



Opredelitev zapletov srčnih kateterizacij pri otrocih v Sloveniji

Definition of the complications of cardiac catheterization in children in Slovenia

Laura Kekec,¹ Rina R Rus,^{2,3} Gorazd Mlakar,^{2,3} Miroslav Elek^{2,3}

Izvelek

Izhodišča: Čeprav so srčne kateterizacije v primerjavi s kardiokirurškimi posegi manj invazivne, imajo manj zapletov, bolniki pa po njih hitreje okrevajo, te niso brez zapletov. Z raziskavo smo želeli ugotoviti značilnosti populacije, najpogostejše patologije, vrste kateterizacij, zaplete pri kateterizacijah v našem centru ter opredeliti morebitne dejavnike tveganja.

Metode: Zbrali smo podatke o vseh pediatričnih srčnih kateterizacijah, opravljenih med junijem 2018 in avgustom 2021. Opredelili smo jih glede na vrsto kateterizacije (diagnostične in terapevtske), težo, starost, spol bolnikov in kompleksnost patologije. Zaplete smo ločili na lažje in težje ter z uporabo Pearsonovega testa hi-kvadrat in testa Mann-Whitney U ugotavljali njihovo povezanost z morebitnimi dejavniki tveganja.

Rezultati: V tem obdobju je bilo opravljenih 191 srčnih kateterizacij (54 diagnostičnih in 137 terapevtskih) pri 175 otrocih, od tega pri 95 dečkih in 80 deklicah. Otroci so bili stari od nekaj ur do 18 let, tehtali so od 2,6 kg do 85,5 kg. Zabeležili smo 9 zapletov, od tega 5 težjih in 4 lažje. Z našo raziskavo nismo dokazali statistično pomembne povezave med dejavniki tveganja (telesna teža, spol, vrsta kateterizacije, starost, kompleksnost patologije) in pojavom zapletov.

Zaključek: Največ kateterizacij je bilo opravljenih pri otrocih, starih med 1 letom in 10 let in tistih, ki so tehtali med 10 in 40 kg. Nekoliko več kateterizacij je bilo opravljenih pri dečkih. Najpogostejše so bile terapevtske kateterizacije. Pojavnost zapletov v našem centru je primerljiva z drugimi centri. Telesna teža, spol, starost otroka, vrsta kateterizacije in kompleksnost patologije v našem centru niso bili statistično značilno povezani s pojavom zapletov ob katerizaciji.

¹ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

² Služba za kardiologijo, Pediatrična klinika Ljubljana, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

³ Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Laura Kekec, e: laura.kekec@gmail.com

Ključne besede: prirojene srčne bolezni; intervencijska kardiologija; izidi; dejavniki tveganja; pediatrija

Key words: congenital heart defect; interventional cardiology; outcomes; risk factors; pediatrics

Prispelo / Received: 7. 10. 2022 | **Sprejeto / Accepted:** 20. 4. 2023

Citirajte kot/Cite as: Kekec L, Rus Rina R, Mlakar G, Elek M. Opredelitev zapletov srčnih kateterizacij pri otrocih v Sloveniji. Zdrav Vestn. 2023;92(9–10):409–19. DOI: <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3390>



Avtorske pravice (c) 2023 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

Abstract

Background: Although cardiac catheterizations are less invasive compared to cardiac surgical procedures, they have fewer complications, and patients recover faster after them, they are not without complications. With our research, we wanted to identify the population's characteristics, the most common pathologies, types of catheterizations, and complications during catheterizations in our centre, and identify possible risk factors.

Methods: We collected data on all pediatric cardiac catheterizations performed between June 2018 and August 2021. We defined them according to the type of catheterization (diagnostic and therapeutic), weight, age, and sex of the patients, and complexity of pathology. Complications were divided into major and minor, and using the Pearson chi-square test and the Mann-Whitney U test, we determined their correlation with the possible risk factors.

Results: During the mentioned period, 191 cardiac catheterizations (54 diagnostic and 137 therapeutic) were performed in 175 children, of which 95 were boys, and 80 were girls. The children were between a few hours and 18 years old and weighed between 2.6 kg and 85.5 kg. We recorded 9 complications; 5 were major and 4 were minor. With our research, we did not demonstrate a statistically significant relationship between risk factors (body weight, sex, type of catheterization, age of patients, complexity of pathology) and the occurrence of complications.

Conclusion: Most catheterizations were performed in children aged between 1 and 10 years and those weighing between 10 and 40 kg. Slightly more catheterizations were performed in boys; the most frequent were therapeutic catheterizations. The incidence of complications in our centre is comparable to other centres. In our centre, we did not determine the correlation between body weight, sex, type of catheterization, age, the complexity of the pathology, and the incidence of complications.

1 Uvod

Kateterizacija srca je poseg, pri katerem operater skozi žilo (arterijo ali veno) vstavi tanko, fleksibilno cev (kateter) do srca. Pri kateterizaciji desnega dela srca se kateter vstavi antegradno skozi veno (pri otrocih večinoma skozi femoralno veno), pri kateterizaciji levega srca pa retrogradno skozi arterijo (pri otrocih večinoma skozi femoralno arterijo). Kateterizacije srca so lahko diagnostične, pri katerih si s pomočjo rentgenskega slikanja in kontrastnega barvila prikažemo strukture, izmerimo tlake, nasičenost krvi s kisikom, ali pa so terapevtske, ko opravimo poseg za razrešitev patološkega stanja, kar v pediatrični kardiologiji pomeni ustvarjanje komunikacije med preddvoroma, zapiranje odprtega Botallovega voda (*angl.* patent ductus arteriosus, PDA), defekta preddvornega pretina (*angl.* atrial septal defect, ASD), odprtega ovalnega okna (*angl.* patent foramen ovale, PFO), defekta prekatnega pretina (*angl.* ventricular septal defect, VSD). Nadalje gre za balonsko dilatacijo zoženih žil in zaklopk, vstavljanje opornic v žilne in srčne strukture ter vstavljanje bioloških zaklopk.

