

Multimodalitné zobrazenie vrodených anomálií koronárných artérií a neaterogénnych koronárných chorôb

(Multimodality imaging of congenital coronary anomalies and non-atherogenic coronary diseases)

Marek Kardoš^a, Peter Olejník^b, Erika Drangová^{c,d}, Jana Poláková Mištinová^{c,e}

^a Oddelenie funkčného vyšetovania, Detské kardiocentrum, Bratislava, Slovensko

^b Oddelenie detskej kardiológie, Detské kardiocentrum, Fakulta medicíny, Komenského Univerzita, Bratislava, Slovensko

^c III. rádiologická klinika, LF UK a NÚSCH, a.s., Fakulta medicíny, Komenského Univerzita, Bratislava, Slovensko

^d Oddelenie diagnostickej a intervenčnej rádiológie, NÚSCH, a.s., Bratislava, Slovensko

^e MR oddelenie, NÚSCH, a.s., Bratislava, Slovensko

INFORMACE O ČLÁNKU

História článku:

Vložen do systému: 17. 11. 2025

Přepřacován: 24. 2. 2026

Přijat: 14. 3. 2026

Dostupný online: 17. 6. 2026

Klíčové slová:

Kawasakio choroba

Koronárne artérie

Multimodalitné zobrazenie

Vrodené anomálie

Keywords:

Congenital anomalies

Coronary arteries

Kawasaki disease

Multimodality imaging

SÚHRN

Anomálie koronárných artérií sa všeobecne v populácii vyskytujú veľmi zriedkavo. Môžu byť ako izolovaná anomália alebo ako súčasť vrodených chýb srdca. Len 20 % je potenciálne klinicky významných, môžu sa prezentovať život ohrozujúcimi príznakmi ako napr. myokardiálnou ischémiou, malignou komorovou arytmiou alebo náhlou kardiálnou smrťou. Obyčajne sú zachytené ako náhodný nález počas CT, resp. katetrizačnej koronarografie. Predstavujú druhú najčastejšiu príčinu smrti u mladých športovcov po hypertrofickú obštrukčnej kardiomyopatii. V tomto prehľadovom článku sa pre zjednodušenie a klinický význam zameriavame na najčastejšie sa vyskytujúce anomálie koronárných artérií, ktoré môžu byť klinicky významné a vyžadujú si intervenciu, či už katetrizačnú, alebo kardiokirurgickú. Zároveň popisujeme silné a slabé stránky jednotlivých modalít pri zobrazení koronárných artérií. Samostatnú pozornosť venujeme zápalovým ochoreniam steny koronárných artérií neaterogénneho pôvodu, ktorých hlavným predstaviteľom v detskej populácii je Kawasakiho syndróm.

© 2026, ČKS.

ABSTRACT

Coronary artery anomalies are very rare in the general population. They can occur as an isolated anomaly or as part of congenital heart defects. Only 20% of them are potentially clinically significant and can manifest with life-threatening symptoms such as myocardial ischemia, malignant ventricular arrhythmia, or sudden cardiac death. They are usually detected as an incidental finding during CT or catheterization coronary angiography. They represent the second most common cause of death in young athletes after hypertrophic obstructive cardiomyopathy.

In this review, for simplicity and clinical relevance, we focus on the most common coronary artery anomalies that may be clinically significant and require intervention, whether catheterization or cardiac surgery. We also describe the strengths and weaknesses of individual modalities in coronary artery imaging. We pay special attention to inflammatory diseases of the coronary artery wall of non-atherogenic origin, the main representative of which in the pediatric population is Kawasaki syndrome.

Adresa pro korespondenci: MUDr. Marek Kardoš, Oddelenie funkčného vyšetovania, Detské kardiocentrum, Pod Krásnou hôrkou 1, 833 48 Bratislava, Slovensko, e-mail: kardi.marek@gmail.com

DOI: 10.33678/cor.2026.028

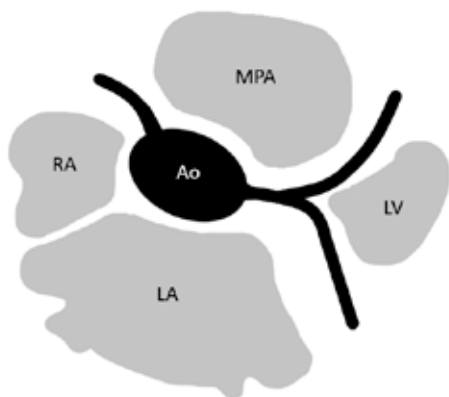
Úvod

Anomálie koronárnych artérií (AKA) sa všeobecne v populácii vyskytujú veľmi zriedkavo. Môžu byť ako izolovaná anomália alebo ako súčasť vrodených chýb srdca (VCHS). Len 20 % je potencionálne klinicky významných, môžu sa prezentovať život ohrozujúcimi príznakmi ako napr. myokardiálnou ischémiou, malignou komorovou arytmiou alebo náhlou kardiálnou smrťou. Obyčajne sú zachytené ako náhodný nález počas CT, resp. katetrizačnej koronarografie. AKA predstavujú druhú najčastejšiu príčinu smrti u mladých športovcov po hypertrofickej obštrukčnej kardiomyopatii.^{1,2}

V tomto prehľadovom článku sa pre zjednodušenie a klinický význam zameriavame na najčastejšie sa vyskytujúce AKA, ktoré môžu byť klinicky významné a vyžadujú si intervenciu, či už katetrizačnú, alebo kardiochirurgickú. Zároveň popisujeme silné a slabé stránky jednotlivých modalít pri zobrazení AKA. Samostatnú pozornosť venujeme zápalovým ochoreniam steny koronárnych artérií neaterogénneho pôvodu, ktorej hlavným predstaviteľom v detskej populácii je Kawasakiho syndróm.

Normálna vs. anomálna anatómia koronárnych artérií

Zvyčajne koronárne artérie odstupujú z aortálneho koreňa, a to z pravého a ľavého Valsalvovho sínusu. Tretí aortálny sínus lokalizovaný posteriórne k dvom predchádzajúcim sa označuje ako nekoronárny. V axiálnej rovine vo výške aortálneho koreňa, resp. aortálnej chlopne sa ostium pravej koronárnej artérie (PKA) nachádza na pozícii 10. – 12. v rámci hodinových ručičiek a ostium ľavej koronárnej artérie (ĽKA) na pozícii 3. – 5. Tesne po odstupe z aorty PKA prebieha v sulcus coronarius, nakoniec sa dostáva až na zadnú plochu srdca, kde končí ako ramus interventricularis posterior. Dvomi hlavnými vetvami ĽKA sú ramus interventricularis anterior (RIA) a ramus circumflexus (RCx) (obr. 1). RIA prebieha v sulcus interventricularis anterior a dostáva sa až k hrotu srdca. RCx prebieha v ľavej anteroventrikulárnej rýhe až na zadnú stranu (tabuľka 1).³



Obr. 1 – Schematické zobrazenie normálnej anatómie koronárnych artérií v axiálnej rovine. Ao – aorta; LA – ľavá predsieň (left atrium); LV – ľavá komora (left ventricle); MPA – hlavná pľúcna artéria (main pulmonary artery); RA – pravá predsieň (right atrium).

