

REMODELAMENTO DO VENTRÍCULO DIREITO NA TETRALOGIA DE FALLOT CORRIGIDA: MECANISMOS, MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E IMPLICAÇÕES PROGNÓSTICAS

RIGHT VENTRICULAR REMODELING IN REPAIRED TETRALOGY OF FALLOT: MECHANISMS, ASSESSMENT METHODS AND PROGNOSTIC IMPLICATIONS

Lorena Silva Boiko¹
Maria Eduarda Sirena²
Jordana Dias Apolinário de Sousa³
Higor Gouveia de Oliveira⁴
Alana Barroso Salem⁵
Davi Nawate Ossucci⁶
Maria Eduarda Uchôa dos Santos⁷
Rafaela Escobar Neto⁸
Tiago Marques Guerini⁹

RESUMO: A Tetralogia de Fallot (TOF) é a cardiopatia congênita cianótica mais comum, e os avanços cirúrgicos permitiram que a maioria dos pacientes alcançasse a vida adulta. Entretanto, a correção anatômica não elimina o risco cardiovascular tardio: a regurgitação pulmonar crônica, frequentemente decorrente do uso de patch transanular, impõe sobrecarga de volume ao ventrículo direito (VD) e desencadeia um processo dinâmico de remodelamento caracterizado por dilatação, alteração geométrica, disfunção sistólica e diastólica progressiva, interação ventricular anômala e formação de substrato arritmogênico. Este artigo tem como objetivo revisar, de forma narrativa, os mecanismos fisiopatológicos do remodelamento do VD na TOF corrigida, os principais métodos de avaliação por imagem — ecocardiografia com análise de strain e ressonância magnética cardíaca (RMC) com mapeamento de T₁ e realce tardio pelo gadolínio — e suas implicações prognósticas relacionadas a arritmias ventriculares e risco de morte súbita cardíaca. A revisão aponta que parâmetros volumétricos isolados, como o volume diastólico final do VD, têm valor preditivo limitado quando usados de forma isolada, e que medidas de deformação miocárdica (strain longitudinal global e da parede livre do VD) e de fibrose miocárdica (extracellular volume — ECV, T₁ nativo e realce tardio) agregam valor prognóstico incremental. Conclui-se que a estratificação de risco contemporânea deve integrar dados volumétricos, funcionais, de deformação e de fibrose, associados a parâmetros eletrofisiológicos, para orientar de forma mais precisa o momento ideal de substituição da valva pulmonar e reduzir o risco de eventos arrítmicos e morte súbita nessa população crescente de adultos com cardiopatia congênita.

Palavras-chave: Tetralogia de Fallot. Remodelamento ventricular. Ressonância magnética cardíaca. Strain. Fibrose miocárdica. Morte súbita cardíaca.

¹Unicesumar. Unicesumar.

²Unicesumar.

³Unicesumar.

⁴Unicesumar.

⁵Unicesumar.

⁶Unicesumar.

⁷Unicesumar.

⁸Unicesumar.

⁹Orientador de Medicina Universidade UniCesumar.

ABSTRACT: Tetralogy of Fallot (TOF) is the most common cyanotic congenital heart disease, and surgical advances now allow most patients to reach adulthood. However, anatomical repair does not eliminate long-term cardiovascular risk: chronic pulmonary regurgitation, frequently related to transannular patch repair, imposes volume overload on the right ventricle (RV) and triggers a dynamic remodeling process characterized by dilatation, altered geometry, progressive systolic and diastolic dysfunction, abnormal ventricular interaction and arrhythmogenic substrate formation. This article aims to narratively review the pathophysiological mechanisms of RV remodeling in repaired TOF, the main imaging assessment methods — echocardiography with strain analysis and cardiovascular magnetic resonance (CMR) with T₁ mapping and late gadolinium enhancement — and their prognostic implications regarding ventricular arrhythmias and sudden cardiac death risk. The review indicates that isolated volumetric parameters, such as RV end-diastolic volume, have limited predictive value when used alone, whereas myocardial deformation measures (RV global longitudinal and free-wall strain) and fibrosis markers (extracellular volume, native T₁ and late gadolinium enhancement) add incremental prognostic value. Contemporary risk stratification should integrate volumetric, functional, strain and fibrosis data with electrophysiological parameters to better guide the optimal timing of pulmonary valve replacement and reduce the risk of arrhythmic events and sudden death in this growing adult congenital heart disease population.

