

# Transkateterski kardiološki zahvati u djece u Kliničkom bolničkom centru Rijeka: retrospektivna studija

## Transcatheter Cardiac Procedures in Children in Clinical Hospital Centre Rijeka: Retrospective Study

Ivana Starčević<sup>1</sup>, Kristina Lah Tomulić<sup>1, 2\*</sup>, Aleksandar Ovuka<sup>3</sup>, Jurica Jambrović<sup>3</sup>, Neven Čače<sup>3</sup>

**Sažetak. Cilj:** Kateterizacije srca postale su standard u dijagnostici i liječenju djece s prirođenom srčanom greškom i adekvatno zamjenjuju operativne zahvate na otvorenom srcu. Cilj ovog rada je analizirati kateterizacije srca učinjene u pedijatrijskoj populaciji u Kliničkom bolničkom centru Rijeka. **Ispitanici i metode:** Ova retrospektivna studija obuhvatila je svu djecu od 0 do 18 godina, koja su zbog bilo kojeg razloga imala indikaciju za kateterizaciju srca u periodu od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2021. Podatci su dobiveni iz informatičkog bolničkog sustava (IBIS) i povijesti bolesti ispitanika. Analizirani su spol i dob ispitanika, broj i vrsta kateterizacije, vrste intervencija te komplikacije nakon zahvata. **Rezultati:** U promatranom šestogodišnjem periodu učinjene su 183 kateterizacije srca kod 175-ero djece – 78 (42,6 %) je bilo dijagnostičkih, a 105 (57,4 %) intervencijskih. Od ukupnog broja kateterizacija 78 (43 %) ih je učinjeno kod djevojčica. U dobnoj skupini djece mlađe od 10 godina učinjeno je 108 kateterizacija (59 %), od toga najviše u dojenčadi (N = 25 ili 13,7 %). Transkatetersko zatvaranje defekta atrijskog septuma bio je najčešći intervencijski zahvat (N = 85, 47,2 %). Komplikacije su bile rijetke (N = 10, 5,5 %), a smrtnih slučajeva nije bilo. **Zaključak:** Zadnjih godina smanjuje se broj dijagnostičkih kateterizacija s istovremenim povećavanjem broja intervencijskih. Kateterizacije srca u djece u Kliničkom bolničkom centru Rijeka zahvati su s izrazito malim postotkom komplikacija i rezultatima koji se podudaraju s onima iz drugih europskih centara.

**Ključne riječi:** dijete; kateterizacija srca; prirođena srčana greška

**Abstract. Aim:** Cardiac catheterizations have become the standard in the diagnosis and treatment of children with congenital heart defects and are adequately replacing open heart surgery. This paper aims to analyse cardiac catheterizations performed in the paediatric population at the Rijeka Clinical Hospital Centre. **Subjects and methods:** This retrospective study included all children aged 0-18 years, who for any reason had an indication for cardiac catheterization in the period from January 1, 2016 to December 31, 2021. The data were obtained from the hospital information system (IBIS) and the subjects' medical history. The gender and age of the subjects, number and type of catheterization, types of interventions and complications per procedure were analysed. **Results:** In the last six years, 183 cardiac catheterizations were performed in 175 children; 78 (42.6%) were diagnostic, and 105 (57.4%) were interventional. Of the total catheterizations, 78 (43%) were performed on girls. In the age group of children younger than 10 years, 108 catheterizations (59%) were performed, of which the majority were in infants (N=25 or 13.7%). The most common intervention was transcatheter closure of the atrial septal defect (N=85, 47.2%). Complications were rare (N=10, 5.5%), with no deaths. **Conclusion:** In recent years, the number of diagnostic catheterizations has decreased while the number of interventional catheterizations has increased simultaneously. Cardiac catheterizations in children at Clinical Hospital Centre Rijeka are procedures with an extremely low percentage of complications and results that match those of other European centres.

**Keywords:** cardiac catheterization; child; heart defects, congenital

<sup>1</sup>Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet Rijeka, Rijeka, Hrvatska

<sup>2</sup>KBC Rijeka, Klinika za pedijatriju, Odjel intenzivnog liječenja djece, Rijeka, Hrvatska

<sup>3</sup>KBC Rijeka, Klinika za pedijatriju, Odjel za pedijatrijsku kardiologiju i endokrinologiju, Rijeka, Hrvatska

**\*Dopisni autor:**

Doc. dr. sc. Kristina Lah Tomulić, dr. med.  
KBC Rijeka, Klinika za pedijatriju,  
Odjel intenzivnog liječenja djece  
Vjekoslava Dukića 7, 51000 Rijeka, Hrvatska  
E-mail: kristina.lah.tomulic@uniri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

## UVOD

### Pregled razvoja dječje interventne kardiologije u svijetu i Republici Hrvatskoj

U brojnim kliničkim bolničkim centrima u svijetu, naročito tijekom zadnjih desetak godina, provodi se sve veći broj intervencijskih kardioloških kateterizacija u djece i odraslih. Intervencijske kateterizacije čine većinu pedijatrijskih kateterizacija srca i adekvatno zamjenjuju kardiokirurške operacije.

Kateterizacije srca u djece u Kliničkom bolničkom centru Rijeka zahvati su s izrazito malim postotkom komplikacija i rezultatima koji se podudaraju s onima iz drugih europskih centara.

S druge strane, broj dijagnostičkih kateterizacija smanjuje se zahvaljujući napretku tehnologije i sve boljoj kvaliteti neinvazivnih dijagnostičkih metoda kao što su ehokardiografija, kompjutorizirana tomografija i magnetska rezonancija srca<sup>1,2</sup>. Mnoge jednostavne prirodne srčane greške, kao što su koarktacije aorte, defekti atrijskog i ventrikularnog septuma i perzistentni arterijski duktusi, mogu se učinkovito liječiti putem intervencijskih postupaka. Isto tako, gotovo sva suženja zalisaka, koja su se unazad nekoliko godina liječila isključivo operativno, danas se uspješno rješavaju intervencijskim putem.