Tabuľka 1 – Normálne vlastnosti koronárnych artérií u ľudí

Počet ostíí	Dve – štyri
Poloha	Pravý a ľavý predný sínus
Proximálna orientácia	45 – 90° od steny aorty
Proximálny kmeň	Len ĽKA
Proximálny priebeh	Priamy, od ostia
Priebeh v strednej časti	Extramurálny (subepikardiálny)
Zásobenie myokardu – lokality	PKA (voľná stena pravej komory), RIA (anteroseptálne), marginálne vetvy RCx (voľná stena ľavej komory)
Terminácia	Kapilárna sieť

ĽKA – ľavá koronárna artéria; PKA – pravá koronárna artéria; RCx – ramus circumflexus; RIA – ramus interventricularis anterior.

Definícia AKA nie je úplne jasná. AKA môžeme opísať ako anomáliu, ktorá sa v bežnej populácii vyskytuje zriedkavo. Existuje široké spektrum anomálií koronárnych artérií (KA), z ktorých viaceré sú počas celého života klinicky nemé, bez väčšieho hemodynamického vplyvu. Môže sa jednať o anomálie odstupe, či už v rámci aorty, resp. anomálny odstup z kmeňa pľúcnice, anomálie priebehu ako aj anomálie terminácie KA.

Epidemiológia

Incidencia AKA je pomerne rôznorodá v závislosti od jednotlivých autorov ako aj použitej zobrazovacej metódy, resp. vzorky pacientov. Či už sa jedná o incidenciu pri skúmaní pitevných, chirurgických, angiografických nálezov, alebo nálezov pri použití jednotlivých zobrazovacích metód. Alexander a Griffith uvádzajú incidenciu 0,3 %, tj. 52 prípadov z 18 950 pitiev.⁴ Multicentrická chirurgická štúdia koronárnych artérií (CASS) uvádza incidenciu 0,3 % z 24 959 pacientov⁵ a štúdia založená na selektívnych koronárnych angiografiách incidenciu 0,9 %, tj. 95 prípadov z 10 661 pacientov.⁶ Incidencia AKA založená na hodnotení CT koronarografických vyšetrení je viac variabilná, 0,7 – 6,6 %.⁷ Toto širšie rozpätie závisí od veľkosti vzorky pacientov, ale hlavne od kvality prístrojovej techniky, kde použitie modernejších CT prístrojov umožňuje detailnejšie zobrazenie aj tých najmenších štruktúr. V rámci zastúpenia skupín AKA v jednotlivých štúdiách dominovali hlavne anomálie odstupe alebo proximálneho priebehu KA a veľmi zriedkavo anomálie terminácie KA (napr. koronárna fistula). AKA môžu postihovať všetky hlavné vetvy KA, a to PKA, ĽKA, RIA a RCx. Najčastejšia sa týkajú RCx, v štúdii CASS až 60 %, v 2/3 išlo o anomálny odstup RCx z pravokoronárneho Valsalvovho sínusu, či už zo samostatného ostia, alebo anomálny odstup z PKA.⁸

Techniky zobrazenia koronárnych artérií

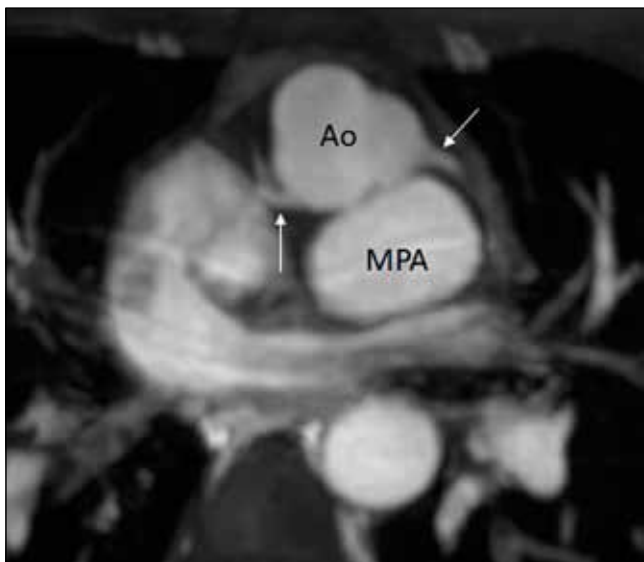
Echokardiografia

Echokardiografia je základnou zobrazovacou modalitou v kardiológii. V rámci zobrazovania KA a ich abnormalít

je jej klinické využitie väčšinou redukované na zobrazovanie iba ich odstupových častí. Kvalita zobrazenia KA klesá s narastajúcim vekom pacientov v dôsledku ich zhoršujúcej sa echogenity. Pri vizualizácii KA sa najčastejšie využíva parasternálna krátka projekcia umožňujúca súčasné prehľadné zobrazenie jednotlivých sínusov aortálnej chlopne. Pre identifikáciu smeru toku krvi v KA sa odporúča aj realizácia farebného dopplerovského zobrazovania. Čo je extrémne dôležité napríklad pri diagnostike anomálneho odstupe LKA z kmeňa pľúcnice (smer toku krvi z KA do pľúcnice). Echokardiografia, napriek svojim limitáciám, je prvotným zobrazovacím vyšetrením pri podozrení na anomálny odstup, priebeh či vyústenie KA. Zároveň slúži ako základná zobrazovacia modalita v dlhodobom sledovaní pacientov s uvedenými diagnózami, bez ohľadu na to, či boli riešení konzervatívne alebo intervenčne. Podobne, ako prvotná zobrazovacia metóda, sa echokardiografia využíva v primodagnostike ako aj v dynamickom sledovaní dilatácií, či aneuriziem KA u pacientov s Kawasakiho chorobou.⁹⁻¹¹

CT koronarografia

CT koronarografia predstavuje excelentnú modalitu na hodnotenie anomálií KA. Je široko dostupná, ide o vyšetrenie, ktoré poskytuje vysoké rozlíšenie KA s možnosťou vytvorenia 3D rekonštrukcií. Taktiež umožňuje posúdenie vzťahu medzi KA a okolitými štruktúrami. Všeobecne známou nevýhodou, najmä u detských pacientov, je ionizujúce žiarenie. Dodržiavanie princípu ALARA (as low as reasonable and achievable) u detských pacientov výrazne znižuje riziko používania ionizujúceho žiarenia u detí. Stratégie ako automatická modulácia žiarenia, prospektívna EKG synchronizácia, EKG pulzná modulácia ako aj metódy iteratívnej rekonštrukcie umožňujú výraznú redukciu dávky použitého žiarenia. Výhodou CT koronarografie v porovnaní s MR vyšetrením je temporálna rezolúcia 66 ms zodpovedajúca najmodernejším dualsource CT prístrojom, čo umožňuje zobrazenie KA aj pri vyššej



Obr. 2 – MR zobrazenie koronárných artérií (biele šípky) a ich transpozíčného odstupe u pacienta s diagnózou D-transpozície veľkých ciev po Senningovej operácii. Koronárne artérie chirurgicky intaktné. Ao – aorta; MPA – hlavná pľúcna artéria (main pulmonary artery).

srdcovej frekvencii. Optimalizáciu vyšetrenia u starších pacientov môžeme dosiahnuť podaním beta blokátorov a vazodilatátorov, ako je napr. nitroglycerin. U nekooperujúcich pacientov je možné znížiť vplyv dychových pohybov na vyšetrenie intubáciou pacienta s následným vyšetrením pacienta v riadenom inspiriu, resp. expíriu. Ide najmä o novorodencov, u ktorých sa na základe echokardiografického vyšetrenia nie sme schopní vyjadriť k event. intramurálnemu priebehu KA u pacientov s D-transpozíciou veľkých ciev.¹²⁻¹⁴

