

Примена стентова у лечењу опструктивних лезија лука аорте код деце – непосредни и средњорочни резултати

Јован Кошутин, Сергеј Пријић, Владислав Вукомановић, Сања Ракић, Владимир Кубуровић

Одељење кардиологије, Институт за здравствену заштиту мајке и детета Србије „Др Вукан Чупић“, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Код болесника с опструктивним лезијама лука аорте примена стентова има значајне теоријске предности у односу на изоловану балон-дилатацију, превасходно због тога што спречава развој рекоарктације одупирући се еластичним силама зида аорте. Осим тога, онемогућена је прекомерна дилатација аорте и самим тим нежељени расцепи спољњег слоја аортне медије. Такође, примена стентова (барем теоријски) омогућује приљубљивање расцепљене интимае аорте уз медију, чиме се значајно смањује ризик за настанак акутне дисекције и ране и касне анеуризме аорте.

Циљ рада Циљ рада био је да се процени исход имплантације стентова код деце с опструктивним лезијама лука аорте.

Методе рада Од фебруара 2005. до марта 2010. године у Институту за здравствену заштиту мајке и детета Србије уграђено је 11 стентова код девет болесника (две девојчице и седам дечака) с нативном коарктацијом, резидуалном коарктацијом, односно рекоарктацијом аорте. Просечан узраст болесника у време интервенције био је 14 ± 3 године (9,4-18,1 година), а просечна телесна маса 54 ± 18 kg (29-76 kg).

Резултати Градијент притисака преко суженог сегмента аорте био је $24,9 \pm 12,4$ mm Hg пре, а $3,9 \pm 5,0$ mm Hg после интервенције ($p=0,000$). Све интервенције су протекле без компликација. Деца с уграђеним стентом у просеку су клинички праћена $2 \pm 1,5$ година (0,1-5,2 године). Током тог периода ни код једног болесника са дијагнозом изоловане коарктације аорте није уочена рекоарктација (резидуални градијент притисака 0-5 mm Hg).

Закључак Код добро одабране деце (телесне масе веће од 25 kg), адолесцената и млађих одраслих особа уградња стента је метода избора у решавању коарктације аорте.

Кључне речи: стент; коарктација аорте; деца

УВОД

Стентови су металне мрежице са широким окцима направљене најчешће од челика, платине и иридијума. Стентови се у затвореном стању, изван тела болесника, стављају на специјалне балоне и потом, помоћу тзв. дугих водича, доводе до места сужења на крвном суду. Надувавањем балона сужено место се проширује, а стент добија свој коначан облик и, приљубљен уз ендотел крвног суда, спречава његово поновно сужавање [1, 2, 3]. Неопходне одлике сваког стента који се користи у дечјој кардиологији су: низак профил у склопљеном стању, биокомпатибилност, отпорност на тромбозирање, минимална тенденција ка развоју неоинтимальне пролиферације, флексибилност, обле ивице, добра визуелизација при скопији, компатибилност с магнетном резонанцијом, могућност поновне дилатације, широко отворена окца у дилатираном стању, минимална склоност ка прелому и минимално скраћивање при максималној дилатацији [3, 4].

Премда су се први радови о примени стентова код деце с урођеним срчаним манама појавили пре скоро двадесет година, њихова шири примена у већини светских

центра бележи се у последњих десетак година [4, 5]. Стентови у дечјој кардиологији иницијално су примењени у решавању мана типа нативне коарктације или рекоарктације аорте, односно код периферних стеноза плућних артерија. Последњих година, међутим, значајан напредак је учињен у њиховој примени код новорођенчади са дуктус-зависном системском или плућном циркулацијом, затим за затварање фенестрације на Фонтановом кондуиту, у оквиру комплетирања тзв. Фонтанове циркулације код мана с једном комором, за решавање стеноза великих системских вена и, најзад, у склопу транскатетерске уградње вештачког плућног залиска [3-6].

