

MYOKARDITÍDA V PEDIATRII

Dráčová S.

Úvod Myokarditída v detskom veku predstavuje klinicky heterogénne ochorenie s variabilným priebehom od asymptomatických foriem po fulminantné srdcové zlyhanie.

Cieľ Cieľom práce je poskytnúť prehľad aktuálnych poznatkov o diagnostike a liečbe pediatrickej myokarditídy s dôrazom na ich praktické využitie a limity.

Metódy Naratívny prehľad literatúry so zameraním na recentné odporúčania a klinicky relevantné štúdie.

Výsledky Diagnostika vychádza z multimodálneho prístupu kombinujúceho klinické, laboratórne a zobrazovacie metódy, pričom kardiálna magnetická rezonancia predstavuje kľúčový nástroj neinvazívneho potvrdenia diagnózy. Liečba je prevažne podporná a zameraná na manažment srdcového zlyhania. Úloha imunomodulačnej liečby zostáva kontroverzná.

Záver Napriek pokroku v diagnostike pretrváva absencia jednoznačne účinnej špecifickej liečby. Dôležitá je včasná identifikácia rizikových pacientov a individualizovaný terapeutický prístup.

Kľúčové slová: Myokarditída, KMR, diagnostika, pediatria, srdcové zlyhávanie

Úvod

Myokarditída je zápalové ochorenie myokardu charakterizované poškodením kardiomyocytov a aktiváciou imunitnej odpovede. V detskom veku predstavuje diagnosticky náročné a klinicky heterogénne ochorenie, ktorého priebeh sa pohybuje od asymptomatických foriem až po fulminantné zlyhanie srdca. Napriek pokroku v zobrazovacích metódach, najmä kardiálnej magnetickej rezonancii, zostáva včasná diagnostika problematická a terapeutické možnosti sú limitované absenciou jednoznačne účinnej kauzálnej liečby [4, 21].

Cieľom

Článku je nielen sumarizovať aktuálne poznatky, ale aj kriticky zhodnotiť dostupné diagnostické a terapeutické prístupy so zameraním na ich praktické využitie v pediatrickej klinickej praxi.

Etiológia

Najčastejšou príčinou myokarditídy u detí sú vírusové infekcie. Medzi najčastejšie identifikované vírusy patria parvovírus B19, HHV-6, adenovírusy a enterovírusy. Menej časté infekčné príčiny zahŕňajú bakteriálne agens, ktoré sa vyskytujú sporadicky a parazitárne infekcie, ktoré sú geograficky limitované. Mykotická etiológia je v pediatrii raritná a môže sa vyskytnúť u imunokompromitovaných pacientov. Klinický priebeh týchto infekcií môže byť atypický a potenciálne fatálny. Identifikácia konkrétneho patogénu je v klinickej praxi často limitovaná, keďže diagnostika pomocou endomyokardiálnej biopsie s PCR analýzou nie je u detí štandardne vykonávaná [9, 11].

Fulminantná myokarditída môže byť zriedkavo komplikáciou bakteriálnych infekcií, napríklad salmonelózy, ktorá sa môže manifestovať minimálnymi gastrointestinálnymi príznakmi, ale s náhlým kardiálnym zlyhaním [6].

Menej častú ale klinicky významnú skupinu predstavujú imunitne sprostredkované formy myokarditídy, ktoré môžu byť súčasťou systémových autoimunitných ochorení (napr. Kawasakiho choroba), hypersenzitívnych reakcií na lieky alebo toxíny. Špecifický histologický typ predstavuje obrovskobunková myokarditída, ktorá je zriedkavá, ale má agresívny priebeh a vysokú mortalitu. Identifikácia

týchto foriem má významný klinický dopad, môže viesť k odlišnej terapeutickej stratégii s využitím imunosupresívnej liečby [5, 20].

