 Estenose tricúspide iatrogênica

A aplicação de dispositivos de plastia de folhetos carrega o risco teórico de induzir uma redução excessiva na área da VT, gerando estenose funcional. Embora o anel tricúspide possua uma área naturalmente grande, o que confere uma margem de segurança, registros retrospectivos indicam que cerca de 17,2% dos pacientes desenvolvem um gradiente transtricúspide > 3 mmHg após a intervenção. No estudo *TRILUMINATE*, 7% dos participantes apresentaram gradientes médios acima de 5 mmHg. Contudo, até ao momento, estas elevações de gradiente não foram correlacionadas com um impacto negativo na sobrevida ou em desfechos clínicos adversos, sugerindo que o benefício da redução da regurgitação supera o risco da estenose ligeira.

7.2 Mecanismos de descolamento do dispositivo

O descolamento do dispositivo é uma complicação mecânica severa decorrente da distribuição desigual de forças de tensão. Em válvulas com remodelação avançada, a tração aplicada para unir os folhetos pode exceder a resistência do tecido, levando à rotura do ponto de inserção. As taxas de descolamento variam entre 7% e 12,9% dependendo da tecnologia utilizada e da agressividade da captura tecidual. Este fenômeno sublinha a necessidade imperativa de selecionar pacientes com tecido valvar suficientemente íntegro para suportar a tensão mecânica do dispositivo.

8. A FRONTEIRA DA SUBSTITUIÇÃO DA VÁLVULA TRICÚSPIDE TRANSCATETER (TTVR)

Enquanto as técnicas de reparação procuram preservar a anatomia nativa, a substituição da válvula tricúspide transcater (TTVR) surge como uma solução definitiva para casos em que a distorção anatômica é tão severa que a coaptação dos folhetos é mecanicamente impossível. Esta modalidade visa abolir completamente a regurgitação tricúspide (RT), operando uma mudança drástica na hemodinâmica do lado direito do coração. Experiências preliminares com TTVR indicam que a tecnologia é capaz de eliminar o fluxo regurgitante com taxas de complicações periprocedimentais consideradas aceitáveis perante a gravidade dos pacientes tratados.

8.1 O sistema EVOQUE e a evidência do estudo TRISCEND

O sistema de substituição valvar EVOQUE representa um marco na engenharia biomédica, sendo o primeiro sistema transfemoral baseado em cateter especificamente desenhado para a posição tricúspide. A sua arquitetura é composta por uma estrutura de nitinol autoexpansível, que se adapta à morfologia

elíptica do anel tricúspide. O mecanismo funcional baseia-se em folhetos de pericárdio bovino e uma "saia" de tecido integrada com nove âncoras ventriculares, que garantem a fixação estável e minimizam o risco de migração da prótese.

A segurança e o desempenho clínico deste sistema foram rigorosamente testados no estudo prospectivo TRISCEND. Este ensaio recrutou 56 pacientes com RT sintomática moderada ou superior, que não apresentavam resposta satisfatória à terapia farmacológica otimizada. Os resultados demonstraram uma redução robusta e imediata no grau de RT. No entanto, a complexidade do procedimento e o perfil de fragilidade da população resultaram numa taxa de eventos adversos principais de 26,8% aos 30 dias, motivada essencialmente por complicações hemorrágicas, além de relatos isolados de embolização do dispositivo e óbito, sublinhando a curva de aprendizagem e a necessidade de critérios de seleção refinados.

8.2 Desafios técnicos e vias de acesso na TTVR

Apesar do otimismo, a substituição total transcater enfronta obstáculos técnicos significativos. Os dispositivos de primeira geração são frequentemente volumosos e carecem de sistemas de entrega altamente direcionáveis, o que torna a navegação através da veia cava superior ou inferior particularmente desafiante. Em muitos casos, para garantir a precisão do posicionamento, a equipa cirúrgica pode optar por um acesso transatrial direto ou por um corte cirúrgico tradicional para os acessos transjugular e transfemoral. Adicionalmente, questões críticas como o dimensionamento exato da prótese, a durabilidade biológica dos folhetos a longo prazo e o risco de trombose valvar tardia permanecem como lacunas de conhecimento que exigem estudos de acompanhamento prolongados.