Pionir u intervencijskoj kardiologiji bio je mladi, tada 24-godišnji njemački liječnik Werner Forssman koji je 1929. sam sebi postavio kateter od 4 F putem kubitalne vene u desnu pretklijetku (na oko 65 cm dubine) i prikazao ga radiološki<sup>3</sup>. Zbog neprihvatanja njegove dijagnostičke metode od kolega, Forssman nije nastavio s daljnjim istraživanjem. Ipak, gotovo 27 godina kasnije (1956.), zajedno s kolegama A. Courmandom i D. W. Richardsom dobio je Nobelovu nagradu za medicinu ili fiziologiju. Rubio Alvarez i suradnici su 1953. u Meksiku izvijestili o prvoj transkateterskoj intervenciji prirodne srčane greške, kada su pomoću modificiranog ureteralnog katetera izveli plućnu valvulotomiju. Postupak su izveli kod 10-mjesečnog djeteta sa stenozom pulmonalnog zaliska, pri čemu je gradijent tlaka smanjen sa 72 mmHg na

59 mmHg, što je rezultiralo kliničkim poboljšanjem simptoma<sup>4,5</sup>. Desetljeće kasnije, radiolozi Dotter i Judkins koristili su čvrste cilindrične dilatatore za širenje aterosklerotskih lezija. Iako je njihov zahvat više bio povezan s perifernom vaskularnom kirurgijom nego s kardiologijom, postupak je koristio nekiruršku tehniku za otvaranje stenotičnih lezija i postigao široku primjenu<sup>6</sup>. Rashkind i Miller 1966. prvi su put izveli balonsku atrioseptostomiju u novorođenčeta s do tada smrtonosnom transpozicijom velikih arterija<sup>7</sup>. Ovaj zahvat označio je pravi početak pedijatrijske intervencijske kardiologije i postavio temelje za sve buduće intrakardijalne intervencijske zahvate. Porstmann i suradnici su 1967. prvi izveli okluziju perzistentnog arterijskog duktusa<sup>8</sup>. Sljedeći veliki napredak u pedijatrijskoj intervencijskoj kardiologiji napravili su 1974. King i Mills, a ubrzo i 1975. Rashkind transkateterskim zatvaranjem atrijskog septalnog defekta<sup>9,10</sup>. Godine 1982. Kan i suradnici prvi su uspješno izveli balonsku dilataciju kongenitalne stenoze pulmonalne valvule. Ovaj je postupak od tada postao prva metoda intervencije za stenozirane pulmonalne i aortalne zaliske<sup>11</sup>. Transluminalnu balonsku angioplastiku u novorođenčeta s koarktacijom aorte učinili su prvi put 1981. Singer i suradnici<sup>12</sup>.

Profesorica Šik, zajedno s profesorima Ivanijem, Oberhoferom i Gvozdanovim, izvela je prvu kateterizaciju srca u Hrvatskoj u Kardiološkom laboratoriju Medicinskog fakulteta u Zagrebu na Rebru 1950. godine<sup>13</sup>. Na Klinici za dječje bolesti Kliničkog bolničkog centra Rijeka 1967. se uvodi invazivna kardijalna dijagnostika (kateterizacija i angiokardiografija) u svrhu prepoznavanja prirođenih srčanih grešaka<sup>14</sup>. V. Ahel je 1976. izveo prvi interventni kardiološki zahvat u djeteta, i to balonsku atrioseptostomiju<sup>14</sup>. Balonska valvuloplastika pulmonalne stenoze prvi je put u KBC-u Rijeka izvedena 1978., a izveo ju je Ahel sa suradnicima<sup>14</sup>. Godine 2003. V. Ahel i N. Čače sa suradnicima transkateterskim su putem Amplatzerovim kišobranom zatvorili defekt septuma atrija<sup>15</sup>. Prvu dilataciju koarktacije aorte napravili su isti pedijatrijski kardiolozi 2004. godine<sup>15</sup>. Transkatetersko zatvaranje ventrikulskog septalnog defekta prvi su u Hrvatskoj 2018. izveli N. Čače i A. Ovuka u KBC-u Rijeka. Prvo postavljanje stenta u koarkta-

ciju aorte 2021. godine učinili su također Čače i Ovuka u Rijeci.

Danas je KBC Rijeka jedan je od vodećih centara u Hrvatskoj u iskustvu i broju provedenih kateterizacija srca u djece. Pedijatrijski kardiolozi provode u našoj ustanovi i transkatetersko zatvaranje perzistentnog foramena ovale i atrijskih septalnih defekata i u odraslih.

Cilj je ovog rada utvrditi indikacije, trend i karakteristike djece kod kojih je učinjena kateterizacija srca na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2021. te ispitati demografske, kao i kliničke osobitosti bolesnika, odrediti ukupan broj kateterizacija, broj intervencijskih i dijagnostičkih kateterizacija te analizirati komplikacije. Dobiveni rezultati uspoređeni su s rezultatima iz drugih nacionalnih i internacionalnih centara.

#### ISPITANICI I METODE

Ispitanici su sva djeca kod koje je zbog bilo kojeg razloga učinjena kateterizacija srca u periodu od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2021., a bila su obrađivana ili liječena na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka. U ispitivanje su uključena sva djeca u dobi od 0 do 18 godina.

U ovom retrospektivnom istraživanju analizirani su podatci prikupljeni iz elektronske medicinske dokumentacije integriranog bolničkog informacijskog sustava (IBIS) i povijesti bolesti ispitanika. Podatci koji su analizirani, jesu dob i spol ispitanika, indikacija za kateterizaciju srca, broj dijagnostičkih i intervencijskih kateterizacija, analiza intervencijskih kardioloških zahvata te analiza komplikacija tijekom i nakon kateterizacije. Ako je kateterizacija bila i dijagnostička i intervencijska, pribrojena je u skupinu intervencijskih kateterizacija.