MR koronarografia

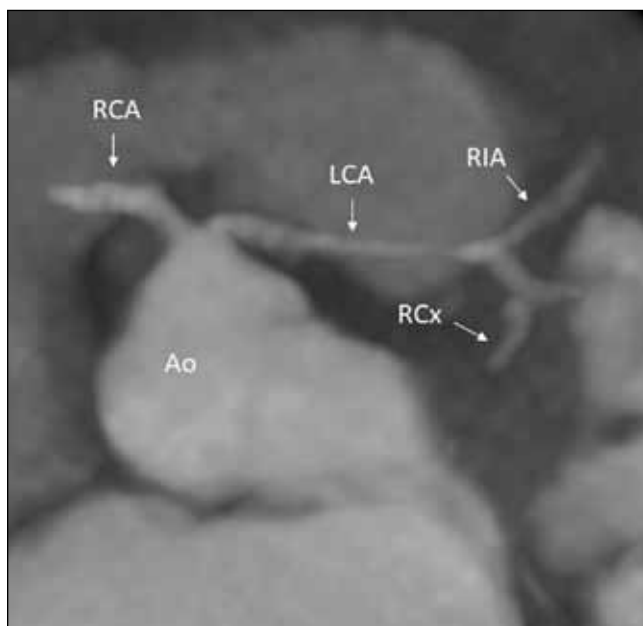
MR je často používaná doplnková zobrazovacia metóda ku echokardiografii pri suspektnej, resp. potvrdennej vrodenej AKA. Hlavnou výhodou MR je neprítomnosť ionizujúceho žiarenia pri vyšetrení. Podobne ako CT koronarografia, MR umožňuje zobrazenie KA v 3 rovinách, a tým umožňuje aj vyjadrenie vzťahu KA k okolitým štruktúram. MR perfúzne štúdie nám poskytnú informáciu o prípadnej poruche prekrvenia určitej časti myokardu u pacientov s AKA s alebo bez použitia farmaka pri perfúznom stres vyšetrení. Pri MR koronarografii sa používa EKG synchronizácia a dychová navigácia na minimalizáciu prítomnosti pohybových artefaktov. Vo väčšine prípadov je nutné na zlepšenie vizualizácie KA podať kontrastnú látku na báze gadolína, aj keď je možné zobrazenie KA aj bez jej podania (obr. 2). Horšie zobrazenie býva u nekooperujúcich pacientov, a preto najmä u detí je nutné realizovať MR vyšetrenie v celkovej anestézii.^{15,16}

Nukleárny myokardiálny perfúzny sken

Táto metóda nepredstavuje senzitivnú a dostatočnú techniku na hodnotenie AKA. Je používaná na posúdenie perfúzie myokardu u pacientov, kde AKA vystavuje pacienta riziku ischemie myokardu. SPECT sa využíva na hodnotenie kludovej, resp. záťažovej perfúzie myokardu pacientov s anginóznymi bolesťami a rizikom ischemie. Najčastejšie používaným radiofarmakom je ^{99m}Tc-technécium. Senzitivita stresovej myokardiálnej perfúzie sa u detí pohybuje na úrovni 70 – 90 %, kým špecificita len na úrovni okolo 60 %. Relatívne vysoká miera falošne pozitívnych výsledkov súvisí s výskytom pohybových artefaktov z dýchania počas skenovania a nízkou mierou pečeneového klirens daného radiofarmaka. Nové ultrarýchle SPECT kamery s detektormi založenými na báze kadmia-zinku-telluridu umožňujú detailnejšie zobrazenie, rýchlejšie skenovanie s použitím menšieho množstva radiofarmaka. Výsledkom je nižšia radiačná záťaž a rýchlejšie vyšetrenie v porovnaní s konvenčne používanými SPECT kamerami.¹⁷

Selektívna katetrizačná koronarografia

V rámci zobrazenia AKA, najmä u detskej populácie, majú dominantnú úlohu neinvazívne zobrazovacie metódy ako CT koronarografia a MR vyšetrenie. Selektívna katetrizačná koronarografia (SKK) predstavuje doplnkovú vyšetrovaciu metódu pre pacientov s vyššou frekvenciou srdca (nad 130 pulzov za minútu), kde u niektorých pacientov CT koronarografia nie je postačujúca. Ide napr. o nutnosť vyjadrenia sa k ostiálnej stenóze koronárnej artérie, anomálny odstup koronárnej artérie z kmeňa pľúcnice, ak bolo vyšetrenie zaťažené pohybovými artefaktami. SKK



Obr. 3 – CT koronarografia pacientky s anomálnym odstupom LCA (ľavá koronárna artéria, left coronary artery) z RCA (pravá koronárna artéria, right coronary artery). Priebeh LCA elongovaný, bifurkácia LCA posunutá distálne. RCx – ramus circumflexus, RIA – ramus interventricularis anterior.

umožňuje detailnú vizualizáciu distálnych častí koronárnych artérií ako napr. sinusoidov u pacientov s diagnózou plúcnej atrézie s intaktným komorovým septom.^{18,19}

I. Izolované vrodené anomálie koronárnych artérií

- Anomálny odstup koronárnej artérie z aorty (AAOCA)
- Anomálny odstup koronárnej artérie z kmeňa pľúcnice
- Koronárna atrézia
- Izolovaná vrodená koronárna fistula

II. Vrodené koronárne anomálie spojené s inými vrodenými chybami srdca

- Supravalvárna aortálna stenóza
- D-transpozícia veľkých ciev
- Fallotova tetralógia
- Plúcna atrézia s intaktným komorovým septom

III. Kawasakiho choroba ako získané zápalové ochorenie koronárnych artérií

I. Izolované vrodené anomálie koronárnych artérií

A Anomálny odstup koronárnej artérie z aorty (AAOCA)
Je anomália, pri ktorej KA odstupuje z protiľahlého, teda kontralaterálneho sínusu, v raritných prípadoch môže odstupovať z nekoronárneho sínusu. Táto anomália môže byť spojená s ischémiou myokardu a náhlou kardiálnou smrťou detí alebo adolescentov, obzvlášť ak KA prebieha medzi dvoma veľkými cievami. V skutočnosti predstavuje AAOCA druhú najčastejšiu príčinu smrti mladých športovcov. Incidencia AAOCA je cca 0,7 % a anomálny odstup PKA z ľavého koronárneho sínusu je 6-krát častejší ako anomálny odstup ĽKA z pravého koronárneho sínusu.²⁰

AAOCA môže mať potom 1 až 4 priebehy, kým sa dostane do svojho obvyklého miesta zásobenia myokardu:

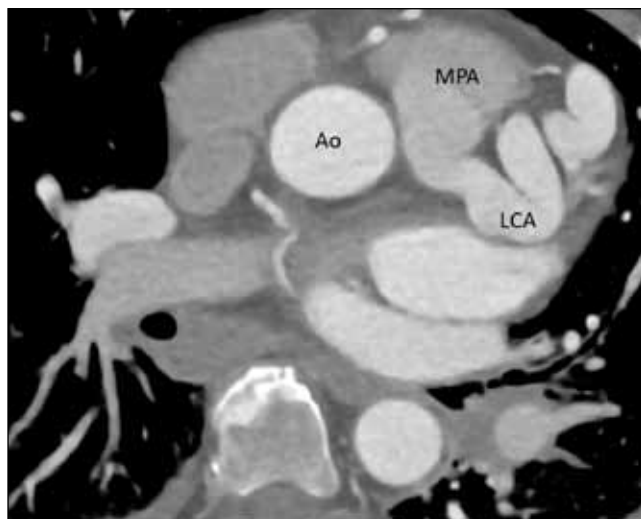
- interarteriálny priebeh (priebeh medzi aortou a pľúcnicou vo výške pľúcnej chlopne, resp. výtoku pravej komory),
- transseptálny priebeh (naprieč hornou časťou medzikomorového septa),
- prepulmonický priebeh (anteriórne k pľúcnici alebo výtoku pravej komory),
- retroaortálny priebeh (medzi aortálnym koreňom a ľavou predsieňou).