9. ANÁLISE DOS ENSAIOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS: TRILUMINATE E CLASP

A transição da terapia percutânea de uma modalidade experimental para uma prática baseada em evidências sólidas foi impulsionada pela publicação de ensaios clínicos randomizados internacionais de grande escala.

9.1 TRILUMINATE Pivotal: TEER versus terapia médica isolada

O estudo TRILUMINATE Pivotal constitui a evidência mais robusta disponível para o reparo transcater *edge-to-edge* (TEER) com o sistema *TriClip*. Este ensaio internacional randomizou 350 pacientes com RT grave para receberem a intervenção percutânea ou manterem-se sob terapia medicamentosa exclusiva. Os resultados iniciais foram amplamente favoráveis à intervenção mecânica: aos 30 dias, 87% dos pacientes no grupo TEER apresentavam RT moderada ou inferior, em contraste com apenas 4,8% no grupo controle.

Mais do que a melhoria ecocardiográfica, o estudo focou na percepção subjetiva de saúde através da pontuação KCCQ (*Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire*). Ao final de um ano, o grupo submetido ao *TriClip* registou um incremento médio de

12,3 pontos na qualidade de vida, significativamente superior aos 0,6 pontos observados no grupo medicamentoso. O perfil de segurança foi considerado excelente, com 98,3% dos pacientes livres de eventos adversos major no primeiro mês. Este ensaio continuará a acompanhar os participantes por um período de quatro anos para avaliar se a melhoria funcional e da qualidade de vida se traduzirá num benefício inequívoco de sobrevida a longo prazo.

9.2 O sistema PASCAL e os resultados do CLASP TR

O sistema PASCAL consolidou-se como o segundo grande expoente da tecnologia TEER, introduzindo inovações como a captura independente de folhetos e um espaçador central para preencher o orifício regurgitante. No estudo de viabilidade CLASP TR, pacientes com RT sintomática tratados com o sistema PASCAL apresentaram uma taxa de sucesso de implante de 85%, com melhorias significativas na capacidade funcional, medida pela distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, e nas pontuações de qualidade de vida. O ensaio subsequente CLASP II TR confirmou a durabilidade destes resultados ao fim de um ano, reforçando a aprovação desta tecnologia pelas agências reguladoras internacionais para o tratamento da RT severa.

10. ESTRATÉGIAS PALIATIVAS: IMPLANTE DE VÁLVULAS HETEROTÓPICAS

Em cenários onde a remodelação do ventrículo direito é tão extensa que a correção direta da válvula tricúspide é considerada de alto risco ou tecnicamente inviável, as válvulas heterotópicas surgem como uma alternativa paliativa. Esta técnica não atua diretamente sobre o aparelho valvar doente, mas sim através da colocação de próteses bioprotéticas nas veias cavas superior e inferior. O objetivo mecânico é criar uma "neoválvula" que bloqueie o refluxo sanguíneo sistêmico e reduza a estase venosa periférica, aliviando sintomas congestivos severos.

Porém, é fundamental compreender as limitações intrínsecas desta abordagem. As válvulas heterotópicas não tratam a regurgitação tricúspide *per se*, nem têm a capacidade de prevenir a progressão da remodelação negativa do ventrículo direito. O seu papel é essencialmente sintomático. Estudos futuros são necessários para determinar o benefício real desta tecnologia a longo prazo, estabelecendo o risco de trombose nestas posições venosas e definindo o regime antitrombótico ideal para estes dispositivos.

11. A ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR E O FUTURO DA TERAPÊUTICA TRICÚSPIDE

O tratamento percutâneo da regurgitação da válvula tricúspide (RVT) não representa apenas uma evolução tecnológica, mas uma mudança de paradigma na cardiologia intervencionista. Durante décadas, pacientes com RVT grave e alto risco cirúrgico foram relegados a uma terapia farmacológica puramente paliativa,

marcada por reinternações frequentes e uma trajetória de declínio funcional inexorável. A emergência das terapias transcater oferece agora uma nova esperança, permitindo intervenções menos invasivas em populações anteriormente consideradas inoperáveis.