Postupci istraživanja provedeni su u skladu s etičkim standardima povjerenstva KBC-a Rijeka i najnovijom revizijom Helsinške deklaracije. Budući da je ovo istraživanje retrospektivno i anonimno, a informacije koje mogu otkriti identitet ispitanika nigdje nisu navedene, nije bio potreban informirani pristanak ispitanika i roditelja/skrbnika.

Za ovo istraživanje dobivena je suglasnost Etičkog povjerenstva KBC-a Rijeka (Klasa: 003-05/22-1/21; Urudžbeni broj: 2170- 29-02/1-21-2).

#### Statistika

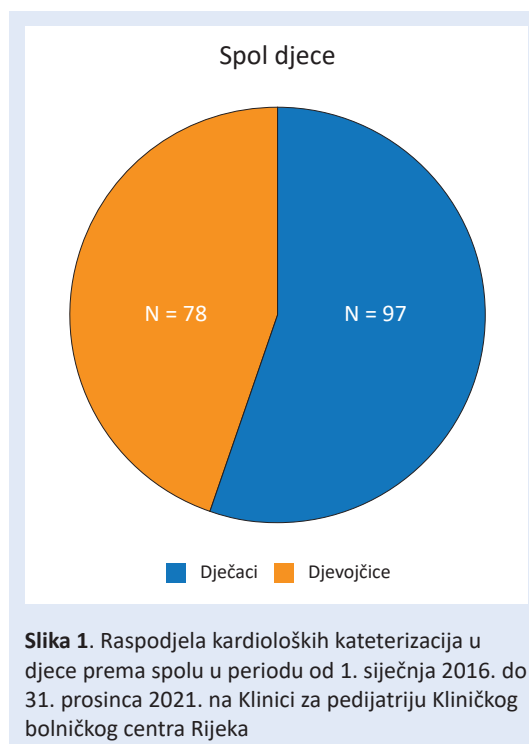
Podatci prikupljeni tijekom navedenih šest godina uneseni su u proračunske tablice računalnog programa *Microsoft Office Excel*. Zatim su podatci obrađeni putem statističkog programa *MATLAB R2019b*, a dobiveni rezultati opisani su metodama deskriptivne statistike.

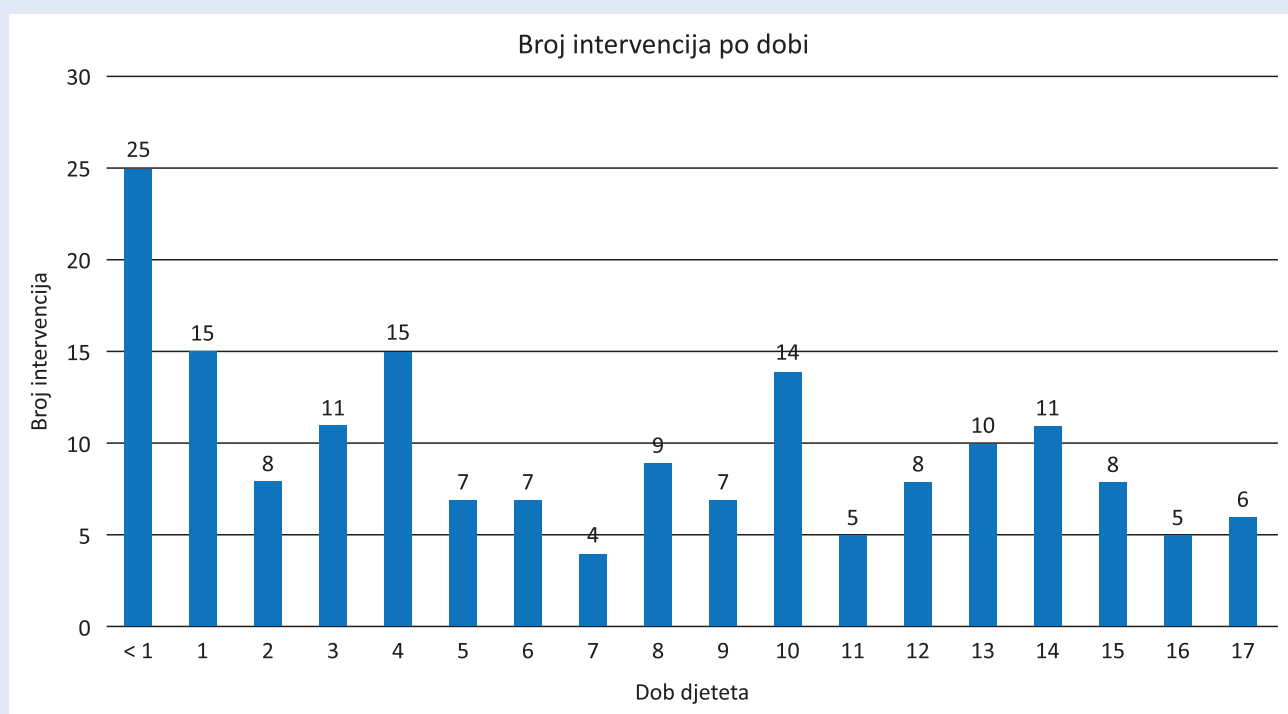
#### REZULTATI

U razdoblju od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2021. na Klinici za pedijatriju Kliničkog bolničkog centra Rijeka provedene su 183 kateterizacije srca u 175-ero djece. U petero djece obavljena su dva ili više zahvata.