Transseptálny, prepulmonický a retroaortálny priebeh sú benígne a klinicky nesignifikantné a označujú sa ako nemalígne anomálie. Kým interarteriálny priebeh je klinicky významný, označovaný ako malígna anomália, potencióálne letálna a môže viesť k náhlej kardiálnej smrti u mladých športovcov. Najčastejšou indikáciou na chirurgickú korekciu pacientov s AAOCA sú príznaky myokardiálnej ischémie. Úlohou zobrazovacích metód je vylúčiť, resp. potvrdiť potencióálne rizikový interarteriálny, resp. intramurálny priebeh KA, a tým zabrániť život ohrozujúcej situácii.

Echokardiografia predstavuje 1. metódu, ktorou sme schopní zobrazit odstup KA a ich proximálny priebeh. Vizualizácia intramurálneho priebehu je najmä u obéznych pacientov náročná. V prípade diagnostickej neistoty je možné pristúpiť k ďalším zobrazovacím modalitám, najmä CT koronarografii, ktorá okrem odstupu a malígneho priebehu poskytne informáciu aj o prípadných stenózach a terminácii KA (obr. 3). Metódou voľby je MR zobrazenie, ktoré je však skôr rezervované pre pooperačné sledovanie pacientov s AAOCA. Možnosť myokardiálnej perfúzie a stres zobrazenie majú veľkú pridanú hodnotu v sledovaní týchto pacientov.^{21,22}

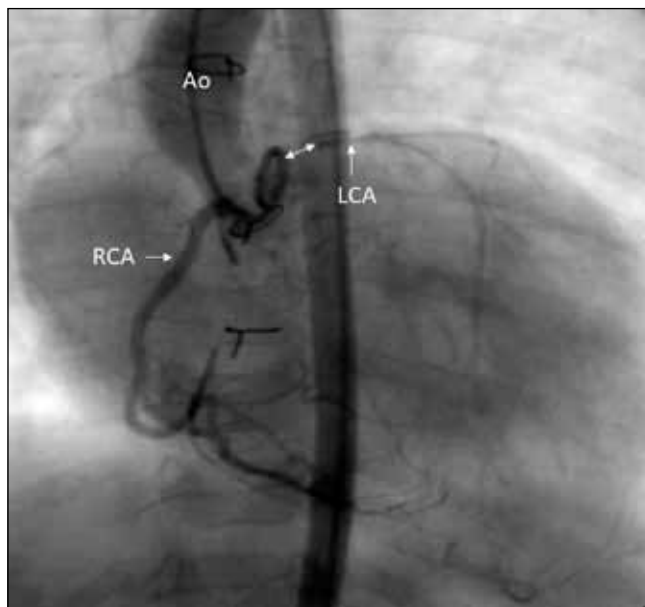
B Anomálny odstup koronárnej artérie z kmeňa pľúcnice

Anomálny odstup ľavej koronárnej artérie z pľúcnice (ALCAPA) je zriedkavou VCHS. Vyskytuje sa v detskej alebo adultnej forme. Detská forma sa prejavuje najmä v dojčenskom veku klinickými príznakmi srdcového zlyhávania. Podstata klinického obrazu spočíva najmä v diastolickom „kradnutí krvi“ z koronárneho riečiska ĽKA smerom do pľúcnice. K tomuto javu dochádza až po poklese fyziologicky vyššej novorodeneckej pľúcnej cievnej rezistencie



Obr. 4 – CT angiografické vyšetrenie dospeléj pacientky s diagnózou anomálneho odstupu LCA (ľavá koronárna artéria, left coronary artery) z MPA (hlavná pľúcna artéria, main pulmonary artery). Ao – aorta.

vo veku pacienta cca 2 – 3 mesiace. Mortalita neliečených pacientov s detskou formou ALCAPA v prvom roku života je 90 %. Menej často sa ALCAPA manifestuje až v adolescentnom alebo dospelom veku (adultná forma) ischemickými bolesťami na hrudníku, šelestom, arytmiami alebo náhlým úmrtím. V týchto prípadoch majú pacienti vyvinutý bohatý kolaterálny obeh medzi povodím oboch koronárných artérií. Okrem nálezu ischemických zmien na EKG sú typickými echokardiografickými nálezmi u pacientov s detskou formou ALCAPA: dilatácia ľavej komory, zhoršená systolická funkcia ľavej komory, hyperechogénne papilárne svaly mitrálnej chlopne (podmienené subendokardiálnou ischémiou), regurgitácia mitrálnej chlopne. PKA býva zvyčajne mierne dilatovaná a odstup ľavej koronárnej artérie z aorty nie je vizualizovateľný. Zároveň sa zobrazuje diastolický prítok krvi do pľúcnice z ĽKA. Keďže echokardiografické hodnotenie odstupu ĽKA nebýva často jednoznačne priekazné, na potvrdenie ALCAPA sa často využíva CT koronarografia alebo katetrizačná koronarografia (obr. 4). Pri diagnostike adultnej formy sa na zobrazenie koronárneho riečiska s bohatým kolaterálnym obehom najčastejšie využíva CT koronarografia. Alternatívou je katetrizačná koronarografia alebo MR. Terapia spočíva v kardiochirurgickom prešíaní odstupu ĽKA z pľúcnice na aortu. V dlhodobom pooperačnom sledovaní pacientov s ALCAPA sa okrem základného echokardiografického vyšetrenia odporúča realizovať vyšetrenia na objektivizáciu prípadnej reziduálnej stenózy prešitej ĽKA (CT koronarografia, MR, katetrizačná koronarografia). Zároveň sa odporúča realizácia MR, respektívne perfúzneho stres vyšetrenia (MR alebo echokardiografie) na zhodnotenie viability myokardu, respektívne latentnej subendokardiálnej ischémie myokardu.^{23,24}



Obr. 5 – Katerizačná aortografia na vizualizáciu odstupu koronárných tepien. RCA (right coronary artery – pravá koronárna artéria) mierne dilatovaná, s normálnym odstupom a priebehom. LCA (left coronary artery – ľavá koronárna artéria) v diskontinuite s aortou (Ao). Biela dvojsípka zobrazuje gap medzi hypoplastickou LCA, ktorá je plnená z kolaterálneho obehu a aortou.