11.1 O papel central do *Heart Team* e a individualização do cuidado

O sucesso da intervenção percutânea depende intrinsecamente de uma abordagem multidisciplinar sólida. O conceito de *Heart Team* — integrando cardiologistas clínicos, especialistas em imagem, intervencionistas e cirurgiões cardíacos — é fundamental para a seleção criteriosa do candidato ideal. Como observado ao longo desta análise, a complexidade anatômica da válvula tricúspide e a carência de um padrão cirúrgico universal tornam a individualização do tratamento uma obrigatoriedade clínica. A escolha entre o reparo "ponta a ponta", a anuloplastia ou a substituição total deve ser baseada não apenas no grau de regurgitação, mas na reserva funcional do ventrículo direito e na presença de comorbidades que possam ditar o benefício real da intervenção.

11.2 Conscientização sobre a intervenção precoce

Um dos desafios persistentes na gestão da RVT é o encaminhamento tardio. A história natural da doença demonstra que, quando os sinais de baixo débito cardíaco e a disfunção orgânica (hepática e renal) se tornam clinicamente exuberantes, o benefício hemodinâmico da correção valvar pode ser limitado. Há uma necessidade premente de aumentar a conscientização clínica sobre o impacto prognóstico da RVT, incentivando a intervenção antes que a remodelação ventricular direita atinja um estágio de irreversibilidade mal adaptativa.

11.3 Lacunas de evidência e perspectivas de longo prazo

Embora os resultados agudos de tecnologias como o TriClip e o EVOQUE sejam promissores, a área ainda carece de evidências robustas de longo prazo. Questões cruciais relativas à durabilidade das biopróteses transcater, ao risco de trombose valvar em posições venosas e ao regime antitrombótico ideal permanecem sob investigação. Além disso, a estenose iatrogênica pós-procedimento e o risco de descolamento do dispositivo em anéis severamente dilatados exigem o desenvolvimento contínuo de dispositivos de segunda geração e sistemas de entrega mais precisos.

O tratamento percutâneo da insuficiência tricúspide, portanto, está em fase de rápida expansão e refinamento. A transição para uma prática baseada em ensaios clínicos randomizados de grande escala, como o TRILUMINATE Pivotal, solidifica esta modalidade como um pilar essencial no manejo da insuficiência cardíaca direita avançada, prometendo transformar não apenas os parâmetros ecocardiográficos, mas, primordialmente, a qualidade de vida e a longevidade dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Topilsky Y, Maltais S, Medina Inojosa J, Oguz D, Michelena H, Maalouf J, et al. Burden of tricuspid regurgitation in patients diagnosed in the community setting. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12:433–42.
2. Prihadi EA, van der Bijl P, GURSOY E, Abou R, Vollema EM, Hahn RT, et al. Development of significant tricuspid regurgitation over time and prognostic implications: new insights into natural history. *Eur Heart J*. 2018;39:3574–81.
3. Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:405–9.
4. Tornos Mas P, Rodríguez-Palomares JF, Antunes MJ. Secondary tricuspid valve regurgitation: a forgotten entity. *Heart*. 2015;101:1840–8.
5. Braunwald NS, Ross J, Morrow AG. Conservative management of tricuspid regurgitation in patients undergoing mitral valve replacement. *Circulation*. 1967;35(4 Suppl):163–9.
6. Vassileva CM, Shabosky J, Boley T, Markwell S, Hazelrigg S. Tricuspid valve surgery: the past 10 years from the Nationwide Inpatient Sample (NIS) database. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143:1043–9.
7. Dreyfus J, Ghalem N, Garbarz E, Cimadevilla C, Nataf P, Vahanian A, et al. Timing of referral of patients with severe isolated tricuspid valve regurgitation to surgeons (from a French nationwide database). *Am J Cardiol*. 2018;122:323–6.
8. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017;38:2739–91.
9. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;129:e521–643.
10. Curio J, Demir OM, Pagnesi M, Mangieri A, Giannini F, Weisz G, et al. Update on the current landscape of transcatheter options for tricuspid regurgitation treatment. *Interv Cardiol*. 2019;14:54–61.
11. Campelo-Parada F, Perlman G, Philippon F, Ye J, Thompson C, Bedard E, et al. First-in-man experience of a novel transcatheter repair system for treating severe tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66:2475–83..
12. Perlman G, Praz F, Puri R, Ofek H, Ye J, Philippon F, et al. Transcatheter tricuspid valve repair with a new transcatheter coaptation system for the treatment of severe tricuspid regurgitation: 1-year clinical and echocardiographic results. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10:1994–2003.
13. Nickenig G, Kowalski M, Hausleiter J, Braun D, Schofer J, Yzeiraj E, et al. Transcatheter treatment of severe tricuspid regurgitation with the edge-to-edge Mitraclip technique. *Circulation*. 2017;135:1802–14.