Kateterizacija srca učinjena je u 97 dječaka (55 %) i 78 djevojčica (45 %) (Slika 1). Srednja dob ispitanika bila je  $7,1 \pm 5,4$  godina (raspon 6 dana – 18 godina). Medijan dobi bio je 6,0 godina.

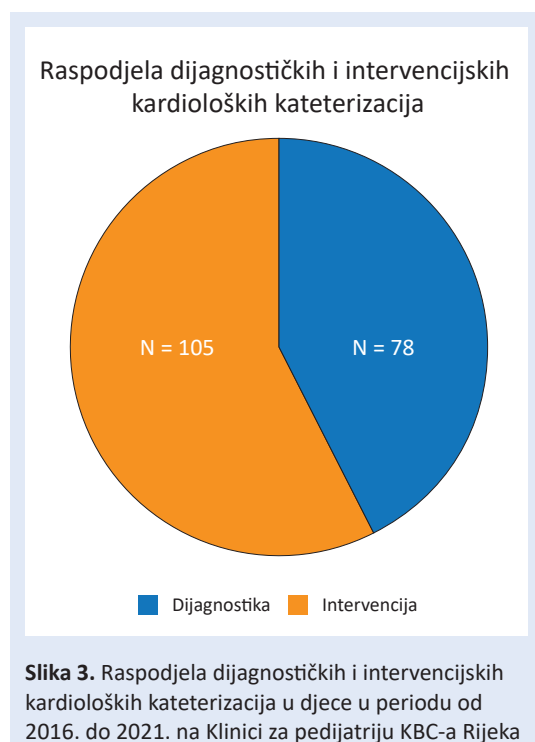
Najveći broj kateterizacija učinjen je u najmlađoj dobnoj skupini, tj. u djece mlađe od 12 mjeseci (25 ili 13,7 %), 150 kateterizacija učinjeno je u djece starije od 12 mjeseci (85,7 %). Kateterizacije srca češće su u dobnoj skupini djece mlađe od 9 godina života u usporedbi sa starijom djecom (108 ili 59 %). Raspodjela broja kateterizacija srca po dobi prikazana je na slici 2.





**Slika 2.** Prikaz broja djece po dobi kod kojih je učinjena kateterizacija srca u šestogodišnjem razdoblju (2016. – 2021.) na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka

Od ukupnog broja kateterizacija, 78 (42,6 %) je bilo dijagnostičkih, a 105 (57,4 %) intervencijskih (Slika 3).



**Slika 3.** Raspodjela dijagnostičkih i intervencijskih kardioloških kateterizacija u djece u periodu od 2016. do 2021. na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka

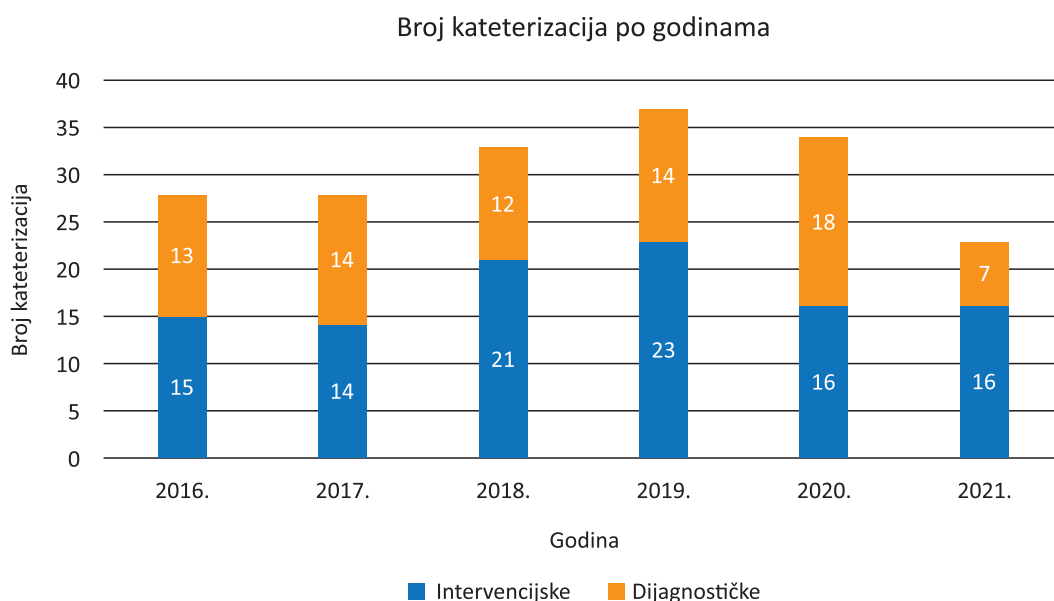
Atrijski septalni defekt (ASD) najčešća je prirođena srčana greška u djece kod koje je u ispitivanom razdoblju učinjena kateterizacija srca (N = 75, 42,9 %). Sljedeći po učestalosti je perzistentni arterijski duktus (PDA) (N = 29, 16,6 %). Kod troje djece (1,71 %) kateterizacijom je isključena srčana greška (Tablica 1).