C Koronárna atrézia ľavej koronárnej tepny

Je raritná anomália, pri ktorej chýba antegrádny prietok do ĽKA z aorty, naopak prietok do ľavokoronárneho arteriálneho stromu je zabezpečený pomocou kolaterál z PKA. Incidencia tejto chyby sa pohybuje na úrovni cca 0,04 %.²⁵ Klinická prezentácia je variabilná od príznakov typických pre srdcové zlyhanie až po náhlu kardiálnu smrť v detskom veku alebo anginózne bolesti v dospelosti. Echo vyšetrením môžeme supponovať prítomnosť tejto chyby. Kardiológ zobrazí diastolický tok v oblasti komorového septa, resp. má problém vizualizovať odstup ĽKA z aortálneho koreňa. Definitívnu diagnózu potvrdíme CT koronarografiou, resp. katetrizačnou angiografiou, ktorou najlepšie zobrazíme kolaterálny prietok (obr. 5). MR vyšetrením môžeme dokázať prítomnosť dyskinézy a ischémie komory.²⁶

D Izolovaná vrodená koronárna fistula

Izolovaná vrodená koronárna fistula (KF) predstavuje priamu komunikáciu medzi koronárnymi tepnami a niektorou z komôr, koronárnym sínusom, systémovými alebo pľúcnymi žilami alebo pľúcnymi tepnami obchádzajúc myokardiálne kapiláry. Aj keď zriedkavo, KF môže spôsobiť ischémiu myokardu, objemové preťaženie komôr alebo aj pľúcnu hypertenziu v dôsledku zvýšeného pľúcneho prietoku. Zvyčajne je postihnutá ĽKA (39 – 63 %), potom PKA (29 – 55 %) a najmenej oboje KA (7 – 19 %). KF najčastejšie ústi do oblasti pravostranných štruktúr srdca. Okrem vrodených fistúl môžu byť niekedy spôsobené aj iatrogénne pri kardiochirurgických operáciach napr. pacientov s Fallotovou tetralógiou. Dôležitá je veľkosť KF. Malé fistuly sú obyčajne klinicky nemé, nepoznané, môžu sa spontánne uzavrieť. Naopak veľké fistuly zväčša rastú,



Obr. 6 – 3D CT rekonštrukcia pacienta s vrodenou koronárnou fistulou (biela šípka) RCA (pravá koronárna artéria, right coronary artery) do RV (pravá komora, right ventricle). Ao – aorta; MPA – hlavná pľúcna artéria (main pulmonary artery).

spôsobujú dilatáciu proximálnych úsekov KA. V dôsledku veľkého prietoku môžu spôsobiť objemové preťaženie komôr, ischemiu myokardu v dôsledku koronárneho stealu alebo trombózu proximálnych častí dilatovaných KA. Veľké fistuly potrebujú intervenciu, či už chirurgickú ligáciu, alebo katetrizačný uzáver.²⁷

V prípade KF echom dokážeme dilatáciu KA, taktiež môžeme vizualizovať distálny tok v mieste jej vstupu. Proximálna lokalizácia fistuly vedie k aneurymatickej formácii zásobujúcej KA. Výrazná dilatácia proximálnej KA môže spôsobiť deformáciu koronárneho sínusu s následnou aortálnou insuficienciou. V prípade uzáveru fistuly je nutné pátrať po reziduálnom skrate. CT koronarografia s EKG synchronizáciou predstavuje zlatý štandard v zobrazení KF (obr. 6). MR okrem zobrazenia KF nám pomocou prietokových štúdií umožní určiť veľkosť skratu na základe výpočtu $Q_p : Q_s$. Katetrizačná koronarografia je rezervovaná pre pacientov, u ktorých neinvazívne vyšetrenia neboli dostačujúce, resp. ak sme sa rozhodli pre katetrizačnú embolizáciu fistuly.²⁸

II. Vrodené koronárne anomálie spojené s inými vrodenými chybami srdca

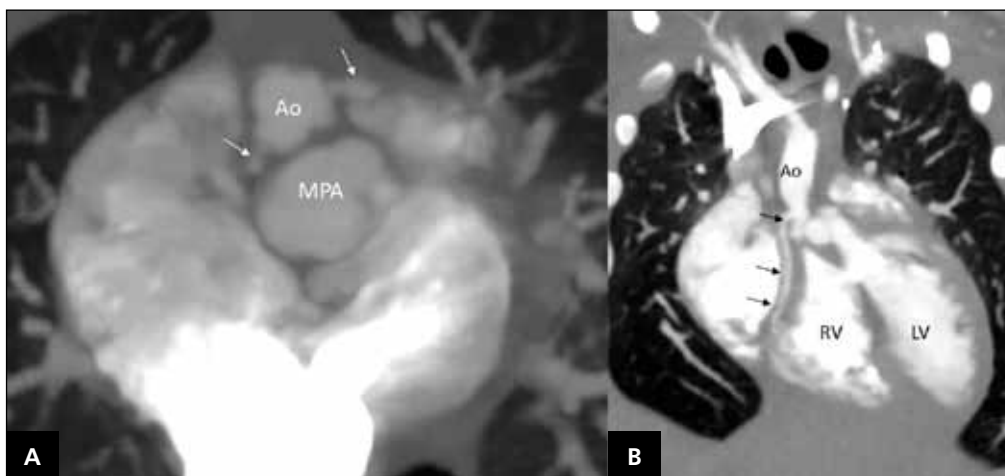
A Supravalvárna aortálna stenóza

Predstavuje lokalizovanú alebo difúznu stenózu ascendentnej aorty v mieste sinotubulárnej junkcie. Je často spojená s Williamsovým–Beurenovým syndrómom a familiárnou formou, ktorá je spojená s genetickou mutáciou ovplyvňujúcou produkciu elastínu. V niektorých prípadoch môžu byť zároveň postihnuté hlavné artérie, ako sú pľúcne, karotické a koronárne. Závažné môžu byť stenózy KA. Ostiálna stenóza spôsobená zhrubnutím steny aorty sa vyskytuje u 9 % prípadov. Častejšie postihuje ĽKA. Ďalšou príčinou alterácie koronárneho prietoku môže byť zhrubnutie cípu aortálnej chlopne s následným prekryvaním ostia KA, resp. fúzia voľného okraja aortálnej chlopne a sinotubulárnej junkcie. V prípade difúznej formy supravalvárnej stenózy môže ísť o difúzne zúženie proximálnej časti KA spôsobené hyperpláziou intimy a médiu, resp. ich fibrózou. Lokalizácia ostia KA viac su-

periórne, tj. k sinotubulárnej junkcii, je častejšie spojená s ich stenózou. Echom môžeme dokázať turbulenciu toku v proximálnych častiach KA, čo svedčí pre stenózu v danej oblasti. CTA predstavuje zlatý štandard v zobrazení morfológie KA pacientov so supravalvárnou aortálnou stenózou. MR okrem zobrazenia morfológie nám poskytne informáciu aj o možnej ischemii myokardu.²⁹

B Fallotova tetralógia (TOF)

