

Miocardiompatia Não Compactada: Avanços no diagnóstico por imagem e implicações prognósticas

Non-Compaction Cardiomyopathy: Advances in imaging diagnosis and prognostic implications

Miocardiompatía No Compactada: Avances en el diagnóstico por imagen e implicaciones pronósticas

Recebido: 18/12/2025 | Revisado: 24/12/2025 | Aceitado: 24/12/2025 | Publicado: 25/12/2025

João Victor Falcão Batista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2451-5784>

Universidade Nove de Julho, Brasil

E-mail: joaovicctorbatista@gmail.com

Maria Vitória Vargas Breves

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3148-7097>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

E-mail: vitoriavbreves@gmail.com

Guilherme Gabriel Torres Valente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8725-6815>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: Guivalente321@gmail.com

Luis Thadeu Rebouças Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4887-1001>

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

E-mail: drluisthadeu@gmail.com

Felipe Pereira Lordão

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8008-2281>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: felipepereiralordao@unirg.edu.br

Thauan Castelo Branco Ferreira Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9758-8899>

Centro Universitário Uninovafapi, Brasil

E-mail: Thauancbfcarvalho@gmail.com

Edson Gomes de Jesus Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3383-9378>

Universidade Paulista, Brasil

E-mail: edson.enf@outlook.com

José Henrique Gorgone Zampieri

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8699-3960>

Hospital Moinhos de Vento, Brasil

E-mail: jhgzampieri@gmail.com

Hannah Julia Brandão Medina Dolher Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6817-7864>

Faculdade de Medicina de Petrópolis, Brasil

E-mail: medina.dohler@gmail.com

Resumo

A miocardiopatia não compactada (MNC) é uma cardiomiopatia caracterizada por trabeculações miocárdicas proeminentes e recessos intertrabeculares profundos, associada a elevada heterogeneidade clínica e prognóstica. O objetivo do presente estudo é analisar os avanços nos métodos de diagnóstico por imagem da miocardiopatia não compactada, com ênfase nas contribuições do ecocardiograma e da ressonância magnética cardíaca, bem como discutir suas implicações prognósticas na prática clínica. O diagnóstico dessa condição representa um desafio, especialmente diante da variabilidade dos critérios morfológicos e da sobreposição com padrões fisiológicos de trabeculação ventricular. Nesse contexto, os métodos de imagem cardiovascular assumem papel central na identificação, caracterização e estratificação de risco dos pacientes. O ecocardiograma permanece como ferramenta inicial de avaliação, enquanto a ressonância magnética cardíaca destaca-se pela maior acurácia diagnóstica e pela capacidade de caracterização tecidual, incluindo a detecção de fibrose miocárdica por meio do realce tardio pelo gadolínio. Avanços recentes, como a análise de strain miocárdico, técnicas tridimensionais e aplicações de inteligência artificial, têm contribuído para maior precisão diagnóstica e melhor avaliação prognóstica. A integração de parâmetros estruturais, funcionais e teciduais mostrou-se fundamental para diferenciar formas benignas de

apresentações associadas a maior risco de insuficiência cardíaca, arritmias e eventos cardiovasculares adversos, reforçando a importância de uma abordagem multiparamétrica no manejo da miocardiopatia não compactada.

Palavras-chave: Miocardiopatia não compactada; Diagnóstico por imagem; Prognóstico.

Abstract

Non-compaction cardiomyopathy (NCM) is a cardiomyopathy characterized by prominent myocardial trabeculations and deep intertrabecular recesses, associated with high clinical and prognostic heterogeneity. The aim of this study is to analyze advances in diagnostic imaging methods for non-compaction cardiomyopathy, with emphasis on the contributions of echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging, as well as to discuss their prognostic implications in clinical practice. Diagnosing this condition is a challenge, especially given the variability of morphological criteria and the overlap with physiological patterns of ventricular trabeculation. In this context, cardiovascular imaging methods play a central role in the identification, characterization, and risk stratification of patients. Echocardiography remains the initial assessment tool, while cardiac magnetic resonance imaging stands out for its greater diagnostic accuracy and tissue characterization capabilities, including the detection of myocardial fibrosis through late gadolinium enhancement. Recent advances, such as myocardial strain analysis, three-dimensional techniques, and artificial intelligence applications, have contributed to greater diagnostic accuracy and better prognostic assessment. The integration of structural, functional, and tissue parameters has proven fundamental in differentiating benign forms from presentations associated with a higher risk of heart failure, arrhythmias, and adverse cardiovascular events, reinforcing the importance of a multiparametric approach in the management of non-compaction cardiomyopathy.