14. Fam NP, Braun D, von Bardeleben RS, Nabauer M, Ruf T, Connelly KA, et al. Compassionate use of the PASCAL transcatheter valve repair system for severe tricuspid regurgitation: a multicenter, observational, first-in-human experience. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:2488–95.
15. Hahn RT, Meduri CU, Davidson CJ, Lim S, Nazif TM, Ricciardi MJ, et al. Early feasibility study of a transcatheter tricuspid valve annuloplasty: SCOUT trial 30-day results. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:1795–806.
16. Laule M, Stangl V, Sanad W, Lembcke A, Baumann G, Stangl K. Percutaneous transfemoral management of severe secondary tricuspid regurgitation with Edwards Sapien XT bioprosthesis: first-in-man experience. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61:1929–31.
17. Lauten A, Figulla HR, Unbehaun A, Fam N, Schofer J, Doenst T, et al. Interventional treatment of severe tricuspid regurgitation: early clinical experience in a multicenter, observational, first-in-man study. *Circ Cardiovasc Interv.* 2018;11:e006061.
18. Navia JL, Kapadia S, Elgharably H, Harb SC, Krishnaswamy A, Unai S, et al. First-in-human implantations of the Navigate bioprosthesis in a severely dilated tricuspid annulus and in a failed tricuspid annuloplasty ring. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10:e005840.
19. Taramasso M, Hahn RT, Alessandrini H, Latib A, Attinger-Toller A, Braun A, et al. The international multicenter Trivalve registry: which patients are undergoing transcatheter tricuspid repair? *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10:1982–90.
20. Taramasso M, Benfari G, van der Bijl P, Alessandrini H, Attinger-Toller A, Biasco L, et al. Transcatheter versus medical treatment of patients with symptomatic severe tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74:2998–3008.
21. Asmarats L, Puri R, Latib A, Navia JL, Rodés-Cabau J. Transcatheter tricuspid valve interventions: landscape, challenges, and future directions. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:2935–56.
22. Nickenig G, Weber M, Lurz P, von Bardeleben RS, Sitges M, Sorajja P, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for reduction of tricuspid regurgitation: 6-month outcomes of the TRILUMINATE single-arm study. *Lancet.* 2019;394:2002–11.
23. Muraru D, Hahn RT, Soliman OI, Faletta FF, Basso C, Badano LP. 3-dimensional echocardiography in imaging the tricuspid valve. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:500–15.
24. Taramasso M, Gavazzoni M, Pozzoli A, Dreyfus GD, Bolling SF, George I, et al. Tricuspid regurgitation: predicting the need for intervention, procedural success, and recurrence of disease. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:605–21.
25. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23:685–713.