Историјат хируршког лечења коарктације аорте дуг је 65 година [7]. Током овог периода примењене су бројне хируршке технике, од којих су најчешће тзв. *end-to-end* анастомоза, тзв. *subclavia* флап, тзв. *patch* пластика итд. Примена разних хируршких техника у лечењу потврда је да ниједном од њих није могуће решити све проблеме који се јављају у вези с овом маном. Од њих су најважнији рана рекоарктација и резидуална коарктација, односно касна анеуризма аорте. Балон-дилатација (БД) нативне и посебно резидуалне коарктације након прве хи-

Correspondence to:

Jovan KOŠUTIĆ
Institut za zdravstvenu zaštitu
majke i deteta Srbije
„Dr Vukan Čupić“
Radoja Dakića 4-6
11070 Beograd
Srbija
kosutic@eunet.rs

рурске корекције мане уведена је у клиничку праксу пре 25 година управо с идејом да реши неки од горепоменутих проблема. Њена примена је, међутим, била повезана с ризиком од настанака акутне дисекције аорте. Осим тога, као и након хируршког лечења, тако и након БД коарктације уочена је појава раних рекоарктација, односно резидуалних коарктација, те касних анеуризми аорте. Најзад, БД се није могла применити код новорођенчади, одојчади с хипопластичним истмусом, особа с дугачким тубуларним хипоплазијама лука аорте и деце са благом коарктацијом [8]. Због свега овога прва примена стентова у лечењу болесника с коарктацијом, односно рекоарктацијом аорте дочекана је с великим ентузијазмом [5, 9].

ЦИЉ РАДА

Циљ рада била је процена краткорочног и средњорочног исхода имплантације стентова код деце с опструктивним лезијама лука аорте.

МЕТОДЕ РАДА

Испитаници и интервенција

Од фебруара 2005. до марта 2010. године у Институту за здравствену заштиту мајке и детета Србије урађено је десет имплантација стента код деветоро деце (две девојчице и седам дечака) с резидуалном коарктацијом, односно рекоарктацијом након иницијалне БД или хируршке корекције мане, или с нативном коарктацијом аорте. Узраст болесника у време интервенције био је 14 ± 3 године (распон 9,4-18,1 година), а телесна маса 54 ± 18 kg (распон 29-76 kg).

Интервенција је код пет болесника урађена након иницијалне БД, код два након иницијалне хируршке корекције мане, а код два због нативне коарктације аорте. Код осам болесника с изолованим сужењем аорте уграђен је један стент. Код једног детета, код којег се након хируршке корекције коарктације у новорођенчаком добу развио редак облик тзв. *middle aortic* син-

дрома са вишеструким сужењима лука и десцендентне грудне аорте, током две интервенције уграђена су три стента. Укупно је имплантирано 11 стентова (осам на десцендентној аорти испод или у нивоу исходишта леве артерије супклавије, један на десцендентној грудној аорти и два на луку аорте, између каротидних артерија, односно изнад артерије супклавије). Код свих болесника стентови су уграђени ретроградним приступом, пункцијом феморалне артерије. Техника имплантације није се разликовала од оне описане у стручним публикацијама (Табела 1) [3, 4, 8, 10, 11, 12].

Код свих болесника при интервенцији су коришћени *BIB* балони (*NuMED, Hopkinton, NY*) пречника 16-20 mm и дужине 22-45 mm. Код осам болесника су уграђени *CP* стентови (*NuMED, Hopkinton, NY*) дужине 22-39 mm, а код једног је коришћен *MAX LD* стент (*EV3, France*). Све интервенције су протекле без компликација.

Статистичка анализа

Подаци добијени истраживањем представљени су као средња вредност и стандардна девијација. Анализа нормалности расподеле података унутар појединих скупова изведена је Колмогоров-Смирновљевим тестом. Поређење параметарских података између појединих група вршено је анализом варијансе (*ANOVA*). Статистичка анализа је урађена помоћу програма *SPSS 14.0*. Подаци су се сматрали статистички значајним са нивоом значајности $p < 0,05$. Студија се заснивала на ретроспективној анализи медицинске документације.