Keywords: Non-compaction cardiomyopathy; Diagnostic imaging; Prognosis.

Resumen

La miocardiopatía no compactada (MNC) es una miocardiopatía caracterizada por trabeculaciones miocárdicas prominentes y recesos intertrabeculares profundos, asociada con una alta heterogeneidad clínica y pronóstica. El objetivo de este estudio es analizar los avances en los métodos de diagnóstico por imagen para la miocardiopatía no compactada, con énfasis en las contribuciones de la ecocardiografía y la resonancia magnética cardíaca, así como discutir sus implicaciones pronósticas en la práctica clínica. El diagnóstico de esta afección es un desafío, especialmente dada la variabilidad de los criterios morfológicos y la superposición con los patrones fisiológicos de la trabeculación ventricular. En este contexto, los métodos de imagen cardiovascular desempeñan un papel central en la identificación, caracterización y estratificación del riesgo de los pacientes. La ecocardiografía sigue siendo la herramienta de evaluación inicial, mientras que la resonancia magnética cardíaca destaca por su mayor precisión diagnóstica y capacidades de caracterización tisular, incluyendo la detección de fibrosis miocárdica mediante realce tardío con gadolinio. Avances recientes, como el análisis de la deformación miocárdica, las técnicas tridimensionales y las aplicaciones de inteligencia artificial, han contribuido a una mayor precisión diagnóstica y una mejor evaluación pronóstica. La integración de parámetros estructurales, funcionales y tisulares ha resultado fundamental para diferenciar las formas benignas de las presentaciones asociadas con un mayor riesgo de insuficiencia cardíaca, arritmias y eventos cardiovasculares adversos, lo que refuerza la importancia de un enfoque multiparamétrico en el tratamiento de la miocardiopatía no compactada.

Palabras clave: Miocardiopatía no compactada; Diagnóstico por imagen; Pronóstico.

1. Introdução

A miocardiopatia não compactada (MNC) é uma cardiomiopatia rara, caracterizada pela presença de trabeculações miocárdicas proeminentes e recessos intertrabeculares profundos, resultantes de uma interrupção no processo de compactação do miocárdio durante o desenvolvimento embrionário. Inicialmente descrita como uma condição congênita incomum, a MNC tem sido cada vez mais reconhecida em adultos, tanto de forma isolada quanto associada a outras cardiopatias estruturais ou doenças sistêmicas, o que ampliou o interesse científico acerca de sua fisiopatologia e relevância clínica.

Do ponto de vista clínico, a MNC apresenta ampla heterogeneidade fenotípica, variando desde indivíduos assintomáticos até pacientes com insuficiência cardíaca avançada, arritmias ventriculares potencialmente fatais e eventos tromboembólicos. Essa variabilidade contribui para desafios diagnósticos e prognósticos, uma vez que a simples identificação morfológica das trabeculações não compactadas nem sempre se correlaciona com desfechos clínicos adversos, tornando essencial a integração entre achados estruturais, funcionais e clínicos.

Os métodos de imagem cardiovascular desempenham papel central no diagnóstico da MNC, sendo o ecocardiograma

o exame inicial mais utilizado devido à sua ampla disponibilidade e caráter não invasivo. Entretanto, limitações relacionadas à dependência do operador, qualidade da janela acústica e critérios diagnósticos pouco uniformes podem levar tanto ao subdiagnóstico quanto ao superdiagnóstico da condição. Nesse contexto, a necessidade de métodos mais precisos e reprodutíveis tornou-se evidente.