Keywords: Tetralogy of Fallot. Ventricular remodeling. Cardiovascular magnetic resonance. Strain. Myocardial fibrosis. Sudden cardiac death.

1 INTRODUÇÃO

2

A Tetralogia de Fallot (TOF) é a cardiopatia congênita cianótica mais frequente, caracterizada por comunicação interventricular, obstrução da via de saída do ventrículo direito (VD), cavalgamento da aorta e hipertrofia ventricular direita. A correção cirúrgica precoce, geralmente realizada no primeiro ano de vida, transformou o prognóstico da doença, permitindo que a grande maioria dos pacientes sobreviva até a idade adulta. Esse sucesso cirúrgico criou uma população crescente de adultos com TOF corrigida (TOFc), muitos dos quais permanecem sob acompanhamento cardiológico contínuo em razão de sequelas hemodinâmicas de longo prazo (RIGHT VENTRICULAR..., 2026).

A principal sequela tardia é a regurgitação pulmonar (RP) crônica, decorrente sobretudo da ampliação da via de saída do VD com uso de patch transanular durante a correção primária. A RP impõe sobrecarga crônica de volume ao VD, desencadeando um processo progressivo de remodelamento estrutural e funcional, caracterizado por dilatação ventricular, alteração da geometria, disfunção sistólica e diastólica, interação ventricular anômala e desenvolvimento de substrato arritmogênico, relacionado tanto à sobrecarga hemodinâmica quanto à fibrose

miocárdica residual da cirurgia e da cicatriz de ventriculotomia (RIGHT VENTRICULAR..., 2026).

Esse conjunto de alterações fundamenta a preocupação clínica com arritmias ventriculares e morte súbita cardíaca (MSC) tardias em pacientes com TOFc, o que torna essencial compreender os mecanismos do remodelamento do VD, bem como dominar as ferramentas diagnósticas — ecocardiografia com strain e ressonância magnética cardíaca (RMC) — capazes de identificar precocemente os fenótipos de remodelamento adverso e de subsidiar decisões sobre o momento ideal da substituição da valva pulmonar (SVP) (GATZOULIS et al., 2000).

2 JUSTIFICATIVA

O interesse por este tema justifica-se, primeiramente, pelo crescimento contínuo da população adulta com TOF corrigida, decorrente do sucesso da cirurgia pediátrica, o que amplia a demanda por estratégias de seguimento cardiológico de longo prazo bem fundamentadas. Em segundo lugar, o remodelamento do VD nessa população é um processo silencioso e progressivo: parâmetros volumétricos isolados, tradicionalmente utilizados para indicar a substituição valvar pulmonar, têm se mostrado insuficientes para prever com precisão o risco de arritmias e morte súbita, o que evidencia a necessidade de incorporar técnicas de imagem mais sensíveis, como a análise de deformação miocárdica (strain) e a caracterização tecidual por RMC (ORTIZ-GARRIDO et al., 2026). Por fim, a definição do momento ideal para a SVP permanece controversa: intervenções tardias associam-se a disfunção ventricular irreversível e maior risco arritmico, ao passo que intervenções precoces expõem o paciente a reintervenções valvares repetidas ao longo da vida (ORTIZ-GARRIDO et al., 2026). Assim, a sistematização das evidências recentes sobre mecanismos, métodos de avaliação e implicações prognósticas do remodelamento do VD é relevante tanto para a prática clínica quanto para a pesquisa em cardiopatias congênitas.

3

3 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo central revisar, de forma narrativa, os mecanismos fisiopatológicos do remodelamento do ventrículo direito em pacientes com Tetralogia de Fallot corrigida, os principais métodos de avaliação por imagem e suas implicações prognósticas

relacionadas a arritmias ventriculares e morte súbita cardíaca, de modo a sistematizar as evidências que fundamentam a estratificação de risco contemporânea nessa população.