РЕЗУЛТАТИ

Код седам болесника имплантација стента је урађена након једне или неколико БД. Код шест од ових седам болесника установљено је локализовано сужење лука аорте. БД која је претходила уградњи стента код ове подгрупе испитаника урађена је у просечном узрасту од $8,7 \pm 5,6$ година (Табела 2). Просечан градијент притисака (Π) изнад и испод места коарктације пре БД био је $29,6 \pm 12,0$ mm Hg, али се после интер-

Табела 1. Болесници с коарктацијом аорте којима је уграђен стент

Table 1. Patients with stented aortic coarctation

Редни број Number	Узраст (године) Age (years)	Пол Sex	Дијагноза Diagnosis	Претходне интервенције (узраст) Previous procedures (age)	Стент Stent type
1	9	F	<i>Coarctatio aortae, Ductus arteriosus persistens</i>	-	<i>Covered CP</i>
2	9	M	<i>Coarctatio aortae, Hypoplasia isthmi aortae</i>	-	<i>CP</i>
3	12	F	<i>Coarctatio aortae</i>	1×BD (2 y)	<i>CP</i>
4	13	M	<i>Coarctatio aortae</i>	2×BD (1 m, 1 y)	<i>CP</i>
5	14	M	<i>Coarctatio aortae, Stenosis valvulae aortae</i>	2×BD (1 y, 9 y)	<i>CP</i>
6	15	M	<i>Coarctatio aortae, Hypoplasia arcus aortae</i>	<i>ETE</i> (4 y); 2×BD (4 y, 12 y)	<i>CP</i>
7	17	M	<i>Coarctatio aortae, Hypoplasia isthmi aortae</i>	3×BD (4 y, 12 y, 14 y)	<i>CP</i>
8	17	M	<i>Coarctatio aortae</i>	1×BD (12 y)	<i>CP</i>
9	15/18	M	<i>Middle aortic syndrome, Stenosis valvulae aortae</i>	<i>S-flap</i> (1 m); 2×BD (3 y, 13 y)	<i>CPx1, MAX LDx2</i>

F – женски; M – мушки; BD – балон-дилатација; ETE – end-to-end анастомоза; S-flap – subclavia flap; m – месец; y – година
F – female; M – male; BD – balloon dilatation; ETE – end-to-end anastomosis; S-flap – subclavia flap; m – month; y – year

Табела 2. Упоредна анализа вредности градијената притисака (ПГ) при изолованој балон-дилатацији (БД) и при уградњи стента**Table 2.** Comparison of pressure gradients (PG) after primary balloon dilatation (BD) and after stent implantation

Параметар Parameter		БД BD	Стент Stent	<i>p</i> (ANOVA)
Узраст (године) Age (years)		$\bar{X} \pm SD$ 8.7±5.6 Min-Max 1.2-14.8	14±3 9.4-18.1	-
ПГ PG	Пре Before	$\bar{X} \pm SD$ 29.6±12.0 Min-Max 16-50	24.9±12.4 12-50	0.427
		$\bar{X} \pm SD$ 9.5±5.3 Min-Max 2-20	3.9±5.0 0-15	
	Смањење (mm Hg) Reduction (mm Hg)	$\bar{X} \pm SD$ 20.1±13.4 Min-Max 7-48	21.0±8.5 12-35	0.868
		$\bar{X} \pm SD$ 63.5±19 Min-Max 40-96	88±12 70-100	

венције смањено на 9,5±5,3 mm Hg (Графикон 1). Наведено смањење у апсолутним вредностима било је 20,1±13,4 mm Hg, што је представљало смањење ПГ за око две трећине у односу на почетне вредности. Од БД до уградње стента у просеку је протекла 6,4±4,1 година (распон 2,1-12,2 године). Током тог периода забележено је статистички значајно повећање ПГ на месту претходне дилатације са 9,5±5,3 mm Hg на 23±9,5 mm Hg ($p=0,003$). Основни узрок овог пораста ПГ, који је уочен током периода клиничког праћења од последње БД до тренутка уградње стента, била је блага резидуална коарктација, која се код свих испитаника прогресивно погоршавала.