V posledných rokoch sa do popredia dostali aj etiologické jednotky súvisiace s infekciou SARS-CoV-2. Myokarditída môže vzniknúť ako komplikácia samotnej vírusovej infekcie alebo ako súčasť multisystémového zápalového syndrómu u detí (MIS-C) [1, 7].

Patofyziológia

Patofyziológia myokarditídy je komplexný proces vyplývajúci z interakcie medzi spúšťacím faktorom (infekčným alebo neinfekčným), genetickou predispozíciou hostiteľa a jeho imunitnou odpoveďou. Dochádza k aktivácii T-lymfocytov a tvorbe autoprotilátok, čo vedie k progresívnemu poškodeniu myokardu. Tento mechanizmus podporuje hypotézu o potenciálnom prínose imunomodulačnej liečby, avšak klinické štúdie zatiaľ neposkytujú jednoznačné dôkazy o jej účinnosti. Tento rozpor zdôrazňuje komplexnosť ochorenia a potrebu individualizovaného prístupu [3, 23].

Súbežne so zápalom a poškodením myokardu dochádza k zmenám štruktúry a funkcie komôr. Tento jav je spôsobený kombináciou priameho poškodenia kardiomyocytov, zápalovej infiltrácie a následných reparatívnych procesov vedúcich k fibróze. Rozsah remodelácie je variabilný a môže byť reverzibilný, ale v niektorých prípadoch môže dôjsť k rozvoju dilatáčnej kardiomyopatie a poruchám srdcového rytmu [9].

Klinický obraz

Klinická prezentácia je variabilná a závisí od veku (Fig. 1):

- **novorodenci a dojčatá:** nešpecifické príznaky, rýchla progresia
- **staršie deti:** bolesť na hrudníku, palpitácie, dyspnoe
- **adolescenti:** často miernejší priebeh.

Závažné formy môžu viesť k kardiogénnemu šoku, závažným arytmiám alebo náhlej smrti. Niekedy môžu symptómy imitovať respiračné alebo gastrointestinálne ochorenie, čo môže viesť k oneskoreniu stanovenia diagnózy [3, 27].

Diagnostika

Diagnóza myokarditídy sa stanovuje na základe typického klinického obrazu a prítomnosti ďalších diagnos-

tických kritérií. Diagnostický prístup by mal byť systematický a môže byť zjednodušené formulovaný nasledovne (Tab. 1):

Figure 1 Clinical presentation of paediatric myocarditis (image created from cited literature using artificial intelligence tool, ChatGPT)