Ker so v primerjavi s kardiokirurškimi operacijami srčne kateterizacije manj invazivne, imajo manj zapletov, bolniki pa hitreje okrevajo, se danes vse pogosteje izvajajo. Prav tako lahko včasih pomenijo začasno izboljšanje srčne napake, s čimer lahko preložimo sicer nujni kirurški poseg na kasnejši čas.

Kljub manj invazivni naravi kateterizacije srca ne potekajo povsem brez zapletov. Raziskave (1-7) so pokazale, da do zapletov pride pri 5,5–19 % pediatričnih srčnih kateterizacij, od tega so zabeležili 1,4–6,2 % težjih, potencialno življenje ogrožajočih in 4,1–16,3 % lažjih zapletov razrešenih z ali brez zdravljenja. Smrtnost zaradi pediatričnih srčnih kateterizacij je 0,14–0,4 % (1-7). Najpogosteje zabeleženi zapleti so motnje srčnega ritma, krvavitve, tromboze žil, embolizacije naprav ter perforiranje srčnih sten ali žil (1-7).

Z raziskavo smo želeli ugotoviti značilnosti populacije, najpogostejše patologije, vrste kateterizacij ter zaplete pri kateterizacijah v našem centru ter opredeliti morebitne dejavnike tveganja.

2 Metode

Naša raziskava je potekala na Službi za kardiologijo Pediatrične klinike v Ljubljani. Retrospektivno smo zbrali podatke o srčnih kateterizacijah iz kartotek otrok z boleznimi srca, starih 0–18 let. V raziskavo smo vključili tiste otroke, ki so imeli opravljeno srčno kateterizacijo med junijem 2018 in avgustom 2021. Kateterizacije smo ločili na diagnostične ter terapevtske. Znotraj vsake skupine smo jih razvrstili v 4 glavne skupine: izolirane cianotične in acianotične prirojene srčne napake (PSN), ki so jasno definirane PSN ali

asociacije napak v literaturi ter kombinirane cianotične in acianotične napake s prisotnostjo vsaj dveh različnih PSN, ki so posamezno opisane v literaturi. Izračunali smo tudi delež, ki ga posamezna patologija ali skupina patologij predstavlja znotraj vrste kateterizacije. Nato smo analizirali posege, ki so bili opravljeni pri terapevtskih kateterizacijah. Razdelili smo jih v 3 glavne skupine: zapiranje z zapirali, balonske dilatacije ter ostale terapevtske kateterizacije. Pri vsaki smo našli opravljene posege, zapisali kolikokrat so bile opravljene in izračunali njihov delež glede na vse opravljene posege v sklopu terapevtskih kateterizacij (pri eni terapevtski kateterizaciji je bilo lahko opravljenih več posegov). Pri zapiranju ASD in/ali PFO smo uporabljali zapirala Amplatzer (Abbott, ZDA), za zapiranje PDA pa MReye Flipper Coil (COOK Medical, ZDA), zapirala Amplatzer PDA (ADO I, ADO II, Piccolo) (Abbott, ZDA). Za atrioseptostomije smo uporabljali atrioseptostomijske balonske katetre Z5 z velikostjo balona 13,5 mm (NuMed, Libanon).

Nato smo se osredinili na število zapletov. Razdelili smo jih na težje in lažje zaplete ter izračunali njihov delež glede na vse zaplete. Po zgledu tuje literature (1,2,7) smo kot težje zaplete opredelili tiste, ki lahko ogrožajo življenje in potrebujejo takojšnje zdravljenje (npr. zapleti, ki potrebujejo interventni ali kirurški poseg, transfuzijo krvi, težje okužbe, težje motnje ritma, ki povzročijo dekompenzacijo), kot lažje zaplete pa tiste, ki življenja ne ogrožajo, ter se razrešijo sami od sebe ali s specifičnim zdravljenjem (na primer krvavitve, ki se ustavijo po nekaj minutah, motnje ritma, ki

prenehajo same od sebe ali po specifičnem zdravljenju in ne povzročajo dekompenzacije). Osredinili smo se na zaplete, ki so nastali zaradi postopka kateterizacije in izločili tiste, ki so nastali kot posledica anestezije. Pri zbiranju vseh naštetih podatkov smo upoštevali tudi vrsto kateterizacije (diagnostična, terapevtska), spol, starost, telesno težo otrok ter kompleksnost patologije in ugotavljali, ali je kateri od teh dejavnikov povezan s pojavom zapletov.

Za izračun statistično značilne povezanosti pojava zapletov z vrsto kateterizacije, spolom in kompleksnostjo patologije smo uporabili Pearsonov test hi-kvadrat, v primeru izračuna statistično značilne povezanosti s starostjo in težo pa Mann-Whitney U test. P-vrednost smo izračunali glede na skupno število zapletov (težjih in lažjih skupaj) v posamezni kategoriji. Za mejo statistične značilnosti smo uporabili vrednost $p < 0,05$.

3 Rezultati

3.1 Populacija

Med junijem 2018 in avgustom 2021 je bilo v našem centru opravljenih 191 srčnih kateterizacij (povprečno 58,8 na leto) pri 175 otrocih, od tega pri 95 dečkih (M) in 80 deklicah (Ž). Otroci so bili stari med nekaj ur do 18 let, mediana starosti je bila 5 let (interkvartilni razmik (IQR) = 9,1 let). Tehtali so med 2,6 kilogramov (kg) in 85,5 kg, mediana telesne teže je bila 17,9 kg (IQR = 31,7 kg) (Tabela 1).

Tabela 1: Značilnosti populacije, pri kateri je bila opravljena kateterizacija srca.