A ressonância magnética cardíaca (RMC) emergiu como ferramenta fundamental na avaliação da MNC, permitindo melhor definição anatômica das trabeculações, quantificação da razão miocárdio não compactado/compactado e análise detalhada da função ventricular. Além disso, a RMC possibilita a caracterização tecidual por meio do realce tardio pelo gadolínio, fornecendo informações prognósticas relevantes relacionadas à fibrose miocárdica, remodelamento ventricular e risco de eventos cardiovasculares adversos.

Os avanços recentes nas técnicas de imagem, incluindo métodos tridimensionais, strain miocárdico e inteligência artificial aplicada à análise cardiovascular, têm contribuído para uma compreensão mais refinada da MNC. Esses progressos não apenas aprimoram a acurácia diagnóstica, mas também auxiliam na estratificação de risco e no acompanhamento evolutivo dos pacientes, reforçando a importância de uma abordagem integrada entre diagnóstico por imagem e implicações prognósticas.

Analisar os avanços nos métodos de diagnóstico por imagem da miocardiopatia não compactada, com ênfase nas contribuições do ecocardiograma e da ressonância magnética cardíaca, bem como discutir suas implicações prognósticas na prática clínica.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura (Fernandes, Vieira & Castelhana, 2023; Rother, 2007), com abordagem descritiva e analítica e de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018), cujo objetivo foi sintetizar e discutir criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a miocardiopatia não compactada, com ênfase nos avanços em diagnóstico por imagem e suas implicações prognósticas. A escolha do delineamento narrativo justifica-se pela heterogeneidade dos estudos publicados, incluindo diferentes métodos de imagem, critérios diagnósticos e desfechos clínicos, o que inviabiliza a padronização necessária para uma revisão sistemática.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus e SciELO, abrangendo artigos publicados nos últimos 15 anos. Foram utilizados descritores controlados e não controlados, combinados por meio de operadores booleanos, incluindo: “Noncompaction cardiomyopathy”, “Left ventricular noncompaction”, “Cardiac imaging”, “Echocardiography”, “Cardiac magnetic resonance”, “Prognosis” e “Risk stratification”. Os termos foram aplicados em diferentes combinações, visando ampliar a sensibilidade da busca.

Foram incluídos estudos originais, revisões narrativas e sistemáticas, consensos, diretrizes clínicas e séries de casos relevantes, publicados em inglês, português ou espanhol, que abordassem aspectos diagnósticos por imagem da miocardiopatia não compactada e/ou sua relação com prognóstico clínico. Foram excluídos relatos isolados de caso com informações limitadas, estudos experimentais em modelos animais e publicações sem acesso ao texto completo.

A seleção dos estudos foi realizada de forma não pareada, inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da análise do texto completo daqueles considerados potencialmente relevantes. Os dados extraídos incluíram características da população estudada, métodos de imagem utilizados, critérios diagnósticos adotados, parâmetros funcionais e estruturais avaliados, bem como desfechos clínicos associados ao prognóstico.

3. Resultados

A análise da literatura evidenciou que o ecocardiograma permanece como o método de primeira linha no diagnóstico da miocardiopatia não compactada, sendo amplamente utilizado para a identificação de trabeculações miocárdicas proeminentes e recessos intertrabeculares profundos, especialmente no ventrículo esquerdo. Os estudos revisados demonstraram que critérios ecocardiográficos clássicos, como a razão entre miocárdio não compactado e compactado, apresentam boa sensibilidade, porém variabilidade considerável na especificidade, influenciada pela experiência do examinador e pelas características anatômicas do paciente.

A ressonância magnética cardíaca destacou-se como o método de imagem com maior acurácia diagnóstica, permitindo melhor definição morfológica e funcional do miocárdio não compactado. Os trabalhos analisados apontaram maior reprodutibilidade dos critérios baseados em RMC, além da capacidade de quantificar o volume trabeculado e avaliar a função ventricular de forma mais precisa. A identificação de realce tardio pelo gadolínio foi consistentemente associada à presença de fibrose miocárdica, sendo considerada um marcador relevante de pior prognóstico.