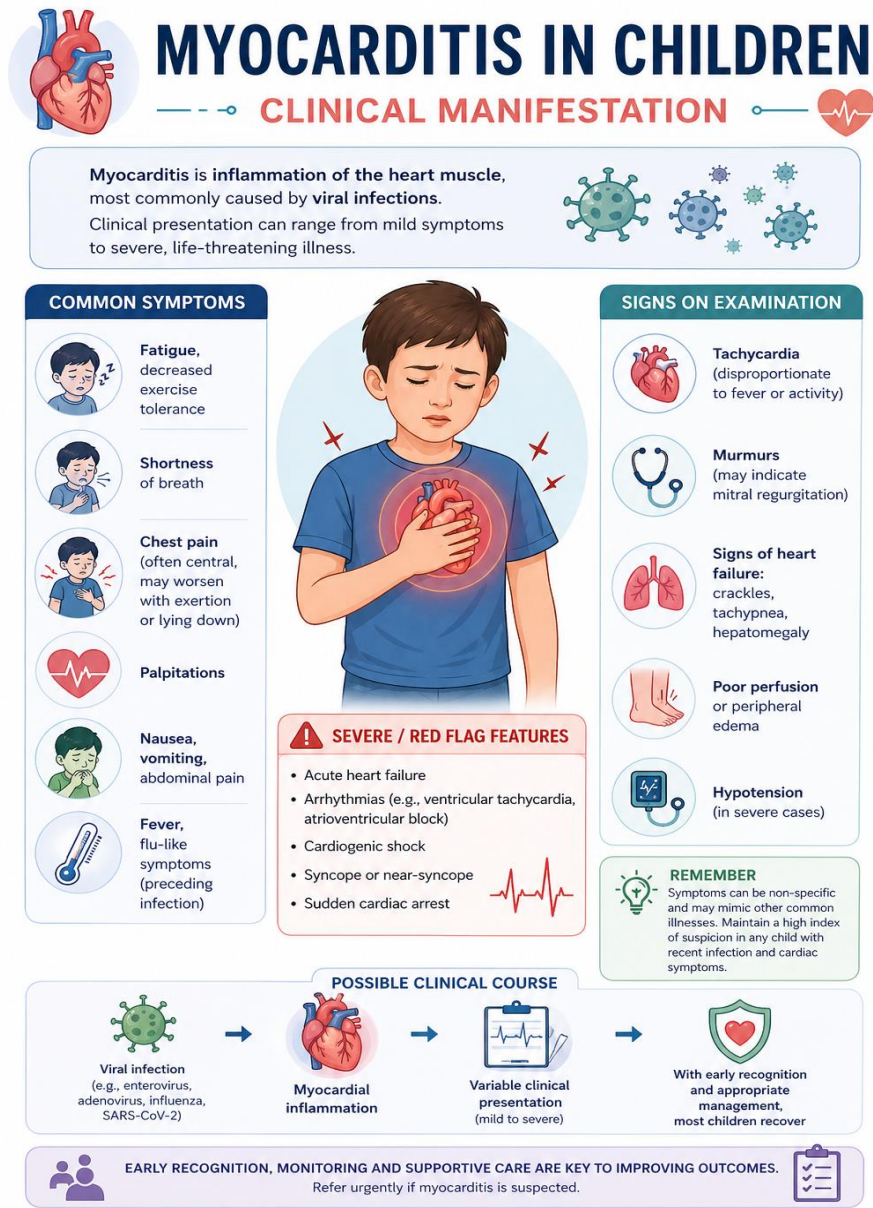


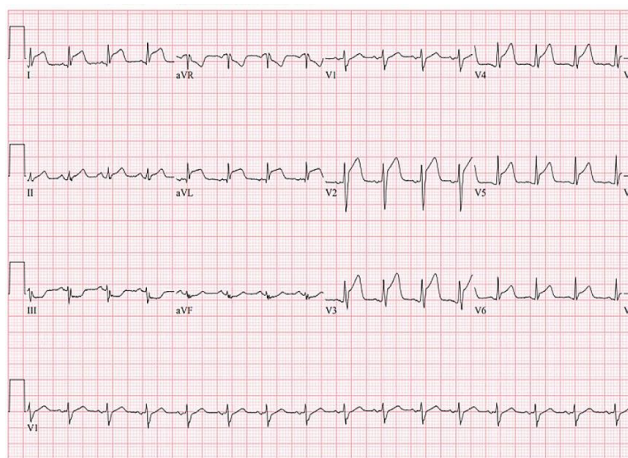
Table 1. Multimodality diagnostic approach in pediatric myocarditis

Modality	Main findings	Clinical significance
Clinical + laboratory	Elevated troponin, inflammatory markers	Suggest myocardial injury
ECG	ST-T abnormalities, arrhythmias, atrioventricular block	Non-specific but common
Echocardiography	Left ventricular systolic dysfunction, wall motion abnormalities, pericardial effusion	First-line imaging
CMR	Myocardial edema (T2-weighted imaging), fibrosis/necrosis (late gadolinium enhancement), T1/T2 mapping	Confirms diagnosis and risk stratification
Endomyocardial biopsy	Inflammatory infiltrate, viral genome	Reference standard in selected case