Lastnost	Vrednost	Diagnostične n (%)	Terapevtske n (%)	Skupaj n (%)
Starost	< 1 mesec	3 (5,6)	20 (14,6)	23 (12,0)
	1-11 mescev	9 (16,7)	21 (15,3)	30 (15,7)
	1-9,9 let	24 (44,4)	66 (48,2)	90 (47,1)
	≥ 10 let	18 (33,3)	30 (21,9)	48 (25,1)
Spol	Moški	37 (68,5)	71 (51,8)	108 (56,5)
	Ženski	17 (31,5)	66 (48,2)	83 (43,5)
Telesna teža	< 4 kg	1 (1,9)	21 (15,3)	22 (11,5)
	4-9,9 kg	12 (22,2)	26 (19,0)	38 (19,9)
	10-39,9 kg	23 (42,6)	62 (45,3)	85 (44,5)
	≥ 40 kg	18 (33,3)	28 (20,4)	46 (24,0)

3.1.1 Diagnostične kateterizacije

Vseh opravljenih diagnostičnih kateterizacij je bilo 54 (M:37, Ž:17) pri 49 otrocih (M:33, Ž:16). Ponovna diagnostična kateterizacija je bila potrebna 5-krat, 1-krat pri dekletu ter 4-krat pri fantih (od tega 2-krat pri enem fantu). Otroci so bili stari med 5 dni in 18 let, mediana starosti je bila 6,75 let (IQR = 11,4 let). Tehtali so med 3,9 kg in 80,4 kg, mediana telesne teže je bila 20,7 kg (IQR = 32,9 kg) (Tabela 1).

3.1.2 Terapevtske kateterizacije

Opravljenih je bilo 137 terapevtskih kateterizacij (M:71, Ž:66) pri 127 otrocih (M:63, Ž:64). Ponovnih terapevtskih kateterizacij pri isti osebi je bilo 10, 2-krat pri

dekletih ter 8-krat pri fantih (od tega 2-krat pri istem fantu). Eden od fantov je imel pred tem opravljeno diagnostično kateterizacijo. Otroci so bili stari od nekaj ur do 17 let, mediana starosti je bila 4 leta (IQR = 8,5 let). Tehtali so od 2,6 kg do 85,5 kg, mediana telesne teže je bila 17,2 kg (IQR = 30,0 kg) (Tabela 1).

3.2 Začetne patologije

3.2.1 Diagnostične kateterizacije

Tabela 2 prikazuje vrste srčnih napak pri otrocih, pri katerih je bila opravljena diagnostična kateterizacija. 32 kateterizacij je bilo opravljenih pri otrocih z izolirano srčno napako ter 22 kateterizacij pri otrocih s kombinirano srčno napako.

Tabela 2: Začetne patologije pacientov, pri katerih je bila opravljena diagnostična kateterizacija.

PATOLOGIJA	MOŠKI SPOL n (%)	ŽENSKI SPOL n (%)	SKUPAJ n (%)
Izolirane cianotične napake	8 (24,2)	6 (37,5)	14 (28,6)
HLH	7 (21,2)	1 (6,3)	8 (16,3)
Truncus arteriosus	0	3 (18,8)	3 (6,1)
TOF	0	2 (12,5)	2 (4,1)
TGA	1 (3,0)	0	1 (2,0)
Izolirane acianotične napake	11 (33,3)	5 (31,3)	16 (32,7)
Koarktacija aorte	4 (12,1)	0	4 (8,1)
VSD	3 (9,1)	0	3 (6,1)
Bolezni koronarnih arterij	1 (3,0)	2 (12,5)	3 (6,1)
PDA	1 (3,0)	1 (6,3)	2 (4,1)
ASD/PFO	0	1 (6,3)	1 (2,0)
AVSD	1 (3,0)	0	1 (2,0)
Stenoza AZ	1 (3,0)	0	1 (2,0)
PAPVC	0	1 (6,3)	1 (2,0)
Kombinirane cianotične napake	7 (21,2)	3 (18,8)	10 (20,4)
Kombinirane acianotične napake	7 (21,2)	2 (12,5)	9 (18,4)
SKUPAJ	33 (100,0)	16 (100,0)	49 (100,0)

Legenda: HLH – hipoplastično levo srce (*angl.* hypoplastic left heart); TOF – tetralogija Fallot (*angl.* tetralogy of Fallot); TGA – transpozicija velikih arterij (*angl.* transposition of great arteries); VSD – defekt prekatnega pretina (*angl.* ventricular septal defect); PDA – odprt Botallov vod (*angl.* patent ductus arteriosus); ASD – defekt preddvornega pretina (*angl.* atrial septal defect); PFO – odprto ovalno okno (*angl.* patent foramen ovale); AVSD – atrioventrikularni septalni defekt (*angl.* atrioventricular septal defect); AZ – aortna zaklopka; PAPVC – delni anomalni pulmonalni venozni vtok (*angl.* partial anomalous pulmonary venous connection).

Tabela 3: Začetne patologije bolnikov, pri katerih je bila opravljena terapevtska kateterizacija.

PATOLOGIJA	MOŠKI SPOL n (%)	ŽENSKI SPOL n (%)	SKUPAJ n (%)
Izolirane cianotične napake	7 (11,1)	5 (7,8)	12 (9,4)
TGA	3 (4,8)	2 (3,1)	5 (3,9)
DORV	2 (3,2)	1 (1,6)	3 (2,4)
TOF	0	1 (1,6)	1 (0,8)
HLH	1 (1,6)	0	1 (0,8)
Truncus arteriosus	1 (1,6)	0	1 (0,8)
Pulmonalna atrezija	0	1 (1,6)	1 (0,8)
Izolirane acianotične napake	43 (68,3)	47 (73,4)	90 (70,9)
ASD/PFO	12 (19,0)	20 (31,2)	32 (25,2)
PDA	7 (11,1)	13 (20,3)	20 (15,7)
Stenoza AZ	9 (14,3)	5 (7,8)	14 (11,0)
Stenoza PZ	10 (15,9)	4 (6,3)	14 (11,0)
Koarktacija aorte	3 (4,8)	4 (6,3)	7 (5,5)
Stenoza aortnega loka	2 (3,2)	0	2 (1,6)
Interupcija aortnega loka	0	1 (1,6)	1 (0,8)
Kombinirane cianotične napake	10 (15,9)	6 (9,4)	16 (12,6)
Kombinirane acianotične napake	3 (4,8)	6 (9,4)	9 (7,1)
SKUPAJ	63 (100,0)	64 (100,0)	127 (100,0)

Legenda: TGA – transpozicija velikih arterij (*angl.* transposition of great arteries); DORV – desni prekat z dvojnimi iztokom (*angl.* double outlet right ventricle); TOF – tetralogija Fallot (*angl.* tetralogy of Fallot); HLH – hipoplastično levo srce (*angl.* hypoplastic left heart); ASD – defekt predvornega pretina (*angl.* atrial septal defect); PFO – odprto ovalno okno (*angl.* patent foramen ovale); PDA – odprt Botallov vod (*angl.* patent ductus arteriosus); AZ – aortna zaklopka; PZ – pljučna zaklopka.