Predstavuje najčastejšiu cyanotickú VCHS, jej incidencia je 32,6 na 100 000 narodených detí.³⁰ Asi 5–14 % pacientov s TOF má nejakú formu AKA. Najčastejším typom AKA u pacientov s TOF sú anomálny odstup RIA z PKA, resp. pravokoronárneho Valsalvovho sínusu, ďalej zdvojená RIA (pričom jedna prebieha cez výtok pravej komory), single KA a RCx odstupujúca z PKA. Relatívne bežný býva odstup mohutnej konálnej vetvy z PKA križujúci výtok z pravej komory. Preto je nutná dobrá vizualizácia proximálnych úsekov KA s vyjadrením sa k event. odstupu konálnej vetvy z PKA. Vtedy musí operatér zvoliť iný typ chirurgickej korekcie s použitím pľúcneho konduitu. Normálny odstup KA neoperovaných pacientov s TOF je mierne odlišný od normálneho odstupu KA. ĽKA odstupuje viac posteriórne a PKA viac anteriórne, je to dané rotáciou aortálneho koreňa v smere hodinových ručičiek.³¹ U adolescentov, resp. dospelých pacientov je jednou z možností riešenia pľúcnej insuficiencie pacientov po chirurgickej korekcii TOF transkatétrová implantácia pľúcnej chlopne (TIPCH). Jednou z podmienok správnej implantácie pľúcnej chlopne je nutnosť poznať vzťah dilatovaného výtoku pravej komory/kmeňa pľúcnice a ĽKA. V mieste presteningu, resp. implantácie chlopne môže dôjsť ku malignej kompresii až uzatvoreniu ĽKA pri dilatácii stentu balónom v mieste budúcej chlopne. Echo vyšetrenie u pacientov s TOF pred primokorekciou je obvyčajne dostačujúce. Skúsený kardiológ je schopný vizualizovať proximálne časti KA aj s event. odstupom konálnej vetvy z PKA. Naopak pred zvažovanou TIPCH až CT angiografické vyšetrenie, resp. MR poskytnú informáciu o vzťahu výtoku pravej komory/pľúcnice k ĽKA.³²



Obr. 7 – CT angiografické vyšetrenie pacienta s diagnózou neoperovanej D-transpozície veľkých ciev. Na transtorakálnom echo vyšetrení bol nejasný odstup koronárnych artérií. (A) CT – axiálna rovina. Ao – aorta; MPA – hlavná pľúcna artéria (main pulmonary artery), biele šípky – odstupy koronárnych artérií. (B) CT modifikovaná koronálna rovina. Ao – aorta. LV – ľavá komora (left ventricle), RV – pravá komora (right ventricle). Čierne šípky znázorňujú priebeh RCA (pravá koronárna artéria, right coronary artery).

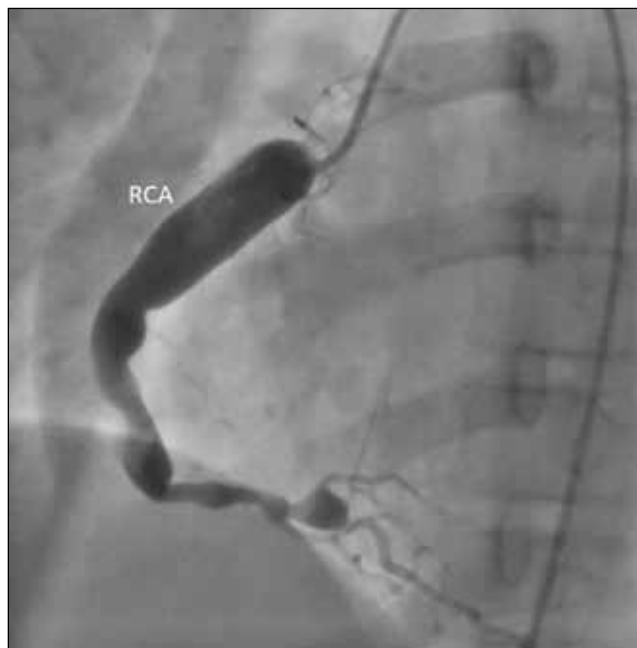
B D-transpozícia veľkých ciev

Je konotrunkálna chyba charakterizovaná atrioventrikulárnou konkordanciou a ventrikuloarteriálnou diskordanciou. Aorta odstupuje z PK a pľúcnicu z LK, čo vedie k paralelnému postaveniu týchto veľkých ciev. Asi 40 % prípadov má defekt komorového septa, čo môže ovplyvniť typ chirurgickej korekcie. Primárnou operáciou pacientov s D-TGA s intaktným komorovým septom, resp. s malým defektom komorového septa je „arterial switch“ operácia (ASO), ktorá spočíva v transfere aorty nad pľúcnu chlopňu a pľúcnicu nad aortálnu chlopňu a translokáciu KA na neoortu. V typických prípadoch D-TGA sa aorta nachádza vpravo a vpredu od pľúcnic. Preto KA neodstupujú v normálnej polohe. Koronárna anatómia pacientov s D-TGA je variabilná, a preto poznať správny odstup KA pred operáciou je veľmi dôležité. Až v 65 % prípadov LKA odstupuje z ľavokoronárneho sínusu a PKA z pravokoronárneho sínusu. Druhý najčastejší typ, t.j. 14 % prípadov má odstup RCx z PKA, ktorá odstupuje z pravého koronárneho sínusu, a RIA odstupuje ako samostatná vetva z ľavého koronárneho sínusu. V tomto prípade prebieha RCx poza pľúcnicu a následne do svojej obvyklej anatomickej pozície. Ďalších 20 % prípadov má nezvyčajný odstup KA ako napr. single KA alebo invertované KA, pri ktorých PKA odstupuje z ľavého koronárneho sínusu a LKA z pravého koronárneho sínusu. Pacienti s D-TGA a defektom komorového septa majú častejšie neobvyklý odstup KA ako pacienti s intaktným komorovým septom. Taktiež je veľmi dôležité predoperačne vylúčiť intramurálny priebeh KA, pri ktorom jedna z KA prebieha medzi aortou a pľúcnicou. Presun intramurálnej artérie je pre chirurga technicky náročný a častejšie môže viesť ku kinkingu alebo uzáveru KA.³³

Ďalšími typmi operácií pacientov s D-TGA, u ktorých je prítomná obštrukcia výtoku z LK, resp. u ktorých obštrukciu výtoku z LK predpokladáme, je Rastelli alebo Nikaidoh operácia (obr. 7).³⁴ V ďalšom pooperačnom sledovaní sa na sledovanie pacientov s D-TGA používa MR vyšetrenie, ktoré nám odhalí aj prípadný koronárny problém v prípade translokovaných KA.^{35,36}

C Pľúcna atrézia s intaktným komorovým septom

Predstavuje VCHS, pri ktorej chýba spojenie medzi PK a pľúcny rievčiskom. Taktiež nie je prítomný defekt komorového septa a je prítomný rôzny stupeň hypoplázie trikuspidálnej chlopne a PK. Pri tejto diagnóze sú prítomné abnormálne spojenia medzi PK a KA v dôsledku vysokého tlaku v PK. Tieto spojenia sa nazývajú sinusoidy. Vo viac ako polovici prípadov je prítomná abnormálna koronárna architektúra, stenózy alebo kompletná atrézia KA. Za normálnych okolností je prietok do KA prítomný počas systoly aj diastoly, ale v prípade zvýšeného transmurálneho tlakového gradientu hypertenznej PK je zabezpečený prietok do KA v prípade PA + IVS len počas diastoly. V prípade stenózy alebo atrézie KA je prietok počas diastoly do koronárneho systému nedostatočný. Preto sa hypertenzná PK stáva primárnym zdrojom myokardiálnej perfúzie distálnych častí KA. PK-dependentná koronárna cirkulácia je prítomná u 5 – 34 % prípadov. Rozpoznanie tejto patofyziológie je veľmi dôležité, pretože dekompresia PK (chirurgická alebo transkatérová)