ECG – electrocardiography; CMR – cardiovascular magnetic resonance

1. **Klinické podozrenie** (dyspnoe, bolesť na hrudníku, nevysvetliteľná tachykardia)
2. **Základné vyšetrenia: EKG + troponín + NT-proBNP** (medzi najčastejšie zmeny EKG patria nízka voltáž QRS komplexov, patologické Q vlny, zmeny úseku ST-T (Obr. 2)) [16, 20]
3. **Echokardiografia** – posúdenie funkcie a vylúčenie iných príčin
4. **Kardiálna magnetická rezonancia (KMR)** – preferovaná metóda potvrdenia diagnózy
5. **Endomyokardiálna biopsia (EMB)** – indikovaná pri:
 - o fulminantnom priebehu
 - o hemodynamickej nestabilite
 - o podozrení na špecifickú liečiteľnú etiológiu [8, 26].

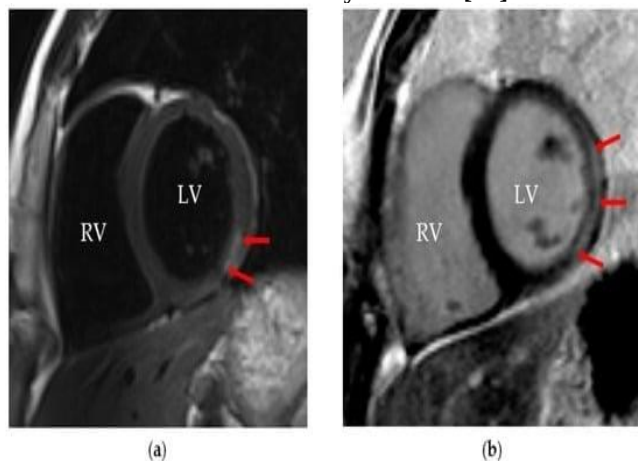
Figure 2 Representative electrocardiographic (ECG) findings in pediatric acute myocarditis [13]



Electrocardiogram showing ST-segment elevation in leads V2-V5, I, aVL and reciprocal ST-segment depression in leads III and aVF.

Takýto postup umožňuje optimalizovať pomer medzi diagnostickým ziskom a invazivitou vyšetrení. KMR podľa Lake Louise kritérií (T1 a T2 závislé parametre) umožňuje neinvazívne potvrdenie diagnózy a súčasné hodnotenie funkcie srdca aj tkanivovej charakteristiky myokardu [10, 15]. Príklad vyšetrenia KMR u 15 ročného chlapca s EBV myokarditídou poukazuje obrázok 3 (Obr. 3). Endomyokardiálna biopsia zostáva referenčným štandardom, ale jej využitie u detí je limitované invazivitou [16].

Figure 3 Cardiovascular magnetic resonance (CMR) in an adolescent with myocarditis [10]



A 15-year-old boy with Epstein–Barr virus myocarditis: (a) a short-axis T2-weighted image demonstrating focal myocardial oedema (red arrows); and (b) a short-axis T1-weighted late gadolinium enhancement image (red arrows).

Terapia

Liečba myokarditídy u detí zostáva prevažne podporná, pričom zásadným problémom je absencia jednoznačne účinnej kauzálnej terapie.

1. Základné princípy

Základným princípom liečby je hospitalizácia pacienta, monitorovanie vitálnych funkcií, liečba srdcového zlyhávania a manažment arytmií [22].

2. Kľúčové rozhodovacie body

Z klinického hľadiska je zásadná včasná identifikácia pacientov s rizikom závažného priebehu, kedy je indikovaná intenzívna starostlivosť (EF < 35 %, známky šoku, významné arytmie). Indikácia imunoterapie je podmienená vylúčením aktívnej infekcie po EMB a PCR diagnostike a pri podozrení na autoimunitnú etiológiu [2, 21].