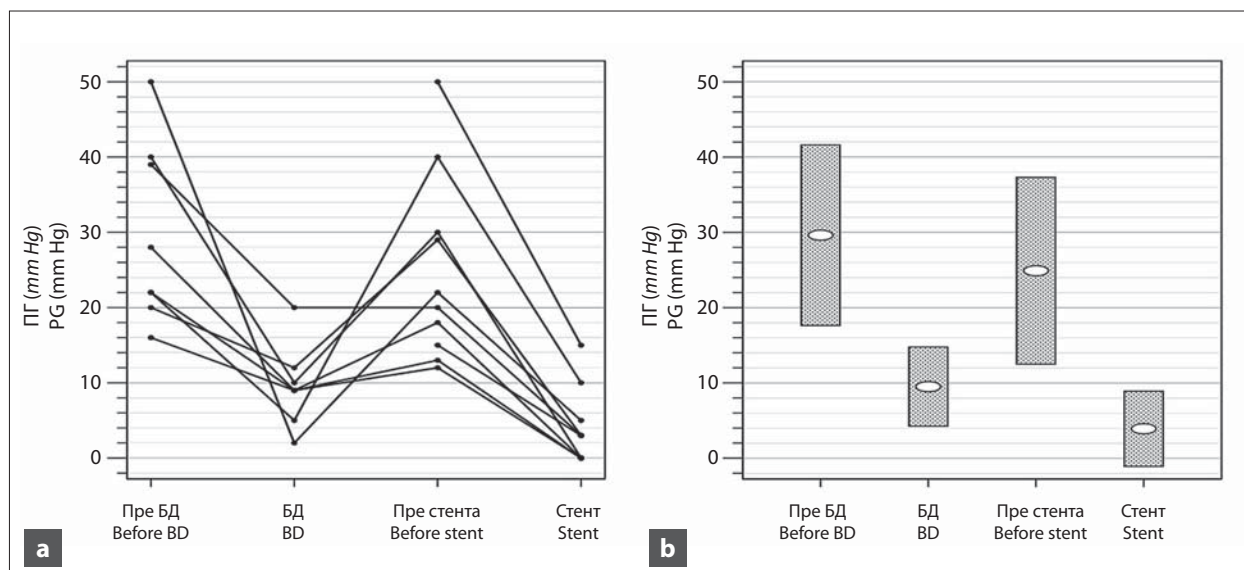
За све лечене болеснике ПГ преко суженог сегмента аорте био је 24,9±12,4 mm Hg пре уградње стента, а 3,9±5,0 mm Hg након интервенције ($p=0,000$) (Графикон 1). Резидуални ПГ након уградње стента био је статистички значајно нижи него након БД ($p=0,035$).

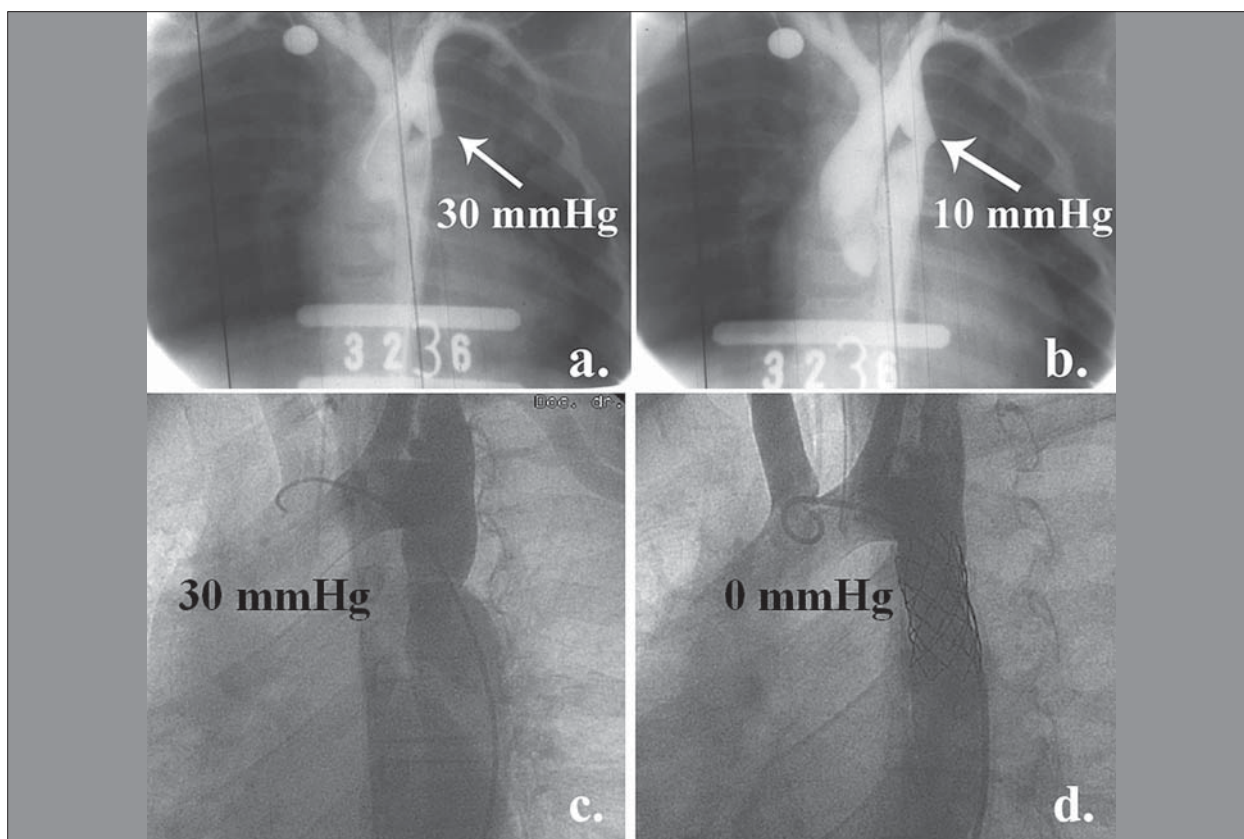
Осим тога, степен смањења ПГ преко суженог сегмента аорте након уградње стента износио је 90% у односу на онај пре интервенције, што је такође статистички значајно боље од смањења ПГ од 63,5% постигнутог изолованом БД ($p=0,005$) (Табела 2).