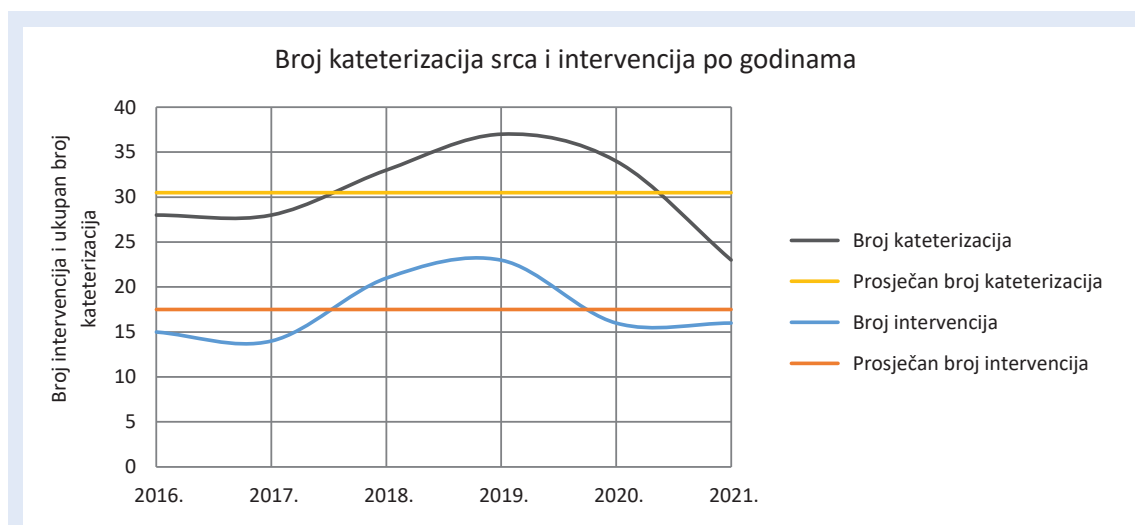
Od ukupno 105 intervencijskih kardioloških zahvata u djece, u ispitivanom razdoblju najčešći je bio transkatetersko zatvaranje ASD-a (N = 50, 47,6 %) i transkatetersko zatvaranje PDA (N = 29, 27,6 %). Ostali zahvati bili su dilatacija pulmonalne stenoze balonom Tyshak II (N = 10, 9,5 %), dilatacija i/ili postavljanje stenta kod nativnih koarktacija i rekoarktacija aorte (N = 8, 7,6 %), transkatetersko zatvaranje perzistentnog forame-na ovale (N = 4, 3,8 %), transkatetersko zatvaranje ventrikularnog septalnog defekta (N = 3, 2,9 %) i dilatacija aortalne stenoze (N = 1, 1 %) (Tablica 1).

Najveći broj kateterizacija učinjen je 2019. godine, kada su učinjene 23 intervencijske i 14 dijagnostičkih kateterizacija. Najmanji broj kateterizacija učinjen je 2021. (16 intervencijskih i 7 dijagnostičkih kateterizacija) (Slika 4). Ukupan broj kateterizaci-

**Tablica 1.** Prirođene srčane greške kod kojih je učinjena kateterizacija srca i intervencijski kardiološki zahvati u djece u periodu od 2016. do 2021. na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka

| Dijagnoza                             | N<br>175 | %<br>100 | Naziv intervencijskog zahvata                         | N<br>105 | %<br>100 |
|---------------------------------------|----------|----------|-------------------------------------------------------|----------|----------|
| Atrijski septalni defekt              | 75       | 42,9     | Transkatetersko zatvaranje ASD-a <sup>1</sup>         | 50       | 47,6     |
| Perzistentni arterijski duktus        | 29       | 16,6     | Transkatetersko zatvaranje PDA <sup>2</sup>           | 29       | 27,6     |
| Ventrikularni septalni defekt         | 24       | 13,7     | Dilatacija PS-a <sup>3</sup> balonom Tyshak II        | 10       | 9,5      |
| Koarktacija aorte                     | 9        | 5,1      | Dilatacija i postavljanje stenta kod CoA <sup>5</sup> | 8        | 7,6      |
| Pulmonalna stenoza                    | 6        | 3,4      | Transkatetersko zatvaranje PFO-a <sup>5</sup>         | 4        | 3,8      |
| Perzistentni foramen ovale            | 5        | 2,9      | Transkatetersko zatvaranje VSD-a <sup>6</sup>         | 3        | 2,9      |
| Atriventrikularni septalni defekt     | 5        | 2,9      | Dilatacija AS-a <sup>7</sup>                          | 1        | 1        |
| Fallotova tetralogija                 | 5        | 2,9      |                                                       |          |          |
| Zajednički arterijski trunkus         | 3        | 1,7      |                                                       |          |          |
| Transpozicija velikih krvnih žila     | 3        | 1,7      |                                                       |          |          |
| Dvostruki izlaz iz desne komore       | 2        | 1,1      |                                                       |          |          |
| Aortalna stenoza                      | 2        | 1,1      |                                                       |          |          |
| Pulmonalna atrezija                   | 1        | 0,6      |                                                       |          |          |
| Sindrom hipoplastičnog lijevog srca   | 1        | 0,6      |                                                       |          |          |
| Parcijalni anomalni utok plućnih vena | 1        | 0,6      |                                                       |          |          |
| Trikuspidalna insuficijencija         | 1        | 0,6      |                                                       |          |          |
| Uredan nalaz                          | 3        | 1,7      |                                                       |          |          |

<sup>1</sup>atrijski septalni defekt, <sup>2</sup>perzistentni ductus arteriosus, <sup>3</sup>pulmonalna stenoza, <sup>4</sup>koarktacija aorte, <sup>5</sup>perzistentni foramen ovale,<sup>6</sup>ventrikularni septalni defekt, <sup>7</sup>aortalna stenoza**Slika 4.** Broj kateterizacija srca u djece po godinama od 2016. do 2021. na Klinici za pedijatriju KBC-a Rijeka



**Slika 5.** Broj kateterizacija srca u djece i broj intervencija u odnosu na prosječan broj kateterizacija i intervencija u KBC-u Rijeka u razdoblju od 2016. do 2021.