26. Ghio S, Gavazzi A, Campana C, Inserra C, Klersy C, Sebastiani R, et al. Independent and additive prognostic value of right ventricular systolic function and pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:183–8.
27. Breeman KTN, Dufva M, Ploegstra MJ, Kheyfets V, Willems TP, Wigger J, et al. Right ventricular-vascular coupling ratio in pediatric pulmonary arterial hypertension: a comparison between cardiac magnetic resonance and right heart catheterization measurements. *Int J Cardiol*. 2019;293:211–7.
28. Guazzi M, Dixon D, Labate V, Beussink-Nelson L, Bandera F, Cuttica MJ, et al. RV contractile function and its coupling to pulmonary circulation in heart failure with preserved ejection fraction: stratification of clinical phenotypes and outcomes. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10:1211–21.
29. Braun D, Nabauer M, Massberg S, Hausleiter J. Transcatheter repair of primary tricuspid valve regurgitation using the Mitraclip system. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9:e153–4.
30. Fam NP, Connelly KA, Hammerstingl C, Ong G, Wassef AWA, Ross HJ, et al. Transcatheter tricuspid repair with Mitraclip for severe primary tricuspid regurgitation. *J Invasive Cardiol*. 2016;28:E223–4.
31. Hahn RT, George I, Kodali SK, Nazif T, Khalique OK, Akkoc D, et al. Early single-site experience with transcatheter tricuspid valve replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12:416–29.
32. Figulla HR, Kiss K, Lauten A. Transcatheter interventions for tricuspid regurgitation - heterotopic technology: Tricvalve. *EuroIntervention*. 2016;12:Y116–8.
33. Lauten A, Doenst T, Hamadanchi A, Franz M, Figulla HR. Percutaneous bicaval valve implantation for transcatheter treatment of tricuspid regurgitation: clinical observations and 12-month follow-up. *Circ Cardiovasc Interv*. 2014;7:268–72.
34. Vismara R, Gelpi G, Prabhu S, Romitelli P, Troxler LG, Mangini A, et al. Transcatheter edge-to-edge treatment of functional tricuspid regurgitation in an ex vivo pulsatile heart model. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68:1024–33.
35. Hausleiter J, Braun D, Orban M, Latib A, Lurz P, Boekstegers P, et al. Patient selection, echocardiographic screening and treatment strategies for interventional tricuspid repair using the edge-to-edge repair technique. *EuroIntervention*. 2018;14:645–53.
36. Min SY, Song JM, Kim JH, Jang MK, Kim YJ, Song H, et al. Geometric changes after tricuspid annuloplasty and predictors of residual tricuspid regurgitation: a real-time three-dimensional echocardiography study. *Eur Heart J*. 2010;31:2871–80.
37. Sugiura A, Weber M, Sinning JM, Werner N, Nickenig G. Staged transcatheter valve repair via MitraClip XTR after cardioband for tricuspid regurgitation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:118.
38. Besler C, Orban M, Rommel KP, Braun D, Patel M, Hagl C, et al. Predictors of procedural and clinical outcomes in patients with symptomatic tricuspid

regurgitation undergoing transcatheter edge-to-edge repair. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:1119–28.

39. Braun D, Rommel KP, Orban M, Latib A, Lurz P, Boekstegers P, et al. Acute and short-term results of transcatheter edge-to-edge repair for severe tricuspid regurgitation using the Mitraclip XTR system. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:604–5.

40. Andreas M, Russo M, Taramasso M, Zuber M, Mascherbauer J. Novel transcatheter clip device (MitraClip XTR) enables significant tricuspid annular size reduction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2019;20:1070..

41. Fam NP, Ho EC, Zahrani M, Samargandy S, Connelly KA. Transcatheter tricuspid valve repair with the PASCAL system. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:407–8.

42. Addetia K, Harb SC, Hahn RT, Kapadia S, Lang RM. Cardiac implantable electronic device lead-induced tricuspid regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:622–36.

43. Taramasso M, Gavazzoni M, Pozzoli A, Allessandrini H, Latib A, Attinger-Toller A, et al. Outcomes of TTVI in patients with pacemaker or defibrillator leads: data from the Trivalve registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13:554–64.

44. Eleid MF, Asirvatham SJ, Cabalka AK, Hangler DJ, Noseworthy PA, Taggart NW, et al. Transcatheter tricuspid valve-in-valve in patients with transvalvular device leads. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87:E160–5.

45. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation* 2021;143:e72–227.

46. Axtell AL, Bhambhani V, Moonsamy P, et al. Surgery does not improve survival in patients with isolated severe tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2019;74:715–25.

47. Wang TKM, Mentias A, Akyuz K, et al. Effect of tricuspid valve repair or replacement on survival in patients with isolated severe tricuspid regurgitation. *Am J Cardiol* 2022;162:163–9.

48. Zack CJ, Fender EA, Chandrashekar P, et al. National trends and outcomes in isolated tricuspid valve surgery. *J Am Coll Cardiol* 2017;70:2953–60.