Болесници су у просеку клинички праћени 2±1,5 година (распон 0,1-5,2 година). Током тог периода ни код једног болесника с иницијалном дијагнозом изоловане коарктације аорте није уочена појава рекоарктације (резидуални ПГ 0-5 mm Hg) (Слика 1). Болесник с тзв. middle aortic синдромом је три године након првобитне интервенције, због вишеструких сужења на луку аорте и на десцендентној аорти, подвргнут поновној интервенцији током које је проширен првобитно постављен стент, а уграђена су и два нова стента. Код истог болесника су накнадно у два наврата урађене редилатације постојећих стентова. Током прве редилатације десет месеци након имплантације два стента, ПГ је смањен са 35 mm Hg на 19 mm Hg. Друга редилатација урађена је седам месеци касније, када је резидуални градијент смањен са 23 mm Hg на 0 mm Hg. Основни узрок рестенозирања код овог болесника била је генерализована хипоплазија аорте с појавом неинтималне хиперплазије. Без обзира на то што код осталих осам болесника није забележена рестеноза која би захтевала поновну интервенцију, у појединачним случајевима обављена је накнадна БД стента ради његовог ремоделовања.

ДИСКУСИЈА

Примена стентова има значајне теоријске предности у односу на изоловану БД, пре свега зато што спречава развој рекоарктације одупирући се еластичним силама зида аорте. Осим тога, онемогућена је прекомер-

**Графикон 1.** Градијенти притисака (ПГ) пре балон-дилатације (БД) и након изоловане БД, односно пре и након уградње стента (а). Стубићи представљају средњу вредност и стандардну девијацију (б).**Graph 1.** Pressure gradients (PG) before and after primary balloon dilatation (BD) and before and after coarctation stenting (a). Boxplots represent mean and standard deviation (b).



Слика 1. а. Рекоарктација 13 месеци након иницијалне БД новорођеначке коарктације аорте; **б.** Резидуална коарктација (ПГ 10 mm Hg) након поновљене БД у узрасту од 13 месеци; **с.** Исти болесник 12 година касније. Резидуална коарктација с јасно уочљивим локализованим сужењем и ПГ од 30 mm Hg; **д.** Након уградње стента широко отворен претходно сужени сегмент без разлике у притисцима између асцендентне и десцендентне аорте.

Figure 1. а. Recoarctation 13 months after initial BD of neonatal aortic coarctation; **б.** Residual coarctation after repeated BD at the age of 13 months; **с.** The same patient 12 years later. Residual coarctation with pressure gradient of 30 mm Hg; **д.** Complete abolition of previous aortic narrowing without pressure gradient between ascending and descending aorta.