**Tablica 2.** Komplikacije nakon kateterizacije srca u djece u razdoblju od 2016. – 2021. u KBC-u Rijeka

| Komplikacija nakon kateterizacije                                   | N<br>183 | %<br>100 |
|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Značajnije krvarenje na mjestu punkcije                             | 4        | 2,2      |
| SVT <sup>1</sup>                                                    | 3        | 1,6      |
| VES <sup>2</sup>                                                    | 2        | 1,1      |
| Fiksacija stenta i žice u papilarnom aparatu trikuspidalnog zaliska | 1        | 0,5      |

<sup>1</sup>supraventrikularna paroksizmalna tahikardija, <sup>2</sup>ventrikularne ekstrasistole

ja i broj interventnih kateterizacija po godinama ne odstupa statistički značajno od prosječnog broja interventnih kateterizacija, što smo dokazali testom  $hi^2$  ( $p > 0,05$ ) (Slika 5).

U ispitivanom razdoblju zabilježena je pojava komplikacija kod desetero djece (5,5 %) tijekom ili neposredno nakon kateterizacije (Tablica 2). U četvero djece javilo se značajnije krvarenje na mjestu punkcije (2,2 %), u troje djece prolazna supraventrikularna paroksizmalna tahikardija (1,6 %) i u dvoje djece prolazne ventrikularne ekstrasistole (1,1 %). Navedene komplikacije nisu zahtijevale dodatne intervencije i spontano su regredirale. U jednog djeteta došlo je do fiksacije stenta i žice vodilice u papilarnom aparatu trikuspidalnog zaliska (0,5 %), što je zahtijevalo kardio-kirurški zahvat u KBC-u Zagreb, koji je protekao bez dodatnih komplikacija.

## RASPRAVA

Područje pedijatrijske intervencijske kardiologije značajno je napredovalo u posljednjih 20 godina<sup>16</sup>. Interventni kardiološki zahvati postupno su zamijenili kardiokirurške u liječenju brojnih prirodnih srčanih grešaka – kao što su defekti atrijskog i ventrikularnog septuma, prirodne koarktacije aorte, perzistentni *ductus arteriosus* te aortne i pulmonalne stenozе<sup>17</sup>. Razvojem neinvazivnih dijagnostičkih metoda poput ehokardiografije i magnetske rezonancije uloga kateterizacije srca izgubila je svoj značaj u dijagnostici prirodnih srčanih grešaka i preusmjerila se ili na detaljnu procjenu hemodinamskih parametara ili provođenje različitih intervencijskih postupaka<sup>16</sup>.

U ovom retrospektivnom istraživanju analizirani su podatci 175-ero djece kod koje je u periodu od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2021. napravljena kateterizacija srca u KBC-u Rijeka. U analiziranom šestogodišnjem razdoblju napravljene su ukupno 183 kateterizacije srca, što znači da su kod neke djece napravljene dvije ili više kateterizacija.

Analizom ispitanika prema spolu rezultati našeg istraživanja pokazuju da je nešto veći broj kateterizacija napravljen kod dječaka (55 %) u odnosu na djevojčice (45 %). Dobiveni rezultati koreliraju sa sličnim svjetskim, europskim i hrvatskim istraživanjima<sup>18-22</sup>.

Veći broj ispitanika nalazi se u dobnoj skupini od 0 do 9 godina ( $N = 108$ , 61,7 %) u odnosu na dje-

cu stariju od 10 godina ( $N = 67$ , 38,3 %). Analizirajući broj kateterizacija za svaku godinu zasebno, najveći broj kateterizacija učinjen je u djece mlađe od 12 mjeseci ( $N = 25$ , 14,3 %). Istraživanje provedeno na Odjelu za pedijatriju Sveučilišne bolnice u Oslu pred 10 godina (2010. – 2015.) ima nešto drukčiji udio kateterizacija prema dobim skupinama – veći je postotak kateterizacija učinjen u dojenčadi (32,2 %), sličan postotak u skupini djece od 1 do 9 godina (50,7 %), dok je preostalih 17,1 % napravljeno kod djece u skupini starijoj od 10 godina<sup>21</sup>. Ovu razliku možemo objasniti time što se, ako je moguće, većina hitnih i visokorizičnih kateterizacija srca u novorođenčadi obavlja u pedijatrijskim kardiokirurškim centrima i time se povećava šansa za preživljavanjem životno ugrožene djece. U hemodinamski nestabilne novorođenčadi u našoj ustanovi izvode se hitni intervencijski kardiološki zahvati i liječenje koje će osigurati hemodinamsku stabilnost (atrioseptotomija po Ruschindu, intenzivno liječenje) i potencijalno omogućiti transport do hrvatskog pedijatrijskog kardiokirurškog centra u Kliničkom bolničkom centru Zagreb.

Od ukupno 183 kateterizacije, 105 je bilo intervencijskih (57,4 %), a ostale su bile dijagnostičke. U istraživanju provedenom na Odjelu za pedijatriju Sveučilišne bolnice u Oslu (2010. – 2015.) od ukupno 1318 kateterizacija napravljenih kod 941 bolesnika, 68 % je bilo intervencijskih, što je nešto veći postotak nego u našem istraživanju<sup>21</sup>. Iako se radi o značajno većem broju provedenih kateterizacija, veći postotak intervencijskih zahvata također se može objasniti prisustvom pedijatrijskog kardiokirurškog centra u toj ustanovi, što omogućuje obavljanje i visokorizičnih intervencija i kardiokirurški zahvat u slučaju pojave komplikacija. Istraživanje provedeno u Referentnom centru za pedijatrijsku kardiologiju Republike Hrvatske u periodu od 1996. do 2009. pokazuje da se broj intervencijskih kateterizacija u KBC-u Zagreb povećavao s 12,5 % 1996. na 32,9 % 2009. godine<sup>22</sup>. Uspoređujući naše rezultate s navedenim (57,4 % intervencijskih zahvata), možemo zaključiti da je trend broja interventnih kardioloških zahvata u odnosu na dijagnostičke i u Hrvatskoj u značajnom porastu. U našem istraživanju tijekom šestogodišnjeg razdoblja vidi se

porast broja kateterizacija do 2019. godine, nakon čega dolazi do pada u broju učinjenih zahvata. Uzrok tome je najvjerojatnije pandemija COVID-19 tijekom koje se svugdje u svijetu bilježi značajan pad broja dijagnostičkih i intervencijskih kateterizacija u djece<sup>23</sup>. U navedenom razdoblju nema statistički značajnog odstupanja tijekom godina u odnosu na prosječan broj kateterizacija i intervencija ( $p > 0,05$ ). Treba svakako uzeti u obzir da je u našem istraživanju obuhvaćeno razdoblje od svega šest godina te da bi u istraživanju

**Intervencijski kardiološki zahvati u djece češći su od dijagnostičkih. Najčešći intervencijski kardiološki zahvati jesu zatvaranja defekta septuma atrija i perzistentnog arterijskog duktusa.**

koje bi se provelo kroz duže vremensko razdoblje, rezultati mogli biti drugačiji.