Para alcançar esse propósito, a análise parte da compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos no processo, buscando descrever de que maneira a sobrecarga crônica de volume imposta pela regurgitação pulmonar, associada à fibrose miocárdica cicatricial e difusa, conduz à dilatação e à disfunção progressiva do VD após a correção da TOF. Esse entendimento constitui a base a partir da qual se examinam os métodos de imagem empregados no seguimento desses pacientes. Nesse sentido, pretende-se analisar o papel da ecocardiografia, com ênfase no strain longitudinal global e da parede livre do VD, na avaliação do remodelamento ventricular, e discutir a contribuição da ressonância magnética cardíaca, que, ao reunir volumetria, strain por feature tracking e caracterização tecidual por T₁ nativo, volume extracelular e realce tardio, possibilita a identificação de fenótipos de remodelamento adverso nem sempre evidenciados pelos parâmetros volumétricos isolados.

Por fim, busca-se relacionar os achados de imagem ao risco de arritmias ventriculares e de morte súbita cardíaca, bem como à definição do momento ideal de substituição da valva pulmonar, que permanece como a principal questão clínica em aberto no manejo desses pacientes. Desse modo, os diferentes eixos de análise convergem para o objetivo central da revisão, na medida em que o conhecimento dos mecanismos orienta a interpretação dos métodos de avaliação e estes, por sua vez, sustentam a estratificação prognóstica e a tomada de decisão terapêutica.

4 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de natureza descritiva e qualitativa, realizada por meio de levantamento de publicações científicas indexadas nas bases PubMed/MEDLINE, PubMed Central (PMC) e ScienceDirect, complementada por busca manual em referências de artigos relevantes. Foi considerado o período de 2000 a 2026, com ênfase em publicações de 2025 e 2026, em razão da atualidade e relevância clínica do tema, mantendo-se alguns estudos clássicos (anteriores a 2010) por sua importância histórica na fundamentação da estratificação de risco atual.

Os descritores utilizados, em português e inglês, incluíram: "Tetralogia de Fallot" (tetralogy of Fallot), "remodelamento ventricular direito" (right ventricular remodeling), "strain", "ressonância magnética cardíaca" (cardiovascular magnetic resonance), "fibrose

miocárdica" (myocardial fibrosis), "arritmia ventricular" (ventricular arrhythmia) e "morte súbita cardíaca" (sudden cardiac death), combinados pelos operadores booleanos AND e OR. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas, metanálises e revisões narrativas que abordassem mecanismos de remodelamento do VD, métodos de imagem (ecocardiografia e RMC) e desfechos prognósticos em pacientes com TOF corrigida. Foram excluídos relatos de caso isolados sem relevância conceitual, resumos de congresso e publicações fora do escopo temático. Ao final do processo de seleção, foram incluídos 14 artigos científicos, os quais fundamentaram a discussão dos mecanismos fisiopatológicos, dos métodos de avaliação por imagem e das implicações prognósticas do remodelamento do VD na TOF corrigida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Mecanismos do remodelamento do ventrículo direito

O remodelamento do VD na TOF corrigida é um processo dinâmico e multifatorial. A regurgitação pulmonar crônica — decorrente da ampliação da via de saída do VD durante a correção primária, sobretudo quando realizada com patch transanular — é o principal determinante da sobrecarga de volume, levando a dilatação progressiva das câmaras direitas, alteração da geometria ventricular e, com o tempo, declínio da função sistólica e diastólica (RIGHT VENTRICULAR..., 2026). A obstrução residual da via de saída do VD, presente em parcela dos pacientes, pode se somar à sobrecarga de volume, configurando sobrecarga mista de volume e pressão, com impacto adicional sobre o remodelamento (LEONARDI et al., 2021).

Além da sobrecarga hemodinâmica, a fibrose miocárdica desempenha papel central na fisiopatologia do remodelamento adverso. A cicatriz cirúrgica da ventriculotomia e do fechamento da comunicação interventricular constitui substrato localizado de fibrose, identificável por realce tardio pelo gadolínio (BABU-NARAYAN et al., 2006). Estudos mais recentes de caracterização tecidual por RMC demonstram também fibrose miocárdica difusa, evidenciada por elevação do volume extracelular (ECV) e do T₁ nativo do VD, mesmo em pacientes sem indicação cirúrgica imediata (SECCO et al., 2025). Essa fibrose difusa pode refletir remodelamento adverso contínuo, mesmo à distância da correção anatômica.