3.2.2 Terapevtske kateterizacije

Tabela 3 prikazuje vrste srčnih napak pri otrocih, pri katerih je bila opravljena terapevtska kateterizacija. 110 kateterizacij je bilo opravljenih pri otrocih z izolirano srčno napako ter 27 kateterizacij pri otrocih s kombinirano srčno napako.

3.3 Posegi v sklopu terapevtskih kateterizacij

V sklopu 137 terapevtskih kateterizacij je bilo opravljenih 143 posegov. Podrobneje so posegi v sklopu terapevtskih kateterizacij prikazani v Tabeli 4.

3.4 Zapleti

Tabela 5 prikazuje število zapletov glede na vrsto kateterizacije, starost, spol, telesno težo ter kompleksnost patologije. Ugotovili smo, da pojav zapletov ni povezan z naštetimi dejavniki tveganja ($p > 0,05$).

3.4.1 Težji zapleti

Dvakrat smo zabeležili embolizacijo zapirala ob zapiranju ASD. V enem primeru je bilo potrebno zapiralo odstraniti iz femoralne arterije kirurško, v drugem primeru pa s katetrom, kar pomeni 5,9-odstotno pogostost

Tabela 4: Posegi, opravljeni v sklopu terapevtskih kateterizacij.

POSEG	MOŠKI SPOL n (%)	ŽENSKI SPOL n (%)	SKUPAJ n (%)
Zapiranje z zapirali	24 (32,9)	37 (52,9)	61 (42,7)
Zapiranje ASD/PFO	13 (17,8)	21 (30,0)	34 (23,8)
Zapiranje PDA	8 (11,0)	15 (21,4)	23 (16,1)
Zapiranje fenestracije	1 (1,4)	1 (1,4)	2 (1,4)
Zapiranje leve VCS	1 (1,4)	0	1 (0,7)
Zapiranje MAPCA	1 (1,4)	0	1 (0,7)
Balonske dilatacije	35 (48,0)	25 (35,7)	60 (42,0)
Balonska dilatacija PZ	11 (15,1)	11 (15,7)	22 (15,4)
Balonska dilatacija AZ	12 (16,4)	5 (7,1)	17 (11,9)
Balonska dilatacija koarktacije aorte	4 (5,5)	4 (5,7)	8 (5,6)
Balonska dilatacija pljučnih arterij	2 (2,7)	4 (5,7)	6 (4,2)
Balonska dilatacija aortnega loka	3 (4,1)	1 (1,4)	4 (2,8)
Balonska dilatacija homografa	2 (2,7)	0	2 (1,4)
Balonska dilatacija neoaorte	1 (1,4)	0	1 (0,7)
Ostalo	14 (19,2)	8 (11,4)	22 (15,4)
Balonska atrioseptostomija	11 (15,1)	7 (10,0)	18 (12,6)
Vstavitev Melody (pljučne) zaklopke	1 (1,4)	1 (1,4)	2 (1,4)
Odstranitev zapirala	1 (1,4)	0	1 (0,7)
Vstavitev opornice v homograft	1 (1,4)	0	1 (0,7)
SKUPAJ	73 (100,0)	70 (100,0)	143 (100,0)

Legenda: ASD – defekt predvernega pretina (*angl.* atrial septal defect); PFO – odprto ovalno okno (*angl.* patent foramen ovale); PDA – odprt Bottalov vod (*angl.* patent ductus arteriosus); VCS – vena cava superior; MAPCA – velike aortopulmonalne kolateralne arterije (*angl.* major aortopulmonary collateral arteries); PZ – pljučna zaklopka; AZ – aortna zaklopka.

(95-odstotni interval zaupanja (IZ): 0,7–19,7 %) premla zapirala pri tem posegu. Zabeležili smo tudi težjo krvavitev s potrebo po transfuziji krvi (pogostost 0,5 %, 95 % IZ: 0,01–2,9 %) in okužbo zaradi katere je otrok potreboval dvotirno antibiotično zdravljenje (0,5 % pogostost, 95 % IZ: 0,01–2,9 %), do obeh zapletov je prišlo po diagnostičnih kateterizacijah. Ob balonski atrioseptostomiji je enkrat prišlo do perforiranja s srčno tamponado, pri kateri je bilo nujno treba izvesti urgentni kirurški poseg (0,5 % pogostost, 95 % IZ: 0,01–2,9 %).

3.4.2 Lažji zapleti

V dveh primerih smo zabeležili motnjo ritma po tipu SVT (supraventrikularna tahikardija) (1,1 % pogostost,

95 % IZ: 0,1–3,7 %), do teh je prišlo ob diagnostični kateterizaciji in ob balonski dilataciji koarktacije aorte. Zabeležili smo eno lažjo krvavitev z mesta vboda (0,5 % pogostost, 95 % IZ: 0,01–2,9 %), ter en zdrs žice v perikardialni prostor brez registriranega jasnega perikardialnega izliva (0,5 % pogostost, 95 % IZ: 0,01–2,9 %), do obeh je prišlo med balonsko dilatacijo pljučne zaklopke (PZ).

3.5 Izvajalci kateterizacij

V našem centru so večino kateterizacij izvedli trije različni pari zdravnikov. Par A je izvedel 88 kateterizacij, pri katerih je prišlo do 5 zapletov (3 lažjih in 2 težjih). Par B je izvedel 86 kateterizacij, pri katerih je prišlo do 4

Tabela 5: Število zapletov glede na vrsto kateterizacije, starost, spol, telesno težo in kompleksnost patologije.