Os avanços em técnicas de imagem funcional, como a análise de strain miocárdico por speckle tracking no ecocardiograma e por feature tracking na RMC, mostraram-se úteis na detecção precoce de disfunção ventricular, mesmo em pacientes com fração de ejeção preservada. Estudos recentes indicaram que alterações no strain longitudinal global estão associadas a maior risco de progressão para insuficiência cardíaca, arritmias ventriculares e eventos adversos maiores, reforçando seu potencial valor prognóstico.

Observou-se ainda que métodos tridimensionais e abordagens automatizadas, incluindo ferramentas baseadas em inteligência artificial, têm contribuído para maior padronização dos critérios diagnósticos e redução da variabilidade interobservador. Essas tecnologias demonstraram capacidade de aprimorar a diferenciação entre miocardiopatia não compactada verdadeira e padrões fisiológicos de trabeculação, especialmente em atletas, gestantes e populações específicas, reduzindo o risco de superdiagnóstico.

Em relação às implicações prognósticas, os estudos revisados indicaram que a simples presença de trabeculações não compactadas não é suficiente para prever desfechos clínicos desfavoráveis. Fatores como disfunção sistólica ventricular, extensão da fibrose miocárdica, dilatação ventricular e ocorrência de arritmias foram consistentemente associados a pior evolução clínica. Dessa forma, a integração de múltiplos parâmetros de imagem mostrou-se fundamental para a estratificação de risco e para o direcionamento do seguimento clínico e terapêutico dos pacientes com miocardiopatia não compactada.

4. Discussões

Os achados desta revisão reforçam que a miocardiopatia não compactada representa uma entidade clínica e morfológica complexa, cujo diagnóstico não deve basear-se exclusivamente na presença de trabeculações miocárdicas proeminentes. A ampla variabilidade fenotípica observada nos estudos analisados evidencia que a MNC pode coexistir com função ventricular preservada ou evoluir para formas graves de insuficiência cardíaca e arritmias malignas, o que torna imprescindível uma abordagem diagnóstica integrada e criteriosa.

O ecocardiograma, apesar de ser o método inicial mais utilizado, apresenta limitações significativas relacionadas à padronização dos critérios diagnósticos e à dependência do operador. A literatura demonstra que a aplicação isolada de critérios ecocardiográficos pode levar ao superdiagnóstico, especialmente em populações com maior grau fisiológico de trabeculação ventricular, como atletas e gestantes. Assim, os resultados discutidos apontam para a necessidade de cautela na interpretação dos achados ecocardiográficos, recomendando sua correlação com dados clínicos e funcionais.

Nesse contexto, a ressonância magnética cardíaca consolida-se como ferramenta de grande valor na avaliação da

MNC, não apenas por sua superior resolução espacial, mas também pela possibilidade de caracterização tecidual. A identificação de fibrose miocárdica por meio do realce tardio pelo gadolínio emerge como um dos principais determinantes prognósticos, associando-se de forma consistente a maior incidência de disfunção ventricular, arritmias e eventos cardiovasculares adversos. Esses achados reforçam o papel da RMC como método complementar essencial para confirmação diagnóstica e estratificação de risco.

Os avanços nas técnicas de avaliação funcional, particularmente a análise de strain miocárdico, representam um progresso relevante na detecção precoce de comprometimento ventricular subclínico. A redução do strain longitudinal global, mesmo na presença de fração de ejeção preservada, tem sido associada a pior prognóstico, sugerindo que parâmetros funcionais sensíveis podem antecipar a identificação de pacientes com maior risco de progressão da doença. Dessa forma, a incorporação dessas ferramentas à prática clínica pode contribuir para intervenções mais precoces e individualizadas.