3. Kontroverzie v liečbe

Intravenózne imunoglobulíny (IVIG) sa v klinickej praxi u detí často používajú, avšak jednoznačný benefit nebol potvrdený vo všetkých štúdiách a je obmedzený na selektované prípady. Indikácia kortikosteroidov je vyhradená pre špecifické formy myokarditídy a ich rutinné použitie u detí nie je odporúčané. Hoci Schauer a kolektív vo svojej štúdií na 40 pacientov (< 20 rokov) preukázal, že kombinácia vysokodávkových kortikosteroidov a IVIG môže byť u detí s myokarditídou bezpečná, avšak dôkazy zatiaľ nie sú dostatočné na definitívne odporúčania [25]. Výnimku, kedy môže byť imunosupresia indikovaná predstavuje obrovskobunková myokarditída, ale prognóza zostáva nepriaznivá.

Antivírusová liečba sa odporúča pri preukázanej aktívnej vírusovej infekcii [24, 29].

Súčasný nesúlad medzi bežnou klinickou praxou a dostupnými dôkazmi poukazuje na potrebu ďalších kvalitných randomizovaných klinických štúdií zameraných na pediatrickú populáciu. Tieto by mali prispieť k presnejšiemu definovaniu indikačných kritérií pre imunomodulačnú liečbu a optimalizácii terapeutických stratégií u detských pacientov s myokarditídou.

Diskusia

Myokarditída v pediatickej populácii zostáva diagnosticky aj terapeuticky náročnou jednotkou, najmä pre jej heterogénny klinický obraz a absenciu jednoznačných diagnostických kritérií aplikovateľných v rutinných podmienkach. Hlavným problémom manažmentu pediatickej myokarditídy je nesúlad medzi diagnostickým pokrokom a terapeutickými možnosťami. Zatiaľ čo KMR výrazne zlepšila diagnostiku, liečba ostáva prevažne symptomatická [17].

Kontroverzná zostáva imunomodulačná terapia, ktorá je v praxi často používaná napriek limitovaným dôkazom a nejednoznačných výsledkoch dostupných štúdií. Ich

indikácia by mala byť individualizovaná, ideálne na základe etiologickej diagnostiky vrátane výsledkov endomyokardiálnej biopsie, ktorá je však u detí využívaná limitovane [14].

V posledných rokoch sa do popredia dostáva aj otázka dlhodobej prognózy pacientov, keďže časť detí môže progredovať do dilatačnej kardiomyopatie. Ďalším problémom je extrapolácia dát z dospeljej populácie, ktorá nemusí byť plne aplikovateľná na deti [21].

Posledná dostupná systematická analýza a sieťová metaanalýza z februára 2026 sa zaoberala rozdielmi medzi klinickými štúdiami a ich reálnou účinnosťou liečby v pediatrickej klinickej praxi. Táto štúdia naznačuje, že pridanie IVIG k štandardnej liečbe srdcového zlyhania môže zlepšiť prežitie a srdcovú funkciu u detí s akútnou komplikovanou myokarditídou. Rutinná liečba steroidmi si vyžaduje opatrné klinické použitie. Na stanovenie usmernení a optimalizáciu liečby sú ešte potrebné vysokokvalitné randomizované kontrolované štúdie [28].

Záver

Myokarditída v detskom veku predstavuje komplexné ochorenie s variabilným klinickým priebehom a potenciálne závažnými dôsledkami.

Pre klinickú prax je kľúčové:

- včasné rozpoznanie ochorenia
- správna indikácia KMR a EMB
- individualizovaný terapeutický prístup.

Napriek pokroku v diagnostike zostáva manažment pacientov do značnej miery podporný a závislý od klinického priebehu ochorenia. Špecifická liečba je indikovaná len v selektovaných prípadoch a jej efektivita nie je jednoznačne potvrdená, čo poukazuje na potrebu ďalšieho výskumu v tejto oblasti.

Budúci výskum by sa mal zamerať na:

- identifikáciu prognostických markerov
- optimalizáciu liečby
- tvorbu pediatricky špecifických odporúčaní.