Dejavnik tveganja	Vrednost	Težji zapleti n (%) OR (95% IZ)	Lažji zapleti n (%) OR (95% IZ)	Skupaj zapleti n (%) OR (95% IZ)	Vse kateterizacije
Vrsta kateterizacije <i>p</i> = 0,730	Diagnostične	2 (3,7) 1,72 (0,28-10,58)	1 (1,9) 0,84 (0,09-8,28)	3 (5,6) 1,28 (0,31-5,33)	54
	Terapevtske	3 (2,2) 1 (referenca)	3 (2,2) 1 (referenca)	6 (4,4) 1 (referenca)	137
Starost <i>p</i> = 0,086	< 1 mesec	1 (4,3) 1 (referenca)	2 (8,7) 1 (referenca)	3 (13,0) 1 (referenca)	23
	1-11 mesecev	2 (6,7) 1,57 (0,13-18,48)	1 (3,3) 0,36 (0,03-4,26)	3 (10,0) 0,74 (0,14-4,06)	30
	1-9,9 let	1 (1,1) 0,25 (0,01-4,11)	1 (1,1) 0,12 (0,01-1,36)	2 (2,2) 0,15 (0,02-0,97)	90
	≥ 10 let	1 (2,1) 0,47 (0,03-7,83)	0	1 (2,1) 0,14 (0,01-1,45)	48
Spol <i>p</i> = 0,530	Moški	3 (2,8) 1,16 (0,19-7,09)	3 (2,8) 2,34 (0,24-22,94)	6 (5,6) 1,57 (0,38-6,47)	108
	Ženski	2 (2,4) 1 (referenca)	1 (1,2) 1 (referenca)	3 (3,6) 1 (referenca)	83
Telesna teža <i>p</i> = 0,088	< 4 kg	1 (4,5) 1 (referenca)	2 (9,1) 1 (referenca)	3 (13,6) 1 (referenca)	22
	4-9,9 kg	2 (5,3) 1,17 (0,1-13,66)	1 (2,6) 0,27 (0,02-3,17)	3 (7,9) 0,54 (0,1-2,96)	38
	10-39,9 kg	1 (1,2) 0,25 (0,02-4,16)	1 (1,2) 0,12 (0,01-1,38)	2 (2,4) 0,15 (0,02-0,98)	85
	≥ 40 kg	1 (2,2) 0,47 (0,03-7,83)	0	1 (2,2) 0,14 (0,01-1,44)	46
Patologija <i>p</i> = 0,186	Izolirana napaka	2 (1,4) 0,22 (0,04-1,35)	3 (2,1) 1,04 (0,11-10,2)	5 (3,5) 0,41 (0,11-1,6)	142
	Kombinirana napaka	3 (6,1) 1 (referenca)	1 (2,0) 1 (referenca)	4 (8,1) 1 (referenca)	49

Legenda: OR – razmerje oboj; IZ – interval zaupanja. P-vrednost smo izračunali glede na skupno število zapletov (težjih in lažjih skupaj) v posamezni kategoriji. Za mejo statistične značilnosti smo uporabili vrednost $p < 0,05$.

zapletov (2 lažjih in 2 težjih). Par C je izvedel 4 kateterizacije, zapletov ni bilo. 5 kateterizacij je bilo izvedenih s strani ostalih zdravnikov, zapletov ni bilo.

4 Razprava

Med julijem 2018 in avgustom 2021 smo na Pediatrični kliniki UKC Ljubljana opravili 191 srčnih kateterizacij. Tako kot v mnogih drugih centrih (3,5,7,8) so tudi pri nas prevladovali terapevtski posegi. Vitiello in sodelavci (2) so ugotavljali, da se je delež terapevtskih

posegov v njihovem centru s 14 % povečal na 43 % leta 1987 do 1993, kar bi lahko pomenilo pomik v smer terapevtskih kateterizacij z leti, vendar obstaja tudi nekaj novejših raziskav, ki porasta terapevtskih kateterizacij niso potrdile (1,4).

Diagnostične kateterizacije so se pogosteje opravile pri fantih, medtem ko je bilo pri terapevtskih kateterizacijah razmerje med spoloma enako. Podatkov o razmerju med spoloma posebej pri diagnostičnih in terapevtskih kateterizacijah v literaturi nismo zasledili, je pa večina centrov poročala, da je bilo razmerje med spoloma pri

vseh opravljenih kateterizacijah enako (2,3).

Starost otrok, pri kateri je bila kateterizacija najpogosteje izvedena, je bila 1–10 let. Naši podatki so primerljivi z nekaterimi drugimi centri. Bergersen in sodelavci (5) so poročali, da je bilo 33 % diagnostičnih kateterizacij opravljenih pri otrocih starih nad 10 let in 30 % pri tistih, ki so bili stari 1–10 let. 42 % terapevtskih kateterizacij je bilo opravljenih pri otrocih, starih 1–10 let. Ravndal in sodelavci (3) so prav tako ugotavljali, da je bilo 50,7 % kateterizacij opravljenih pri otrocih, starih 1–10 let. Prav tako so bile v našem centru kateterizacije najpogosteje izvedene pri otrocih, ki so tehtali 10–40 kg, kar sovpađa s starostjo, v kateri je bilo izvedenih največ kateterizacij. Podobno so opisovali Ravndal in sodelavci (3), ki so ugotavljali, da je bilo 61,8 % vseh kateterizacij opravljenih pri otrocih, ki so tehtali nad 10 kg. Razlog za najpogostejše število kateterizacij v obdobju 1–10 let je najverjetneje v tem, da pri otrocih s prirojenimi srčnimi napakami v tem obdobju najpogosteje nastopi čas za dodatne invazivne preiskave zaradi spremljanja stanja ali pred načrtovanim kirurškim posegom. Prav tako je potrebno s terapevtskim ukrepom pravočasno popraviti patologijo, ki lahko sicer kasneje pomembno ogrozi srce. Če je le mogoče, se določenih invazivnih posegov, kot so zapiranje ASD, vstavljanje žilnih opornic ali implantacija pljučne zaklopke pri mlajših otrocih izogibamo, ker so zapleti pogostejši (1-3,6-9), prav tako lahko implantirani material otrok preraste in mu ta povzroča težave.