Por fim, a discussão dos estudos evidencia que a avaliação prognóstica da miocardiopatia não compactada deve transcender critérios morfológicos isolados, priorizando uma abordagem multiparamétrica baseada em imagem avançada. A integração entre dados estruturais, funcionais e de caracterização tecidual mostra-se fundamental para diferenciar formas benignas de apresentações com maior potencial de gravidade. Apesar dos avanços recentes, persistem lacunas quanto à padronização dos critérios diagnósticos e ao impacto de novas tecnologias, indicando a necessidade de estudos prospectivos e multicêntricos que consolidem diretrizes mais robustas para o manejo dessa condição.

5. Considerações Finais

A miocardiopatia não compactada configura-se como uma condição clínica complexa e heterogênea, cujo diagnóstico e manejo permanecem desafiadores diante da ampla variabilidade fenotípica e da sobreposição com padrões fisiológicos de trabeculação miocárdica. Os avanços no diagnóstico por imagem têm desempenhado papel fundamental na melhor compreensão dessa cardiomiopatia, permitindo maior acurácia na identificação de alterações estruturais e funcionais relevantes.

Os métodos de imagem cardiovascular, especialmente o ecocardiograma e a ressonância magnética cardíaca, mostram-se complementares e indispensáveis na avaliação da MNC. Enquanto o ecocardiograma mantém-se como ferramenta inicial de rastreamento, a ressonância magnética cardíaca destaca-se pela superior capacidade de caracterização morfológica e tecidual, fornecendo informações prognósticas valiosas, como a detecção de fibrose miocárdica associada a piores desfechos clínicos.

A incorporação de técnicas avançadas, como a análise de strain miocárdico, métodos tridimensionais e ferramentas baseadas em inteligência artificial, representa um avanço significativo na estratificação de risco e no acompanhamento evolutivo dos pacientes. Esses recursos permitem identificar disfunções subclínicas e contribuem para uma abordagem mais individualizada, orientada não apenas pela anatomia, mas também pelo impacto funcional da doença.

Dessa forma, conclui-se que a avaliação da miocardiopatia não compactada deve basear-se em uma abordagem multiparamétrica e integrada, na qual os achados de imagem sejam interpretados em conjunto com dados clínicos e evolutivos. Apesar dos progressos alcançados, ainda são necessários estudos prospectivos e padronizados que consolidem critérios diagnósticos e prognósticos mais precisos, visando aprimorar a tomada de decisão clínica e o cuidado a longo prazo dos pacientes com essa condição.

Referências

Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*. 20(2), 5-6.