Do ponto de vista funcional, o remodelamento do VD não ocorre de forma isolada: a interação ventricular anômala — em que a dilatação e a disfunção do VD comprometem o enchimento e a contratilidade do ventrículo esquerdo (VE) por meio do septo interventricular compartilhado — é um mecanismo relevante de disfunção biventricular tardia. Estudo recente

de imagem multimodal demonstrou que a redução da capacidade de exercício em pacientes com TOFc e fração de ejeção do VE preservada associa-se a maior volume do átrio esquerdo, alteração dos índices de função diastólica e disfunção sistólica do VD, reforçando a natureza sistêmica, e não estritamente unicavitária, do remodelamento nessa condição (MOSHER et al., 2026).

5.2 Ecocardiografia e análise de strain

A ecocardiografia transtorácica permanece o método de imagem de primeira linha para o seguimento longitudinal dos pacientes com TOFc, por sua disponibilidade, custo reduzido e possibilidade de avaliação seriada à beira do leito. Parâmetros convencionais, como a variação fracional de área do VD e a excursão sistólica do plano do anel tricúspide, são amplamente utilizados, mas apresentam limitações relacionadas à geometria complexa do VD e à dependência de carga (GAO et al., 2022).

Nesse contexto, a ecocardiografia com rastreamento de marcadores acústicos (speckle tracking echocardiography) permitiu a quantificação do strain longitudinal, tornando-se ferramenta relevante na avaliação funcional do VD. Gao et al. (2022) demonstraram, em coorte de 179 pacientes com TOFc, que tanto o strain longitudinal global do VD (RVGLS) quanto o strain longitudinal da parede livre do VD (RVFWLS) predizem eventos adversos — óbito ou reinternação relacionada à TOF —, mesmo após ajuste para uso de patch transanular e duração do QRS. Notavelmente, o RVFWLS mostrou desempenho prognóstico superior ao RVGLS nesse estudo, possivelmente por não sofrer influência da contração do septo interventricular, compartilhado com o VE, refletindo de forma mais específica a função miocárdica isolada do VD (GAO et al., 2022). No período perioperatório precoce, DiLorenzo et al. (2018) observaram que o strain longitudinal global do VD piora nos primeiros dias após a cirurgia, mas se recupera ao longo dos dois primeiros anos de seguimento, sem, contudo, normalizar-se por completo em relação a controles saudáveis, sugerindo que a disfunção tardia pode ter início precoce. Adicionalmente, Diller et al. (2012) demonstraram, em coorte de 413 pacientes, que o strain longitudinal bidimensional do VE é preditor independente do desfecho combinado de morte súbita cardíaca e arritmia ventricular grave, reforçando a relevância da avaliação biventricular por deformação miocárdica nessa população.

5.3 Ressonância magnética cardíaca: volumetria, strain e caracterização tecidual

A RMC é considerada o método de referência para quantificação volumétrica e funcional do VD na TOFc, em razão de sua alta reprodutibilidade e da ausência de limitações relacionadas à janela acústica. Historicamente, o volume diastólico final indexado do VD (RVEDVi) tem sido utilizado como principal critério para indicação de substituição da valva pulmonar; entretanto, evidências recentes demonstram que esse parâmetro, isoladamente, apresenta valor preditivo limitado para desfechos arrítmicos, o que motivou a busca por marcadores complementares (RIGHT VENTRICULAR..., 2026; ORTIZ-GARRIDO et al., 2026).

A técnica de feature tracking permite a quantificação do strain miocárdico diretamente pelas imagens de RMC, sem necessidade de sequências adicionais, sendo aplicável tanto ao VD quanto ao VE e aos átrios. Ozkok et al. (2025) demonstraram que a substituição transcater da valva pulmonar, além de reduzir os volumes do VD, associou-se à melhora do strain circunferencial global do VD e dos parâmetros de strain atrial em ambas as câmaras, sugerindo potencial de remodelamento reverso mensurável por essa técnica. Paralelamente, a caracterização tecidual por mapeamento de T₁ nativo e cálculo do ECV tem revelado que a fibrose miocárdica difusa é frequente em pacientes com TOFc, mesmo à distância da cirurgia, sendo interpretada como marcador contínuo de remodelamento adverso: a metanálise de Secco et al. (2025) confirmou que os valores de T₁ nativo e de ECV do VD encontram-se consistentemente elevados em comparação a controles saudáveis, reforçando o papel da fibrose como componente relevante — e potencialmente subestimado — da fisiopatologia da TOFc.