Najpogostejši patologiji pri diagnostični kateterizaciji sta bili izolirana acianotična in izolirana cianotična srčna napaka. Izolirane napake sicer lažje opredelimo z drugimi neinvazivnimi metodami, medtem ko kompleksne prirojene srčne napake ali asociacije napak navadno zahtevajo dodatne invazivne preiskave. Omenjeno večjo pogostost lahko morda pripišemo temu, da so izolirane napake tako na splošno kot v naši populaciji bolj pogoste kot kombinirane. V naši skupini bolnikov se je diagnostična kateterizacija najpogostejše izvajala pri otrocih z diagnozo hipoplastično levo srce (*angl.* hypoplastic left heart, HLH). Yilmazer in sodelavci (1) so opazili, da sta v njihovem centru VSD in tetralogija Fallot (*angl.* tetralogy of Fallot, TOF) najpogostejši patologiji, medtem ko so Bergersen in sodelavci (5,6) poročali o večjem deležu kompleksnih srčnih napak. Slednje je torej najverjetneje odvisno od pojavnosti določenih prirojenih srčnih napak in izkušenj posameznega centra.

Terapevtsko kateterizacijo so imeli v skoraj 3 četrtinah primerov otroci z izolirano acianotično srčno napako. Najpogostejše patologije, pri katerih je bila opravljena terapevtska kateterizacija, smo zasledili le v 1 raziskavi, v kateri so jih opravili pri 61 % kompleksnih

in 34 % izoliranih napak (5), Mori in sodelavci pa so poročali, da je 83,2 % vseh kateterizacij bilo opravljenih pri kompleksnih patologijah (4). Razlike v izkušnjah so najverjetneje odvisne tudi od definicije skupin patologij, saj, medtem ko smo jih mi delili le na izolirane in kombinirane, so jih nekateri delili na izolirane in kompleksne srčne napake ter tiste brez strukturne napake (4), ali še na več skupin (5). V skoraj polovici opravljenih terapevtskih kateterizacij pri nas (42,7 %) je šlo za zapiranje napak z zapirali (zapiranje ASD/PFO in PDA). Balonska dilatacija PZ in aortne zaklopke (AZ) ter balonska atrioseptomija so bili opravljeni pri večini ostalih primerov (42 %). Pri nekaterih centrih so prevladovali posegi zapiranja ASD in PDA (3,5), pri drugih pa balonske dilatacije zaklopk, predvsem PZ (1).

Med vsemi opravljenimi kateterizacijami smo ugotavljali 9 (4,7 %) zapletov. Glede na število opravljenih kateterizacij to pomeni 95-odstotni interval zaupanja med 2,1 % in 8,8 %, kar je na spodnji meji pogostosti zapletov nekaterih drugih centrov, ki izvajajo pediatrične kateterizacije srca (1-7), kjer navajajo, da je pogostost med 5,5 % in 19 %. Pri lažjih zapletih ugotavljamo 2,1-odstotno pogostost (95 % IZ 0,6–5,3 %) kar je nekoliko manj v primerjavi s tujimi centri (med 4,1 % in 16,3 %) (1-7). Pri težjih zapletih, ki smo jih zabeležili 2,6 % (95 % IZ 0,9–6,0 %), ugotavljamo podobno pogostost kot pri tujih centrih (med 1,4 % in 6,2 %) (1-7). Do smrti zaradi kateterizacij je po tujih podatkih prišlo v 0,14 % do 0,4 % (1-7), medtem ko pri nas smrtnega primera k sreči nismo beležili.

V našem centru smo med zapleti najpogosteje zabeležili motnje ritma, krvavitve in embolizacijo zapirala ob zapiranju ASD, medtem ko so v tuji literaturi med zapleti najpogosteje omenjene motnje ritma ter žilne tromboze (1-5,7). Pogosti zapleti so tudi poškodbe žil in miokarda ter manjše krvavitve (3,4).

Verjetnost, da bo prišlo do premika zapirala pri zapiranju ASD, je glede na tuje podatke od 0,2 % pa do 9,4 % (povprečno 4,46 %) (1,10-13), pri nas pa smo ugotavljali verjetnost za premik zapirala pri tem posegu 5,9 %. Nižja verjetnost premika zapirala je bila v raziskavah, v katerih so bili vključeni tudi odrasli, oziroma v raziskavah, pri katerih je bila povprečna starost bolnikov višja. Pri nas je do premika prišlo pri 2 bolnikih, starih 8 in 16 let. Večji delež embolizacij so opazili v raziskavah, v katerih je bil vzorec vseh primerov zapiranj ASD manjši in so bila uporabljena druga zapirala, kot jih uporabljamo v našem centru (1,10). Z boljšo izbiro bolnikov, ustreznih za transkatetrsko zapiranje ASD, kot tudi z boljšo izbiro velikosti zapirala lahko zmanjšamo število zapletov, prav tako pa se z večanjem števila izvedenih kateterizacij

povečujejo tudi izkušnje operaterjev.

Težjo krvavitev smo kot zaplet zabeležili v 0,5 %, medtem ko se je v drugih centrih pojavila v 0,01 % do 0,1 % (povprečno 0,04 %) (2,5-7). Interval zaupanja med 0,01 % in 2,9 % kaže na pogostost omenjenega zapleta znotraj mej pogostosti drugih centrov. Do težje krvavitve je prišlo pri 2-mesečnem otroku, ki je tehtal 6,3 kg. Pri takšnem otroku že manjša količina izgubljene krvi pomeni večji delež glede na celoten volumen krvi v telesu, zato je pri teh otrocih prej potrebna transfuzija. Pogostost manjših krvavitev je bila v našem centru 0,5 %, kar je podobno kot v drugih centrih, kjer je bila pogostost manjših krvavitev med 0,2 % in 0,6 % (povprečno 0,46 %) (2,4-7).