Obr. 8 – Selektívna koronarografia do RCA (pravá koronárna artéria, right coronary artery) po prekonaní Kawasakiho choroby.

môže negatívne ovplyvniť koronárny prietok a tým spôsobiť ischémiu až infarkt myokardu.³⁷ Cieľom zobrazovacích metód je určiť stupeň závislosti koronárnej cirkulácie od pravej komory, teda prítomnosť stenóz, prípadne atrézie niektorých segmentov koronárneho stromu, ako aj definovať prítomnosť sinusoid. Senzitivita zobrazenia koronárnej cirkulácie pomocou echo vyšetrenia je pomerne nízka. Pri dilatácii proximálnych častí KA môžeme supponovať prítomnosť koronárnej fistuly medzi PK a koronárnou cirkuláciou. Použitím farebného dopplerovského vyšetrenia môžeme v oblasti PK zobrazit toky svedčiace pre prítomnosť sinusoid. CT angiografickým vyšetrením sme schopní zobrazit odstup KA, v niektorých prípadoch aj prítomnosť sinusoid. MR nám poskytne informáciu o prípadnej myokardiálnej ischémií. Zlatým štandardom je však katetrizačné vyšetrenie, s možnosťou priamej ventrikulografie PK s následným odmeraním invazívnych tlakov.³⁸

III. Kawasakiho choroba ako získané zápalové ochorenie koronárných artérií

Je detská panvaskulitída detského veku, ktorá predilekčne postihuje tepny stredného kalibru, najmä teda KA. Príčina nie je presne známa, ale pravdepodobne sa jedná o kombináciu vírusovej etiológie a genetickej predispozície postihnutých detí. Pri postihnutí KA môže ísť o formáciu aneuryzmy, stenózy, trombózy až oklúzie s následným infarktom myokardu. U 15 – 25 % neliečených detí dochádza k vytvoreniu ektázií alebo aneuryzmiem koronárných tepien. Jej výskyt bol popísaný celosvetovo a je vedúcou príčinou získaných srdcových ochorení u detí.³⁹ Diagnóza je stanovená na základe klinických symptómov. Postihuje prevažne deti do 5. roku života, prevažne chlapcov. Aneuryzmy regresujú u 50 – 67 % prípadov počas jedného až dvoch rokov ako výsledok myointimálnej hyperplázie. U gigantických

aneuryzmiem, ktoré majú priemer aneuryzmy väčší ako 8 mm, nemusí dôjsť k ich regresii, sú spojené s vyššou incidenciou trombotických komplikácií (obr. 8). Tieto trombotické komplikácie sú výsledkom stenózy proximálnych častí KA ako aj spomaleného toku v rozšírených častiach KA.^{40–43}

Metódou prvej voľby v diagnostike koronárnych aneuryzmiem je transtorakálne echo vyšetrenie, ktorým sme schopný väčšinou zobrazit len proximálne časti KA. U nekomplikovaných pacientov by sa echokardiografia mala zopakovať do 1 až 2 týždňov a potom 4 až 6 týždňov po liečbe. U komplikovaných pacientov s nálezmi významných koronárnych abnormalít by sa vyšetrenie malo opakovať najmenej 2-krát týždenne dovtedy, kým neustane progresia dilatácie.^{44,45}

CT koronarografia umožňuje vizualizovať ektázie, aneuryzmy, stenózy, ako aj trombózy KT. MR nepredstavuje pre dĺžku vyšetrenia metódu prvej voľby v akútnej fáze. Z odporúčaní Japonskej angiologickej spoločnosti z roku 2014 vyplýva, že je nutné pomocou CT a resp. MR sledovať pacientov s malými aneuryzmami ≤ 4 mm, resp. s aneuryzmami strednej veľkosti 4 – 8 mm. MR má v neskoršom sledovaní dôležité postavenie. Okrem MR angiografie je možné realizovať stresové vyšetrenie ako aj oneskorené postkontrastné vyšetrenie myokardu. Pre dosiahnutie najlepšej nožnej prognózy pacientov s rozvinutými dilatáciami alebo aneuryzmami koronárnych artérií je nutné diametre dilatovaných alebo aneuryzmatických koronárnych artérií presne zaindexovať v rámci „Z-Score“ systémov, keďže zaklasifikovanie pacientov do jednotlivých rizikových skupín determinuje indikáciu následnej antiagregačnej, respektíve antikoagulačnej terapie. Podstatou tejto klasifikácie je, aby pacienti s iba minimálnymi dilatáciami koronárnych artérií neboli zbytočne antikoagulovaní, a na druhej strane, aby pacienti s významnými aneuryzmami koronárnych artérií boli adekvátne antikoagulovaní.⁴⁶

Záver

Čoraz častejšie zaznamenávame výskyt koronárnych anomálií u detských a dospelých pacientov pre realizáciu väčšieho množstva invazívnych a neinvazívnych vyšetrovacích metód. Väčšina z týchto anomálií si nevyžaduje terapeutický zásah, aj keď niektoré formy môžeme považovať za potencionálne život ohrozujúce. Pri náhodnom záchyte je u niektorých nutné posúdiť ich ischemické riziko. CT koronarografia zohráva kľúčovú úlohu nielen v ich záchyte, ale aj posúdení ich hemodynamickej, resp. ischemickej významnosti. Znalosť základných foriem AKA umožňuje kardiológom posúdiť ich hemodynamickú závažnosť, vybrať vhodnú modalitu na ich vizualizáciu.

Prehlásenie autorov o možnom konflikte záujmov

Autori vyhlasujú, že nemajú žiadny konflikt záujmov.

Financovanie

Práca nebola finančne podporená žiadnou inštitúciou.

Prehlásenie autorov o etických aspektoch publikácie

Boli dodržané všetky etické zásady vedeckej a publikačnej praxe.