Literatúra

1. Aeschlimann, F.A., Misra, N., Hussein, T. et al.: Myocardial involvement in children with post-COVID multisystem inflammatory syndrome: a cardiovascular magnetic resonance based multicenter international study - the CARDOVID registry. *J Cardiovasc Magn Reson.* 23, 2021, (1):140.
2. Ammirati, E., Frigerio, M., Adler, E.D. et al.: Management of acute myocarditis and chronic inflammatory cardiomyopathy. *Eur Heart J.* 41, 2020, 185-95.
3. Ammirati, E., Veronese, G., Bottiroli, M. et al.: Update on acute myocarditis. *Trends Cardiovasc Med.* 31, 2021, (6):370-79.
4. Arbustini, E., Narula, N., Giuliani, L., Di Toro, A.: (2020). Genetic Basis of Myocarditis: Myth or Reality?. In: Caforio, A. (eds) *Myocarditis*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35276-9_4.
5. Arola, A., Pikkarainen, E., Sipilä, J.O. et al.: Nationwide study of myocarditis in children. *J Am Heart Assoc.* 2017, 6:e005306.
6. Bálintová, E., Böör, A., Kuchta, M., et al.: Fulminantný priebeh salmonelózy komplikovaný myokarditídou. *Pediatrica (Bratisl.).* 3, 2008, (4):226-28.
7. Belhadj, Z., Meot, M., Bajolle, F. et al.: Acute heart failure in multisystem inflammatory syndrome in children in the context of global SARS-CoV-2 pandemic. *Circulation.* 142, 2020, (5):429-36.
8. Bracamonte-Baran, W., Čiháková, D.: Cardiac autoimmunity: myocarditis. *Adv Exp Med Biol.* 2017, (1003):187-221.
9. Caforio, A.L.P., Pankuweit, S., Arbustini, E. et al.: Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis. *Eur Heart J.* 34, 2013, (33):2636-648.
10. Das, B.B., Sharma, S., Ramachandran, P. et al.: Parametric mapping cardiac magnetic resonance imaging in children with myocarditis. *J Cardiovasc Dev Dis.* 3, 2016, (4):31, doi:10.3390/jcdd3040031.
11. Dasgupta, S., Iannucci, G., Mao, C. et al.: Myocarditis in the pediatric population: a review. *Congenit Heart Dis.* 14, 2019, (5):868-77.
12. De Sarro, R. et al.: How to behave with paediatric myocarditis: imaging methods and clinical approach. *Eur Heart J Imaging Methods.* 3, 2025, (1):qyaf025. doi:10.1093/ehjimp/qyaf025.
13. Fernando, A., Guragai, N., Sapkota, A. et al.: A rare case of myocarditis mimicking ST-elevation myocardial infarction. *Cureus.* 12, 2020, (12):e12398. doi:10.7759/cureus.12398.
14. Ferone, E., Segev, A., Tempo, E. et al.: Current Treatment and Immunomodulation Strategies in Acute Myocarditis. *J Cardiovasc Pharmacol.* 83, 2024, May 1, (5):364-76. doi: 10.1097/FJC.0000000000001542.
15. Ferreira, V.M., Schulz-Menger, J., Holmvang, G. et al.: Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial inflammation: expert recommendations. *J Am Coll Cardiol.* 72, 2018, (24):3158-176. doi:10.1016/j.jacc.2018.09.072.
16. Frustaci, A., Pieroni, M., Chimenti, C.: The role of endomyocardial biopsy in the diagnosis of cardiomyopathies. *Ital Heart J.* 3, 2002, (6):348-53.
17. He, B., Li, X., Li, D.: Immunosuppressive Treatment for Myocarditis in the Pediatric Population: A Meta-Analysis. *Front Pediatr.* 7, 2019, 430. doi: 10.3389/fped.2019.00430.
18. He, W., Zhou, L., Xu, K. et al.: Immunopathogenesis and immunomodulatory therapy for myocarditis. *Sci China Life Sci.* 66, 2023, (9):2112-137. doi: 10.1007/s11427-022-2273-3.
19. Hutchinson, Z., Law, Y.M.: Myocarditis in children: diagnosis and management. *JHLT Open.* 2025, (10):100332. doi:10.1016/j.jhlto.2025.100332.