Do perforacije stene srca in tamponade med balonsko atrioseptostomijo, ki je poseg z visokim tveganjem za omenjeni zaplet, je prišlo v našem centru v enem primeru, kar predstavlja 0,5 % delež vseh primerov. Po podatkih tujih raziskav je do hujših perforacij sten srca prišlo med 0,04 % in 0,35 % (povprečno 0,15 %) primerov (2,4-7). Prav tako je do zapleta prišlo pri nekaj ur staremu otroku, ki je tehtal 3,4 kg, pri katerem so srčne strukture manjše in so kateterizacije tehnično težje. Balonska atrioseptostomija je sicer precej invaziven, ne povsem kontroliran in visoko tvegani katetrski poseg. V enem primeru je prišlo do perforacije srčne stene z minimalnim izlivom in brez nadaljnjih zapletov, kar pri nas pomeni pogostost 0,5 %. V drugih centrih so lažje perforacije srca opisovali v 0,05 % do 0,16 % primerov (povprečno 0,1 %) (2,5-7). Glede na interval zaupanja (v obeh primerih med 0,01 % in 2,9 %) se deleža ujemata s pogostostjo v drugih centrih.

Medtem ko so drugi centri navajali pogostost okužb med 0,02 % in 0,1 % (povprečno 0,06 %) (5,6), je do okužbe kateterizacijskega mesta prišlo pri enem bolniku (0,5 % vseh kateterizacij) kar je glede na interval zaupanja med 0,01 % in 2,9 % podobno kot v drugih centrih. Število okužb je nizko, saj so vsi otroci pred posegom dobili preventivni odmerek antibiotika.

Pogostost pojava SVT med kateterizacijami v drugih centrih je bila med 0,2 % in 0,6 % (povprečno 0,43 %) (1,2,7), pogostost pojava motenj ritma (v obeh primerih SVT) v našem centru pa je bila 1,0 %, z intervalom zaupanja med 0,1 % in 3,7 %, kar ustreza izkušnjam drugih centrov.

Pri diagnostičnih kateterizacijah je bila pojavnost zapletov 5,6 %, pri terapevtskih pa 4,4 %, torej je verjetnost za pojav zapletov pri obeh vrstah kateterizacij podobna ($p = 0,730$). Naše ugotovitve se ujemajo z raziskavami nekaterih tujih centrov (7), medtem ko drugi centri navajajo povečano verjetnost za zaplete pri terapevtskih

posegih (1-3,5,6). Mehta in sodelavci so navajali večjo pojavnost težjih zapletov pri terapevtskih posegih, medtem, ko pojavnost lažjih zapletov ni bila povezana z vrsto kateterizacije (7). Pojavnost zapletov v našem centru prav tako ni bila povezana z vrsto terapevtskega posega. V tuji literaturi so največ zapletov opažali pri balonski dilataciji aorte ali aortne zaklopke (1,2). Razliko morda razloži to, da v našem centru za balonske dilatacije uporabljamo le balone z nizkim pritiskom (Tyshak balloon catheter, NuMed, Libanon), medtem ko drugi centri niso navedli materialov. Prav tako ugotavljamo, da pojavnost zapletov ni povezana s spolom, zaplete smo ugotavljali pri 5,6 % vseh fantov in 3,6 % vseh deklet ($p = 0,530$). Ponovno se ugotovitve razlikujejo glede na center, nekateri so ugotavljali večjo pojavnost zapletov pri moškem spolu (7), drugi razlik v pojavnosti zapletov med spoloma niso opažali (1). Statistično značilnih razlik v pojavu zapletov glede na starost ($p = 0,086$) in težo ($p = 0,088$) sicer nismo ugotavljali, opazimo pa lahko, da so se zapleti nekoliko večkrat pojavili pri mlajših in lažjih otrocih. Pri mlajših od 1 meseca so se pojavili pri 13,0 %, pri starih od 1 do 11 mesecev pri 10,0 %, medtem, ko je pri otrocih, starih 1 leto ali več, prišlo do zapletov le pri 2,1 %. Razlog je najverjetneje ta, da so otroci teh starosti lažji in manjši, žilne in srčne strukture so manjše, zato je posege tehnično težje izvesti. Prav tako so pri kompleksnejših napakah kateterizacije potrebne v mlajšem obdobju, kar pri teh otrocih morda še dodatno poveča verjetnost za zaplete. Opažali smo tudi, da so se zapleti pojavili pri 13,6 % vseh otrok, lažjih od 4 kg, ter 8,3 % otrok, težkih od 4 kg do 9,9 kg (skupaj pri 10,3 % otrok, lažjih od 10 kg), pri težkih 10 kg ali več pa le pri 2,4 %. Kljub temu statistično značilnih razlik glede pogostejšega pojavljanja zapletov pri lažjih otrocih nismo uspeli dokazati. Povečano verjetnost za zaplete pri otrocih, mlajših od 1 mesca ali mlajših od 2 let, ter pri otrocih, ki so lažji od 4 kg ali lažji od 10 kg, so ugotavljali tudi drugi centri (1-3,6-9). Zaplete smo ugotavljali pri 3,5 % vseh otrok z izolirano ter pri 8,1 % otrok s kombinirano prirojeno napako, statistično značilne razlike v pogostosti zapletov glede na kompleksnost patologije pa nismo ugotovili. Podobno so Mori in sodelavci (4) ugotavljali pogostost zapletov pri 5,6 % bolnikov s kompleksno in 7,4 % otrok z izolirano prirojeno srčno napako, statistično značilnih razlik med temi niso ugotavljali, medtem ko so Bergersen in sodelavci (6) ugotavljali prisotnost zapletov pri 18 % otrok z izolirano napako, 25 % otrok s kompleksno napako z enim prekatoma in 26 % otrok s kompleksno napako z dvema prekatoma. Vzrok za razlike med centri so lahko različne definicije patologij, saj smo jih mi ločevali na izolirane in kombinirane,

omenjena centra pa na izolirane in kompleksne. Prav tako je lahko vzrok razlik način beleženja zapletov, saj so tako Mori in sodelavci in Bergersen in sodelavci (4,6) podatke beležili prospektivno, medtem ko smo jih mi retrospektivno. Pogostost zapletov v našem centru prav tako ni bila povezana z izvajalci kateterizacij.