É importante destacar que os marcadores de deformação miocárdica (strain) e os marcadores de fibrose (ECV, realce tardio) parecem refletir vias fisiopatológicas distintas e nem sempre correlacionadas entre si, representando adaptações adversas complementares — e não intercambiáveis — ao estresse hemodinâmico crônico (BABU-NARAYAN et al., 2006; RIGHT VENTRICULAR..., 2026).

5.4 Implicações prognósticas: arritmias e risco de morte súbita

Arritmias ventriculares e morte súbita cardíaca permanecem entre as principais causas de morbimortalidade tardia em pacientes com TOFc. No estudo multicêntrico clássico de Gatzoulis et al. (2000), envolvendo 793 pacientes, a duração do QRS e sua taxa de progressão ao longo do tempo mostraram-se significativamente maiores nos grupos que desenvolveram taquicardia ventricular sustentada ou morte súbita, sendo a regurgitação pulmonar a principal

lesão hemodinâmica subjacente a esses eventos. A partir desses achados, escores de risco validados, como o proposto por Khairy et al. (2008), passaram a integrar variáveis clínicas e eletrocardiográficas para estratificar pacientes quanto ao risco anualizado de choques apropriados de cardiodesfibrilador implantável, auxiliando a decisão sobre implante profilático de dispositivo em pacientes selecionados.

A regurgitação pulmonar crônica funciona como gatilho importante para o remodelamento arritmogênico, por meio do aumento da pressão diastólica final do VD, do remodelamento estrutural progressivo e da fibrose miocárdica associada. Contudo, a simples correção da sobrecarga hemodinâmica pela substituição valvar pulmonar não elimina, por si só, o risco de morte súbita, uma vez que a fibrose miocárdica já estabelecida permanece como substrato arritmogênico residual, mesmo após a normalização volumétrica do VD, como ilustrado por Drakopoulou et al. (2022) em paciente com TOFc estratificada como de alto risco arritmico apesar de função sistólica preservada. Esse achado reforça a necessidade de avaliação individualizada, integrando dados de imagem estrutural, funcional e de caracterização tecidual à avaliação eletrofisiológica, para a definição do momento ideal da intervenção — nem tão tardia a ponto de permitir dano ventricular irreversível e progressão arritmica, nem tão precoce a ponto de expor o paciente a múltiplas reintervenções valvares ao longo da vida, considerando a durabilidade limitada das próteses biológicas (ORTIZ-GARRIDO et al., 2026).

Além disso, diferenças relacionadas ao sexo têm sido cada vez mais reconhecidas nos desfechos tardios da TOFc: a metanálise de Tan et al. (2026) mostrou que pacientes do sexo masculino apresentam maiores volumes indexados do VD e do VE, associados a menor fração de ejeção biventricular em comparação às mulheres, o que sugere a necessidade de limiares específicos por sexo, e não unissex, na definição do momento da reintervenção valvar pulmonar.

6 CONCLUSÃO

O remodelamento do ventrículo direito na Tetralogia de Fallot corrigida é um processo dinâmico e multifatorial, decorrente principalmente da sobrecarga crônica de volume imposta pela regurgitação pulmonar, associada a graus variáveis de obstrução residual da via de saída, fibrose miocárdica cicatricial e difusa, e interação ventricular anômala. A avaliação por imagem evoluiu de parâmetros volumétricos isolados para uma abordagem multimodal, que integra ecocardiografia com strain longitudinal (global e de parede livre do VD) e ressonância

magnética cardíaca com volumetria, feature tracking e caracterização tecidual por mapeamento de T₁, volume extracelular e realce tardio pelo gadolínio.

As evidências recentes indicam que medidas de deformação miocárdica e de fibrose agregam valor prognóstico incremental em relação aos volumes ventriculares isolados, especialmente na predição de eventos arrítmicos, hospitalização e morte, ainda que representem, ao menos em parte, vias fisiopatológicas distintas. Diante disso, a estratificação de risco contemporânea na TOF corrigida deve ser individualizada e multiparamétrica, combinando dados de imagem estrutural, funcional e eletrofisiológica, de modo a otimizar o momento da substituição da valva pulmonar e reduzir o risco de arritmias ventriculares e morte súbita cardíaca nessa população crescente de adultos com cardiopatia congênita. Estudos multicêntricos, prospectivos e com protocolos de imagem padronizados ainda são necessários para consolidar essas ferramentas na prática clínica rotineira.