Literatúra

- Gentile F, Castiglione V, De Caterina R. Coronary Artery Anomalies. *Circulation* 2021;144:983–996.
- Angelini P. Coronary artery anomalies: an entity in search of an identity. *Circulation* 2007;115:1296–1305.
- Angelini P. Normal and anomalous coronary arteries: definitions and classification. *Am Heart J* 1989;117:418–434.
- Alexander RW, Griffith GC. Anomalies of the coronary arteries and their clinical significance. *Circulation* 1956;14:800–805.
- Yuan SM. Anomalous origin of coronary artery: taxonomy and clinical implication. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2014;29:622–629.
- Wilkins CE, Betancourt B, Mathur VS, et al. Coronary artery anomalies: a review of more than 10,000 patients from the Clayton Cardiovascular Laboratories. *Tex Heart Inst J* 1988;15:166–173.
- Pan C, Azhati G, Xing Y, et al. Comparison of congenital coronary artery anomalies between Uyghur and Han: a multi-slice computed tomography study in Xinjiang, China. *Chin Med J (Engl)* 2015;128:15–19.
- Gilan IY, Esen K, Balci Y, Öztürk AH. Prevalence of anomalies and variants of coronary arteries: A single center study by coronary CT angiography. *Clin Imaging* 2025;119:110389.
- Bhatia RT, Forster J, Ackrill M, et al. Coronary artery anomalies and the role of echocardiography in pre-participation screening of athletes: a practical guide. *Echo Res Pract* 2024;11:5.
- Mancinelli A, Golino M, Miglierina E, et al. Three Echocardiographic Signs to Identify Anomalous Origin of the Circumflex Coronary Artery from the Right Sinus of Valsalva: A Case Report. *CASE (Phila)* 2020;4:324–327.
- Bianco F, Colaneri M, Bucciarelli V, et al. Echocardiographic screening for the anomalous aortic origin of coronary arteries. *Open Heart* 2021;8:001495.
- Kardos M, Curione D, Valverde I, et al. Pediatric Cardiovascular Computed Tomography: Clinical Indications, Technique, and Standardized Reporting. Recommendations From the Cardiothoracic Taskforce of the European Society of Pediatric Radiology. *J Thorac Imaging* 2024;39:18–33.
- Kardos M, Valachova J, Fula M, et al. Induced apnea for better CT visualization of coronary arteries in children under 1 year. And is heart rate so essential? *Cor Vasa* 2025;67:422–426.
- Baz RO, Refi D, Scheau C, et al. Coronary Artery Anomalies: A Computed Tomography Angiography Pictorial Review. *J Clin Med* 2024;13:3920.
- Heermann P, Heindel W, Schülke C. Coronary Artery Anomalies: Diagnosis and Classification based on Cardiac CT and MRI (CMR) – from ALCAPA to Anomalies of Termination. *Rofo* 2017;189:29–38.
- Malone LJ, Jadhav SP, Han BK, Sachdeva S. Imaging of common coronary artery anomalies and imaging features important for clinical decision-making. *Pediatr Radiol* 202;55:2303–2313.
- Klein R, Celiker-Guler E, Rotstein BH, deKemp RA. PET and SPECT Tracers for Myocardial Perfusion Imaging. *Semin Nucl Med* 2020;50:208–218.
- Fretay XHD, Boudvillain O, Koutsoukis A, et al. Catheterization Techniques for Anomalous Aortic Origin of Coronary Arteries. *Catheter Cardiovasc Interv* 2025;105:825–837.
- Ben-Dor I, Weissman G, Rogers T, et al. Catheter Selection and Angiographic Views for Anomalous Coronary Arteries: A Practical Guide. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14:995–1008.
- Cheezum MK, Liberthson RR, Shah NR, et al. Anomalous aortic origin of a coronary artery from the inappropriate sinus of valsalva. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:1592–1608.
- Stephens EH, Jegatheeswaran A, Brothers JA, et al. Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery. *Ann Thorac Surg* 2024;117:1074–1086.
- Gaudino M, Di Franco, A, Arbustini, E. et al. Management of Adults With Anomalous Aortic Origin of the Coronary Arteries: State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2023;82:2034–2053.
- Blickenstaff EA, Smith SD, Cetta F, et al. Anomalous Left Coronary Artery from the Pulmonary Artery: How to Diagnose and Treat. *J Pers Med* 2023;13:1561.

24. Suchodolski A, Królikowska M, Kowal A, et al. Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery in adults: a systematic review of clinical presentation, diagnosis, and outcomes. *Int J Cardiovasc Imaging* 2026;42:161–174.
25. Sullivan RT, Gerardin JF, Frommelt PC, Gudausky TM. Congenital Left Coronary Atresia: Diagnostic Pearls and Management Challenges in Two Children Presenting with Syncope. *CASE (Phila)* 2021;5:280–285.
26. Cellina M, Meglio LD, Marziali S, et al. A rare case of congenital atresia of the left main coronary artery. *Radiol Case Rep* 2021;17:232–234.
27. Manes MT, Pavan D, Chiatto M, et al. Fistola coronarica congenita isolata in età adulta: descrizione di un caso e revisione della letteratura [Isolated congenital coronary fistula in adult population: discussion a clinical case and review of current literature]. *Monaldi Arch Chest Dis* 2007;68:235–238.
28. Goo HW. Imaging Findings of Coronary Artery Fistula in Children: A Pictorial Review. *Korean J Radiol* 2021;22:2062–2072.
29. Sinha M, Parashar N, Pandey NN, et al. Supravalvar aortic stenosis: Imaging characteristics and associations on multidetector computed tomography angiography. *J Card Surg* 2021;36:1389–1400.
30. Horenstein MS, Diaz-Frias J, Guillaume M. Tetralogy of Fallot. Online. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513288/>. [citováno 2026-06-17]
31. Koppel CJ, Jongbloed MRM, Kiès P, et al. Coronary anomalies in tetralogy of Fallot - A meta-analysis. *Int J Cardiol* 2020;306:78–85.
32. Lapierre C, Dubois J, Rypens F, et al. Tetralogy of Fallot: Preoperative assessment with MR and CT imaging. *Diagn Interv Imaging* 2016;97:531–541.
33. Pasquali SK, Hasselblad V, Li JS, et al. Coronary artery pattern and outcome of arterial switch operation for transposition of the great arteries: a meta-analysis. *Circulation* 2002;106:2575–2580.
34. Alsoufi B, Awan A, Al-Omrani A, et al. The rastelli procedure for transposition of the great arteries: resection of the infundibular septum diminishes recurrent left ventricular outflow tract obstruction risk. *Ann Thorac Surg* 2009;88:137–142; discussion 142–143.
35. Bacha EA, Nguyen SN, Vanderlaan R, et al. Aortic root translocation (Nikaidoh) procedure for complex transposition of the great arteries with left ventricular outflow tract obstruction. *JTCVS Tech* 2023;22:243–250.
36. Sollie ZW, Kim JY, Kavarana M. Modified Bex-Nikaidoh operation. *JTCVS Tech* 2024;26:86–88.
37. Gorla SR, Thomas A, Singh AP. Pulmonary Atresia With Intact Ventricular Septum. Online. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546666/>. [citováno 2026-06-17].
38. Boucek K, Hlavacek A. The Utility of CT Angiography in Neonates with Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum and Concern for Right Ventricular Dependent Coronary Circulation: Case Series. *Pediatr Cardiol* 2023;44:1342–1349.
39. Nakamura Y, Yashiro M, Uehara R, et al. Epidemiologic features of Kawasaki disease in Japan: results of the 2007–2008 nationwide survey. *J Epidemiol* 2010;20:302.
40. Holman R, Belay E, Christensen K, et al. Hospitalizations for Kawasaki syndrome among children in the United States, 1997–2007. *Pediatr Infect Dis J* 2010;29:483.
41. Newburg J, Takahashi M, Burns J, et al. The treatment of Kawasaki syndrome with intravenous gamma globulin. *N Engl J Med* 1986;315:341–347.
42. Furusho K, Kamiya T, Nakano H, et al. High-dose intravenous gammaglobulin for Kawasaki disease. *Lancet* 1984;2:1055.
43. Newburger JW, Takahashi M, Burns JC, et al. The treatment of Kawasaki syndrome with intravenous gamma globulin. *N Engl J Med* 1986;315:341–347.
44. Fabo P, Olejnik P. Coronary artery aneurysm after Kawasaki disease. *Cardiology Lett* 2022;31:329–333.
45. Majerová L, Olejnik P, Vrsanska V. Diagnosis and treatment of Kawasaki disease in children and its coronary complications. *Pediatrica pre prax* 2018;19:224–228.
46. Singhal M, Pilia RK, Thangaraj A, et al. The value of CT coronary angiography for a comprehensive assessment of left circumflex artery in Kawasaki disease: 9 years of experience from a tertiary center. *Lancet Reg Health Southeast Asia* 2024;29:100471.