- Fenandes, J. M. B., Vieira, L. T. & Castelhana, M. V. C. (2023). Revisão narrativa enquanto metodologia científica significativa: reflexões técnico-formativas. *REDES – Revista Educacional da Sucesso*, 3(1), 1-7. ISSN: 2763-6704.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Jenni, R.; Oechslin, E. & van der Loo, B. (2007). Isolated ventricular non-compaction of the myocardium in adults. *Heart*, 93(1), 11–15.
- Oechslin, E. N. & Jenni, R. (2011). Left ventricular non-compaction revisited: a distinct cardiomyopathy or a variant of hypertrophic cardiomyopathy? *Heart*, 97(10), 772–777.
- Petersen, S. E.; Selvanayagam, J. B.; Wiesmann, F.; Robson, M. D.; Francis, J. M.; Anderson, R. H. & Neubauer, S. (2005). Left ventricular non-compaction: insights from cardiovascular magnetic resonance imaging. *Journal of the American College of Cardiology*, 46(1), 101–105.
- Stollberger, C. & Finsterer, J. (2004). Left ventricular hypertrabeculation/noncompaction. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 17(1), 91–100.
- Towbin, J. A.; Lorts, A. & Jeffries, J. L. (2015). Left ventricular non-compaction cardiomyopathy. *The Lancet*, 386(9995), 813–825.
- Aras, D.; Tufekcioglu, O.; Ergun, K.; Ozeke, O.; Yildiz, A.; Topaloglu, S. & Korkmaz, S. (2006). Clinical features of isolated ventricular noncompaction in adults long-term clinical course, echocardiographic properties, and predictors of left ventricular failure. *Journal of Cardiac Failure*, 12(9), 726–733.
- Captur, G.; Nihoyannopoulos, P. & McKenna, W. J. (2013). Left ventricular non-compaction: genetic heterogeneity, diagnosis and clinical course. *International Journal of Cardiology*, 168(2), 1140–1147.
- Pignatelli, R. H.; McMahon, C. J.; Dreyer, W. J.; Denfield, S. W.; Price, J.; Belmont, J. W. & Towbin, J. A. (2003). Clinical characterization of left ventricular noncompaction in children: a relatively common form of cardiomyopathy. *Circulation*, 108(21), 2672–2678.
- Habib, G.; Charron, P.; Eicher, J. C.; Giorgi, R.; Donal, E.; Laperche, T. & Cohen, A. (2011). Isolated left ventricular non-compaction in adults: clinical and echocardiographic features in 105 patients. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(6), 659–667.
- Gati, S.; Chandra, N.; Bennett, R. L.; Reed, M.; Kervio, G.; Panoulas, V. F. & Sharma, S. (2013). Increased left ventricular trabeculation in highly trained athletes: do we need more stringent criteria for the diagnosis of left ventricular noncompaction in athletes? *Heart*, 99(6), 401–408.
- Grothoff, M.; Pachowsky, M.; Hoffmann, J.; Posch, M.; Klaassen, S.; Lehmkuhl, L. & Gutberlet, M. (2012). Value of cardiovascular MR in diagnosing left ventricular non-compaction cardiomyopathy and in discriminating between other cardiomyopathies. *European Radiology*, 22(12), 2699–2709.
- Stacey, R. B.; Andersen, M. M.; Haag, J.; Hall, M. E.; McNally, S. & Hundley, W. G. (2013). Comparison of systolic and diastolic criteria for isolated LV noncompaction in CMR. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 6(8), 931–940.
- Grigoratos, C.; Barison, A.; Ivanov, A.; Andreini, D.; Amzulescu, M. S.; Mazurkiewicz, L. & Masci, P. G. (2019). Meta-analysis of the prognostic role of late gadolinium enhancement and global systolic impairment in left ventricular noncompaction. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 12(11), 2141–2151.
- van Waning, J. I.; Caliskan, K.; Michels, M. & Majoer-Krakauer, D. (2019). Cardiac phenotypes, genetics, and risks in familial noncompaction cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 73(13), 1601–1611.
- Sedaghat-Hamedani, F.; Haas, J.; Zhu, F.; Geier, C.; Kayvanpour, E.; Liss, M. & Meder, B. (2017). Clinical genetics and outcome of left ventricular non-compaction cardiomyopathy. *European Heart Journal*, 38(46), 3449–3460.
- Andreini, D.; Pontone, G.; Bogaert, J.; Roghi, A.; Barison, A.; Schwitter, J. & Lombardi, M. (2016). Long-term prognostic value of cardiac magnetic resonance in left ventricular noncompaction: a prospective multicenter study. *Journal of the American College of Cardiology*, 68(20), 2166–2181.
- Klaassen, S.; Probst, S.; Oechslin, E.; Gerull, B.; Krings, G.; Schuler, P. & Thierfelder, L. (2008). Mutations in sarcomere protein genes in left ventricular noncompaction. *Circulation*, 117(22), 2893–2901.
- Peters, F.; Khandheria, B. K. & Libhaber, E. (2012). Left ventricular noncompaction: clinical features, pathogenesis, diagnosis, and management. *Cardiology in Review*, 20(2), 90–96.
- Ichida, F. (2009). Left ventricular noncompaction. *Circulation Journal*, 73(1), 19–26.
- Jensen, B.; van der Wal, A. C.; Moorman, A. F. M. & Christoffels, V. M. (2014). Excessive trabeculations in noncompaction do not have embryonic identity. *Circulation*, 130(10), 802–805.