на дилатација аорте, а самим тим и нежељени расцепи спољњег слоја аортне медије. Такође, примена стентова (барем теоријски) омогућује приљубљивање расцепљене интимае аорте уз медију, чиме се значајно смањује ризик од настанка како акутне дисекције, тако и ране, односно касне анеуризме аорте [3, 4, 5, 10, 11]. Практична примена, међутим, показала је да је уградња стентова технички неупоредиво сложенија него БД, те да је у почетку била праћена тешким компликацијама чији проценат није био мањи од оног након БД. Осим тога, бројне дилеме у вези са процедуром прате „стентовање“ коарктације од самог почетка увођења методе у рутинску клиничку праксу. Најважније од њих су: да ли пре уградње стента треба урадити предилатацију или не; да ли треба урадити вишекратну поступну или једнократну дилатацију; да ли након уградње стента треба додатно проширити његов горњи, односно доњи крајак; да ли након интервенције треба болесника подвргнути антикоагулантној терапији или не; како урадити хемостазу феморалне артерије [3, 4, 5, 10, 11].

Стентовање коарктације аорте изводи се искључиво стентовима који се ручно навлаче на балоне који су за ту улогу посебно дизајнирани. За разлику од коронарних стентова, чија дужина обично није већа од 10 mm, а пречник 2-3 mm, у лечењу коарктације аорте примењују се стентови дужине 22-50 mm и преч-

ника до 25 mm. Технолошке иновације током последњих петнаестак година омогућиле су појаву бројних нових генерација и балона и стентова (*Palmas, Genesis, MAX LD, CP, covered CP*), што је довело до значајно лакшег извођења саме интервенције, али и битног смањења учесталости тешких компликација. Примена нових генерација балона, као што су *BIB* балони, и нових *CP* стентова свела је компликације у вези са самом техником извођења интервенције (руптуре балона током постављања стента, пласирање стента на нежељено место испод или изнад сужења, померање већ постављеног стента) на најмању меру [12]. Осим тога, веома је смањена учесталост тешких компликација. На почетку је ризик за настанак акутне дисекције аорте или ране, односно касне анеуризме аорте био 5-7%, а ризик од смртог исхода 1-2%. У овом тренутку ризик за настанак акутне дисекције и анеуризме аорте је веома мали, док је ризик од смртог исхода 0,3% [3, 4, 5, 13].

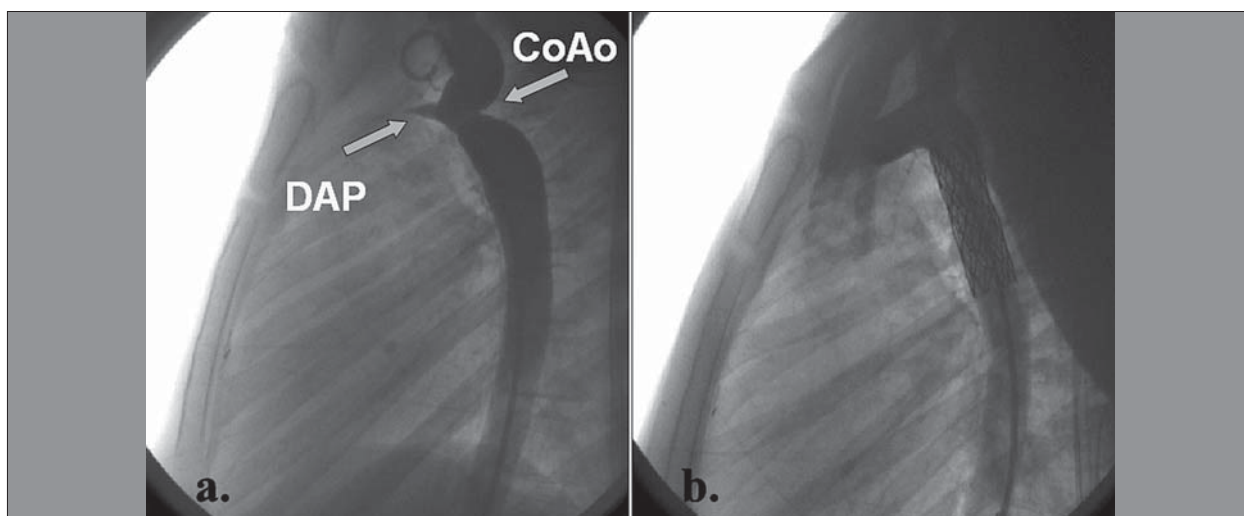
Кандидати за имплантацију стентова су практично сви болесници с коарктацијом аорте чија је телесна маса већа од 25 kg. Код мање деце стентови се не постављају због тога што би онемогућили даљи раст аорте. У току је, међутим, развој тзв. биодеграбилних стентова, чија је основна одлика да се неколико месеци након имплантације спонтано ресорбују, омо-

гуђујући тако несметани даљи раст крвног суда у који су били урађени. Клиничка примена оваквих стентова омогућиће њихову имплантацију код деце с коарктацијом без обзира на њихов узраст. У овом тренутку телесна маса од 25 kg представља минимум за уградњу стента који се накнадним проширивањем, на поновљеним катетеризацијама, може проширити до пречника који одговара потребама одрасле особе [14].