49. Vassileva CM, Shabosky J, Boley T, et al. Tricuspid valve surgery: the past 10 years from the Nationwide Inpatient Sample (NIS) database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;143:1043–9.

50. Kilic A, Saha-Chaudhuri P, Rankin JS, Conte JV. Trends and outcomes of tricuspid valve surgery in North America: an analysis of more than 50,000 patients from the Society of Thoracic Surgeons database. *Ann Thorac Surg* 2013;96:1546–52.

51. Dreyfus J, Audureau E, Bohbot Y, et al. TRI-SCORE: a new risk score for in-hospital mortality prediction after isolated tricuspid valve surgery. *Eur Heart J* 2022;43:654–62.

52. Zhan Y, Debs D, Khan MA, et al. Natural history of functional tricuspid regurgitation quantified by cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:1291–301.
53. Lauten A, Figulla HR, Unbehaun A, et al. Interventional treatment of severe tricuspid regurgitation: early clinical experience in a multicenter, observational, first-in-man study. *Circ: Cardiovascular Interventions* 2018;11:e006061.
54. Estévez-Loureiro R, Sánchez-Recalde A, Amat-Santos IJ, et al. 6-month outcomes of the TricValve system in patients with tricuspid regurgitation: the TRICUS EURO study. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15:1366–77.
55. Taramasso M, Benfari G, van der Bijl P, et al. Transcatheter versus medical treatment of patients with symptomatic severe tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2019;74:2998–3008.
56. Mehr M, Taramasso M, Besler C, et al. 1-year outcomes after edge-to-edge valve repair for symptomatic tricuspid regurgitation: results from the TriValve registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12:1451–61.
57. Miller M, Thourani VH, Whisenant B. The Cardioband transcatheter annular reduction system. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:741–7.
58. Nickenig G, Weber M, Schöler R, et al. Tricuspid valve repair with the Cardioband system: two-year outcomes of the multicentre, prospective TRI-REPAIR study. *EuroIntervention* 2021;16:e1264–71.
59. Nickenig G, Friedrichs KP, Baldus S, et al. Thirty-day outcomes of the Cardioband tricuspid system for patients com sintoma funcional tricuspid regurgitation: the TriBAND study. *EuroIntervention* 2021;17:809–17.
60. Fam NP, von Bardeleben RS, Hensey M, et al. Transfemoral transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: a multicenter, observational, first-in-human experience. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14:501–11.
61. Webb JG, Chuang AM, Meier D, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: 1-year outcomes of a multicenter, first-in-human experience. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15:481–91.
62. Kodali S, Hahn RT, George I, et al. Transfemoral tricuspid valve replacement in patients with tricuspid regurgitation. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15:471–80.
63. Lurz P, Stephan von Bardeleben R, Weber M, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for treatment of tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2021;77:229–39.
64. Nickenig G, Weber M, Lurz P, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for reduction of tricuspid regurgitation: 6-month outcomes of the TRILUMINATE single-arm study. *Lancet* 2019;394:2002–11.
65. Kodali S, Hahn RT, Eleid MF, et al. Feasibility study of the transcatheter valve repair system for severe tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2021;77:345–56.
66. Sorajja P, Whisenant B, Hamid N, et al. Transcatheter repair for patients with tricuspid regurgitation. *N Engl J Med* 2023;388:1833–42

68. Khan JM, Rogers T, Schenke WH, Greenbaum AB, Babaliaros VC, Paone G, et al. Transcatheter pledget-assisted suture tricuspid annuloplasty (PASTA) to create a double-orifice valve. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018;92:175–84.
69. Kapadia SR. Navigate transcatheter tricuspid valve replacement, early findings – technology and clinical updates. In: TCT Congress 09/2019. San Francisco, CA; 2019.
70. Peng C. A new, non-radial force transcatheter tricuspid valve replacement (LuX Medical). In: TCT Congress 09/2019. San Francisco, CA; 2019.
71. O’Neill BP, Wheatley G, Bashir R, Edmundowicz D, O’Murchu B, O’Neill W, et al. Study design and rationale of the heterotopic implantation of the Edwards-Sapien XT transcatheter valve in the inferior vena cava for the treatment of severe tricuspid regurgitation (HOVER) trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;88:287–93.