REFERÊNCIAS

BABU-NARAYAN, S. V. et al. Ventricular fibrosis suggested by cardiovascular magnetic resonance in adults with repaired tetralogy of Fallot and its relationship to adverse markers of clinical outcome. *Circulation*, [s. l.], v. 113, n. 3, p. 405-413, 2006. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.548727>. Acesso em: 11 set. 2026.

DILLER, G. P. et al. Left ventricular longitudinal function predicts life-threatening ventricular arrhythmia and death in adults with repaired tetralogy of Fallot. *Circulation*, [s. l.], v. 125, n. 20, p. 2440-2446, maio 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22496160/>. Acesso em: 11 set. 2026.

DILORENZO, M. P. et al. Longitudinal changes in right ventricular function in tetralogy of Fallot in the initial years after surgical repair. *Journal of the American Society of Echocardiography*, [s. l.], v. 31, n. 7, p. 816-821, jul. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29627138/>. Acesso em: 11 set. 2026.

DRAKOPOULOU, M. et al. Arrhythmia risk stratification late after Tetralogy of Fallot repair with pulmonary regurgitation. *International Journal of Cardiology Congenital Heart Disease*, [s. l.], v. 8, p. 100409, jul. 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11657245/>. Acesso em: 11 set. 2026.

GAO, Y. et al. Superior prognostic value of right ventricular free wall compared to global longitudinal strain in patients with repaired tetralogy of Fallot. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, [s. l.], v. 9, p. 996398, set. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36225959/>. Acesso em: 11 set. 2026.

GATZOULIS, M. A. et al. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *The Lancet*, [s. l.], v. 356, n. 9234, p. 975-981,

2000. Disponível em: <https://experts.umn.edu/en/publications/risk-factors-for-arrhythmia-and-sudden-cardiac-death-late-after-r/>. Acesso em: 11 set. 2026.

KHAIRY, P. et al. Implantable cardioverter-defibrillators in tetralogy of Fallot. *Circulation*, [s. l.], v. 117, n. 3, p. 363-370, 2008. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.726372>. Acesso em: 11 set. 2026.

LEONARDI, B. et al. Risk factors of right ventricular dysfunction and adverse cardiac events in patients with repaired tetralogy of Fallot. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [s. l.], v. 18, n. 19, p. 10549, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8507852/>. Acesso em: 11 set. 2026.

MOSHER, B. P. et al. Multimodal imaging identifies cardiac remodeling phenotype with reduced exercise capacity in repaired tetralogy of Fallot. *medRxiv*, [s. l.], 2026. Preprint. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.64898/2026.08.23.26361146.full.pdf>. Acesso em: 11 set. 2026.

ORTIZ-GARRIDO, A. et al. Pulmonary valve replacement: update on timing and ventricular remodelling. *Journal of Clinical Medicine*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 1295, 2026. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12898050/>. Acesso em: 11 set. 2026.

OZKOK, S. et al. Atrial and ventricular strain changes after transcatheter pulmonary valve replacement in patients with repaired tetralogy of Fallot: a feature tracking cardiac MRI study. *Japanese Journal of Radiology*, [s. l.], mar. 2025. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12205021/>. Acesso em: 11 set. 2026.

RIGHT ventricular remodeling in repaired tetralogy of Fallot: imaging, arrhythmia risk, and timing of pulmonary valve replacement. [Autoria não identificada na fonte consultada]. [S. l.: s. n.], 2026. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42277580/>. Acesso em: 11 set. 2026.

SECCO, J. C. P. et al. Burden of diffuse myocardial fibrosis assessed by cardiac magnetic resonance in repaired tetralogy of Fallot: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology Congenital Heart Disease*, [s. l.], v. 22, p. 100631, dez. 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41322045/>. Acesso em: 11 set. 2026.

TAN, C. Q. Y. et al. Sex differences late after tetralogy of Fallot repair: a systematic review and meta-analysis. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 113-122, jan. 2026. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12719368/>. Acesso em: 11 set. 2026.