20. Krajčovič, J., Janík, M., Adamicová, K. a spol.: Idiopatická obrovskobunková myokarditída u 2,5-mesačného dieťaťa. *Pediatrica (Bratisl.)*. 7, 2012, (4):176-78.
21. Law, Y.M., Lal, A.K., Chen, S. et al.: Diagnosis and management of myocarditis in children: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 144, 2021, (6):e123–e135. doi:10.1161/CIR.0000000000001001.
22. McDonagh, T.A., Metra, M., Adamo, M. et al.: 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 42, 2021, 3599-726.
23. Pavlíček, J., Rücklová, K., David, J.: Myokarditidy a kardiomyopatie. *Pediatric pro praxi*. 24, 2023, (2):87-92.
24. Pomato, E., Perrone, M.A., Palmieri, R., Gagliardi, M.G.: Pediatric Myocarditis: What Have We Learnt So Far? *J. Cardiovasc. Dev. Dis.* 9, 2022, 143. <https://doi.org/10.3390/jcdd9050143>.
25. Rücklová, K., David, J., Koubský, K. et al.: Myocarditis in children. *Cor Vasa*. 65, 2023, (1):82-89. doi:10.33678/cor.2022.096.
26. Schauer, J., Newland, D., Hong, B. et al.: Treating pediatric myocarditis with high-dose steroids and immunoglobulin. *Pediatr Cardiol*. 44, 2023, 441-50.
27. Schulz-Menger, J., Imazio, M. et al.: 2025 ESC guidelines for the management of myocarditis and pericarditis. *Eur Heart J*. 46, 2025, (40):3952-4041.
28. Thai, T.B.T., Kang, Y.N., Nguyen, H.S. et al.: Effect of intravenous immunoglobulin and steroids in acute myocarditis in children: a systematic review and network meta-analysis. *Pediatr. Res.* February 10, 2026. 10.1038/s41390-025-04655-0.
29. Williams, J.L., Jacobs, H.M., Lee, S.: Pediatric myocarditis. *Cardiol Ther*. 12, 2023, (2):243-60.
30. Yen, M.H., Huang, Y.C., Chen, M.C. et al.: Effect of intravenous immunoglobulin for neonates with severe enteroviral infections. *J Clin Virol*. 64, 2015, 92-6.

MYOCARDITIS IN PEDIATRICS

Dráčová S.

Introduction Paediatric myocarditis represents a clinically heterogeneous condition with a variable course, ranging from asymptomatic forms to fulminant heart failure.

Aim The aim of this paper is to provide an overview of current knowledge on the diagnosis and treatment of paediatric myocarditis, with an emphasis on their practical application and limitations.

Methods Narrative literature review focusing on recent recommendations and clinically relevant studies.

Results Diagnosis is based on a multimodal approach combining clinical, laboratory, and imaging methods, with cardiovascular magnetic resonance representing a key non-invasive tool for diagnostic confirmation. Treatment is predominantly supportive and focused on the management of heart failure. The role of immunomodulatory therapy remains controversial.

Conclusion Despite advances in diagnostic strategies, a clearly effective specific therapy is still lacking. Early identification of high-risk patients and an individualized therapeutic approach are essential.

Key words: myocarditis, CMR, diagnosis, paediatrics, heart failure

<https://doi.org/10.33542/ATE2026-12-8>

Nemám potencionálny konflikt záujmov.

MUDr. Simona Dráčová
Klinika detí a dorastu UPJŠ LF a DFN
SNP 1, 040 11 Košice
E-mail: simona.hurna24gmail.com