U našem istraživanju najčešće dijagnoze kod kojih je učinjena kateterizacija srca, bile su ASD (42,9 %), PDA (16,6 %) i VSD (13,7 %). Kateterizacija srca kod bolesnika s dijagnozama ASD i PDA učinjena je u svrhu intervencijskog zahvata i definitivnog liječenja, tj. trajnog zatvaranja šanta. Kardiokirurško liječenje i dalje ostaje metoda izbora za zatvaranje većine VSD-a, što ovisi o lokaciji samog defekta<sup>24-27</sup>. Gotovo sve kateterizacije srca u djece s VSD-om u našem istraživanju bile su dijagnostičke, tri su bile intervencijske.

Promatrajući isključivo intervencijske kardiološke zahvate u ispitivanom razdoblju ( $N = 105$ ), transkatetersko zatvaranje ASD-a (47,6 %) i zatvaranje PDA (27,6 %) najčešći su intervencijski postupci u djece koji su se izvodili u KBC-u Rijeka. Ostali intervencijski kardiološki postupci u djece bili su dilatacija PS-a balonom Tyshak II (9,5 %), dilatacija i postavljanje stenta kod koarkatacije aorte (7,6 %), transkatetersko zatvaranje PFO-a (3,8 %), transkatetersko zatvaranje VSD-a (2,9 %) i dilatacija AS-a (1 %). Ahel i suradnici u svom istraživanju provedenom u KBC-u Rijeka od 1978. do 2008. navode ukupno 351 intervencijski zahvat: atrioseptostomije ( $N = 168$ , 47,9 %), zatvaranje ASD-a ( $N = 92$ , 26,2 %), zatvaranje PDA ( $N = 41$ , 11,7 %), dilatacije PS-a ( $N = 35$ , 9,9 %) te dilatacije CoA ( $N = 15$ , 4,3 %)<sup>28</sup>. U norveškom

istraživanju tijekom petogodišnjeg perioda u kojem su ukupno napravljene 1 004 intervencije, najveći broj zahvata čini transkatetersko zatvaranje PDA (18,5 %), nakon čega slijedi transkatetersko zatvaranje ASD-a (16,2 %) te dilatacija pulmonalne valvule (11 %) (18). U istraživanju provedenom u svim kardiološkim laboratorijima u Poljskoj u periodu od 2009. do 2018. navodi se da je od ukupnog broja interventnih kardioloških zahvata (N = 17 054) najviše napravljeno transkateterskih zatvaranja ASD-a i PDA<sup>29</sup>.

Komplikacije koje se javljaju tijekom kateterizacije srca, mogu biti poremećaji srčanog ritma i vaskularne komplikacije. Najčešće se opisuju krvarenja na mjestu punkcije, lokalni i retroperitonealni hematomi, pseudoaneurizme, arteriovenske fistule, tromboze i ishemije donjeg ekstremiteta<sup>16</sup>. U velikoj studiji provedenoj prije više od 15 godina koju su proveli Mechta i suradnici na 11 073 djeteta podvrgnuta kateterizaciji srca, bilo je 7,3 % komplikacija unutar 24 sata od kateterizacije, a mortalitet je iznosio 0,23 %. Faktori rizika za razvoj komplikacija bili su loše opće stanje bolesnika, dob < 6 mjeseci i muški spol<sup>17</sup>. Aritmije koje nastaju tijekom kateterizacije, obično su inducirane mehaničkim podražajima katetera i najčešće su prolazne. Vaskularne komplikacije uključuju oštećenje krvnih žila kateterom, obično na mjestu punkcije. Po život opasne komplikacije koje su opisane tijekom kateterizacije, jesu perforacije miokarda ili koronarnih arterija te razvoj srčane tamponade, što zahtijeva hitan operativni zahvat. U ozbiljne komplikacije ubraja se formiranje tromba i embolizacija čije je stvaranje potaknuto stranim tijelima, stoga je nužno prije početka arterijske kateterizacije srca započeti terapiju heparinom 50 do 100 UI/kg u svrhu prevencije razvoja tromboze<sup>16</sup>. Razvojem tehnologije, unapređenjem medicinskih uređaja prilagođenih i vrlo maloj djeci i kontinuiranom edukacijom medicinskog tima postotak komplikacija postaje sve niži<sup>18</sup>. Komplikacije su češće u intervencijskim nego u dijagnostičkim kateterizacijama<sup>18</sup>. U našem istraživanju, iako većinu zahvata čine intervencijske kateterizacije, postotak komplikacija niži je nego u istraživanjima objavljenim prije više od 10 godina (7,3 % naspram 5,8 %). Osim u jednom slučaju, regredirale su spontano i bez posljedica.

Novija istraživanja o komplikacijama u pedijatrijskoj populaciji vezanim uz pedijatrijske kateterizacije srca nisu objavljena. Kako bi se mogli adekvatno uspoređivati rezultati, potrebno je provesti prospektivno, multicentrično istraživanje na značajno većem broju ispitanika.