4.1 Omejitve in možne izboljšave raziskave

Glavna omejitev naše raziskave je, da je vzorec otrok, pri katerih so bile opravljene kateterizacije, majhen. Primerjava z nekaterimi drugimi centri je lahko slabša zaradi morebitnih različnih tehnik in materialov ter različnih definicij skupin začetnih patologij in zapletov. Obstajajo lahko tudi razlike o vključevanju dogodkov med zaplete. Nekateri centri so med zaplete vključili tudi prehodne aritmije, katerih pri naši raziskavi nismo vključevali, prav tako nismo evidentirali števila manjših hematomov, kar je morda prispevalo k nižji pojavnosti lažjih zapletov. Razlike v deležu nekaterih zapletov lahko pripišemo tudi retrospektivnemu zbiranju podatkov.

Za boljšo primerjavo s tujimi centri bi bilo potrebno imeti večje število opravljenih kateterizacij. Po vzoru nekaterih drugih raziskav (5,6,9) bi lahko v prihodnosti proučili povezanost drugih dejavnikov s pojavom zapletov. Kot dejavnike bi lahko upoštevali oceno tveganosti posega, oceno tveganosti glede na patologijo, ali je kateterizacija urgentna ali elektivna, čas trajanja kateterizacije in fluoroskopije, količino kontrasta ter hemodinamske kazalce ranljivosti bolnika. Za popolno oceno pojava zapletov bi vključili še zaplete zaradi anestezije. Za lažjo

primerjavo s tujimi centri bi lahko zaplete razdelili v več skupin glede na resnost zapleta (zanemarljiv, lažji, srednje težek, težek, usoden) (3,5,6) kar pri sedanjem majhnem številu kateterizacij in zapletov ni bilo smiselno. S prospektivno zasnovano raziskavo bi lahko ciljano zbrali več podatkov, ki bi bili tudi bolj natančno zapisani.

5 Zaključek

V naši raziskavi smo predstavili vse opravljene kateterizacije na Pediatrični kliniki v Ljubljani med junijem 2018 in avgustom 2021. Razdelili smo jih na diagnostične in terapevtske ter identificirali vse opravljene posege pri terapevtskih kateterizacijah. Rezultati kažejo, da v našem centru prevladujejo terapevtske kateterizacije. Največ kateterizacij je bilo opravljenih pri otrocih, starih med 1 in 10 let ter težkih med 10 in 40 kg. Nekoliko več kateterizacij je bilo opravljenih pri dečkih.

Zaplete smo razvrstili na lažje in težje. Ugotovili smo, da je pojavnost zapletov v našem centru primerljiva z drugimi centri. Telesna teža, spol, starost otroka, vrsta kateterizacije in kompleksnost patologije v našem centru niso bili statistično značilno povezani s pojavom zapletov ob katerizaciji.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Zahvala

Zahvaljujemo se doc. dr. Ivanu Verdeniku, univ. dipl. ing., za nasvete pri statističnih izračunih.

Literatura

1. Yilmazer MM, Üstoyol A, Güven B, Öner T, Demirpençe S, Doksöz O, et al. Complications of cardiac catheterization in pediatric patients: a single center experience. *Turk J Pediatr.* 2012;54(5):478-85. PMID: 23427510
2. Vitiello R, McCrindle BW, Nykanen D, Freedom RM, Benson LN. Complications associated with pediatric cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32(5):1433-40. DOI: 10.1016/S0735-1097(98)00396-9 PMID: 9809959
3. Ravndal ME, Christensen AH, Døhlen G, Holmstrøm H. Paediatric cardiac catheterisation in Norway: rates and types of complications in new terms. *Cardiol Young.* 2017;27(7):1329-35. DOI: 10.1017/S1047951117000208 PMID: 28270245
4. Mori Y, Takahashi K, Nakanishi T. Complications of cardiac catheterization in adults and children with congenital heart disease in the current era. *Heart Vessels.* 2013;28(3):352-9. DOI: 10.1007/s00380-012-0241-x PMID: 22457096
5. Bergersen L, Marshall A, Gauvreau K, Beekman R, Hirsch R, Foerster S, et al. Adverse event rates in congenital cardiac catheterization - a multi-center experience. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75(3):389-400. PMID: 19885913
6. Bergersen L, Gauvreau K, Jenkins KJ, Lock JE. Adverse event rates in congenital cardiac catheterization: a new understanding of risks. *Congenit Heart Dis.* 2008;3(2):90-105. DOI: 10.1111/j.1747-0803.2008.00176.x PMID: 18380758
7. Mehta R, Lee KJ, Chaturvedi R, Benson L. Complications of pediatric cardiac catheterization: a review in the current era. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;72(2):278-85. DOI: 10.1002/ccd.21580 PMID: 18546231
8. Rhodes JF, Asnes JD, Blaufox AD, Sommer RJ. Impact of low body weight on frequency of pediatric cardiac catheterization complications. *Am J Cardiol.* 2000;86(11):1275-8. DOI: 10.1016/S0002-9149(00)01221-2 PMID: 11090810
9. Lin CH, Hegde S, Marshall AC, Porras D, Gauvreau K, Balzer DT, et al. Incidence and management of life-threatening adverse events during cardiac catheterization for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2014;35(1):140-8. DOI: 10.1007/s00246-013-0752-y PMID: 23900744
10. Chessa M, Carminati M, Butera G, Bini RM, Drago M, Rosti L, et al. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(6):1061-5. DOI: 10.1016/S0735-1097(02)01711-4 PMID: 11897451

11. Levi DS, Moore JW. Embolization and retrieval of the Amplatzer septal occluder. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;61(4):543-7. DOI: [10.1002/ccd.20011](https://doi.org/10.1002/ccd.20011) PMID: [15065154](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15065154/)
12. Turner DR, Owada CY, Sang CJ, Khan M, Lim DS. Closure of Secundum Atrial Septal Defects With the AMPLATZER Septal Occluder: A Prospective, Multicenter, Post-Approval Study. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(8):e004212. DOI: [10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004212](https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004212) PMID: [28801537](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28801537/)
13. Abaci A, Unlu S, Alsancak Y, Kaya U, Sezenoz B. Short and long term complications of device closure of atrial septal defect and patent foramen ovale: meta-analysis of 28,142 patients from 203 studies. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;82(7):1123-38. DOI: [10.1002/ccd.24875](https://doi.org/10.1002/ccd.24875) PMID: [23412921](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23412921/)