## ZAKLJUČAK

U KBC-u Rijeka izvode se u djece intervencijski kardiološki zahvati koji adekvatno zamjenjuju kardiokirurške operacije – smanjuje se broj dijagnostičkih kateterizacija s istovremenim povećavanjem broja intervencijskih. Kateterizacije srca u djece u KBC-u Rijeka zahvati su s izrazito malim postotkom komplikacija i rezultatima koji se podudaraju s onima iz drugih europskih centara.

**Izjava o sukobu interesa:** Autori izjavljuju kako ne postoji sukob interesa.

## LITERATURA

1. Krasemann T, Butera G, Thomson J, Chessa M, Bokenkamp R. AEPC recommendations for training in interventional catheterisation for CHD. *Cardiol Young* 2023;22:1-8.
2. Liu Y, Chen S, Zühlke L, Black GC, Choy M, Li N et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970–2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol* 2019;48:455-463.
3. Meyer JA, Werner Forssmann and catheterization of the heart, 1929. *Ann Thorac Surg* 1990;49:497-499.
4. Rubio Álvarez V, Limón Lasson R, Soni J. Valvulotomías intracardíacas por medio de un catéter. *Arch Inst Cardiol Mex* 1953;3:183-192.
5. Syamasundar Rao P. Historical Aspects of Transcatheter Treatment of Heart Disease in Children. *Pediat Therapeut* 2012;5:2.
6. Mullins CE. History of Pediatric Interventional Catheterization: Pediatric Therapeutic Cardiac Catheterizations. *Paediatr Cardiol* 1998;19:3-7.
7. Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *JAMA* 1966;196:991-992.
8. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Der Verschluss des Ductus arteriosus persistens ohne thorakotomie. *Thoraxchirurgie* 1967;15:109-203.
9. King TD, Mills NL. Nonoperative closure of atrial septal defects. *Surgery* 1974;75:383-388.
10. Rashkind WJ. Experimental transvenous closure of atrial and ventricular septal defects. *Circulation* 1975;52:2-8.
11. Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary-valve stenosis. *N Engl J Med* 1982;26:540-542.
12. Singer MI, Rowen M, Dorsey TJ. Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J* 1982;103:131-132.

13. Marinović B, Malčić I, Gjergja Z, Šarić D. Stanje i perspektive pedijatrijske intervencijske kardiologije u Republici Hrvatskoj. *Paediatr Croat* 2003;47:9-15.
14. Ahel V. 50 godina dječje bolnice „Kantrida“. Rijeka: Naklada Vitagraf, 2003.
15. Kučić J. Prilozi za povijest riječke kardiologije i interne medicine. Rijeka: Naklada Val, 2013.
16. Pishgoo B, Shahmoradi A, Asadian L. Cardiac Catheterization and Intervention in Pediatric Cardiac Disease: A Narrative Review of Current Indications, Techniques, and Complications. *J Pediatr Rev* 2017;5:26-30.
17. Mehta R, Lee KJ, Chaturvedi R, Benson L. Complications of pediatric cardiac catheterization: a review in the current era. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;72:278-285.
18. Yilmazer MM, Ustyoğlu 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;54:478-485.
19. James I, Wilmshurst S. Anaesthesia for cardiac catheterisation and other investigative procedures in children. In: James I, Walker I (eds). *Core Topics in Paediatric Anaesthesia*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013;314–21.
20. Miyague NI, Cardoso SM, Meyer F, Ultramari FT, Araujo FH, Rozkowisk I et al. Epidemiological study of congenital heart defects in children and adolescents. Analysis of 4,538 cases. *Arq Bras Cardiol* 2003;80:269-278.
21. Ravndal MEA, Christensen AH, Dohlen G, Holmstrom H. Paediatric cardiac catheterisation in Norway: Rates and types of complications in new terms. *Cardiol Young* 2017;27:1329-1335.
22. Malčić I, Kniewald H, Šarić D, Gjergja Z, Dasović-Buljević A, Anić D et al. Razvoj interventne dijagnostike u referentnom centru za pedijatrijsku kardiologiju RH – retrospektivna studija 1996-2009. *Liječnički vjesnik* 2010;133:7-8.
23. Morray BH, Gordon BM, Crystal MA, Goldstein BH, Qureshi AM, Torres AJ et al. Resource Allocation and Decision Making for Pediatric and Congenital Cardiac Catheterization During the Novel Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) Pandemic: A U.S. Multi-Institutional Perspective. *J Invasive Cardiol* 2020;32:103-109.
24. Kiran VS, Nath PP, Maheshwari S. Spectrum of paediatric cardiac diseases: A study of 15,066 children undergoing cardiac intervention at a tertiary care centre in India with special emphasis on gender. *Cardiol Young* 2011;21:19-25.
25. Haas AN, Kleideiter U. *Pediatric Cardiology Symptoms-Diagnosis-Treatment*. 1<sup>st</sup> Edition. New York: Thieme, 2015.
26. Morray BH. Ventricular Septal Defect Closure Devices, Techniques, and Outcomes. *Interv Cardiol Clin* 2019;8:1-10.
27. Fulton DR, Saleeb S. Isolated ventricular septal defects (VSDs) in infants and children: Management. In: UpToDate, Friedman JK ed. UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; 2018 [cited 2022 Feb 2]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/isolated-ventricular-septal-defects-vsds-in-infants-and-children-management>.
28. Ahel V, Čače N, Žagar D, Dessardo S. Intervencijska pedijatrijska kardiologija. *Paediatr Croat* 2009;53:69-75.
29. Białkowski J, Szkutnik M, Powalka A. Interventional catheterization in pediatric catheterization laboratories for congenital and structural heart defects during 2009-2018 in Poland. Report of the national consultant of pediatric cardiology. *Postepy Kardiol Interwencyjnej* 2019;15:374-376.