Најважније индикације за примену стентова су: 1) рекоарктација или резидуална коарктација било након претходне хируршке корекције срчане мане или након БД; 2) коарктација удружена са тубуларном хипоплазијом лука или хипоплазијом истмуса аорте; и 3) „блага” коарктација (псеудокоарктација) аорте. У посебно ризичним ситуацијама последњих неколико година започело се с применом тзв. *covered CP* стентова. То су *CP* стентови покривени политетрафлуороетиленом, који су у клиничку праксу уведени 2001. године. Њихова примена своди ризик за руптуру аорте, акутну дисекцију и настанак анеуризми аорте током или након интервенције на најмању меру. Индикације

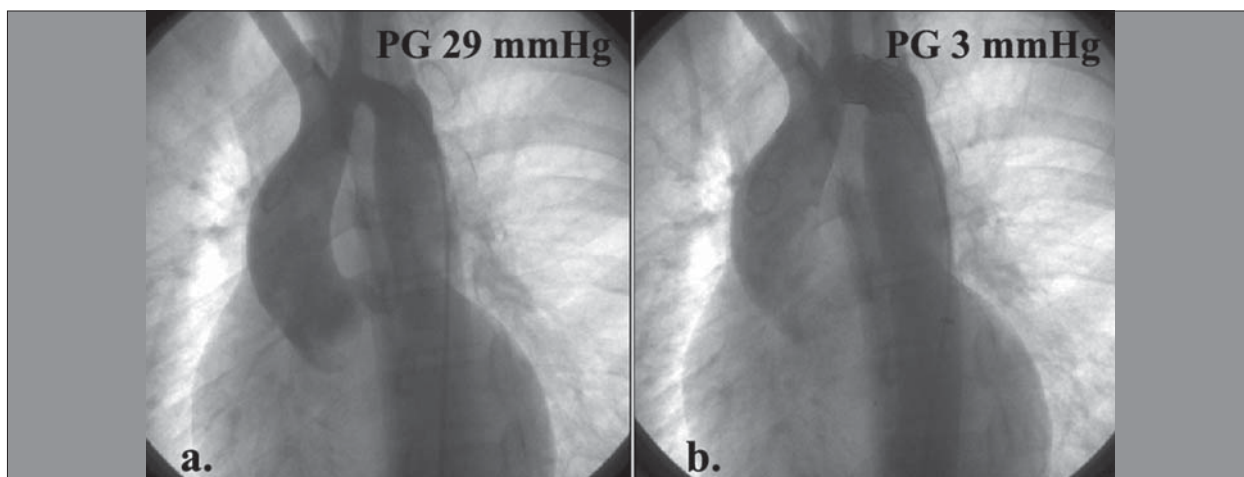
за примену ових стентова су: 1) акутне дисекције или ране, односно касне анеуризме након иницијалне БД или након уградње обичног стента; 2) критичне коарктације или стечене атрезиије аорте; 3) коарктације с отвореним артеријским каналом (*DAP*); 4) коарктације удружене са дегенеративним аортопатијама (цистична некроза медије, Тарнеров синдром, старије животно доба) [15, 16].

Хемодинамска индикација за уградњу стента традиционално је ПГ већи од 20 mm Hg преко места коарктације. Последњих година, међутим, све више се препознаје значај малог резидуалног градијента (<20 mm Hg) за развој хипертензије у стању мировања или при напору, хипертрофије и поремећаја систолне или дијастолне функције леве коморе [17, 18]. Сходно томе, када у катетеризационој сали, у условима дубоке седације или опште анестезије, постоји мали резидуални градијент преко места претходно решаване коарктације, све чешће се примењује тзв. фармаколошки стрес-тест (континуирана инфузија изопреналина или добутамина до субмаксималне срчане фреквен-



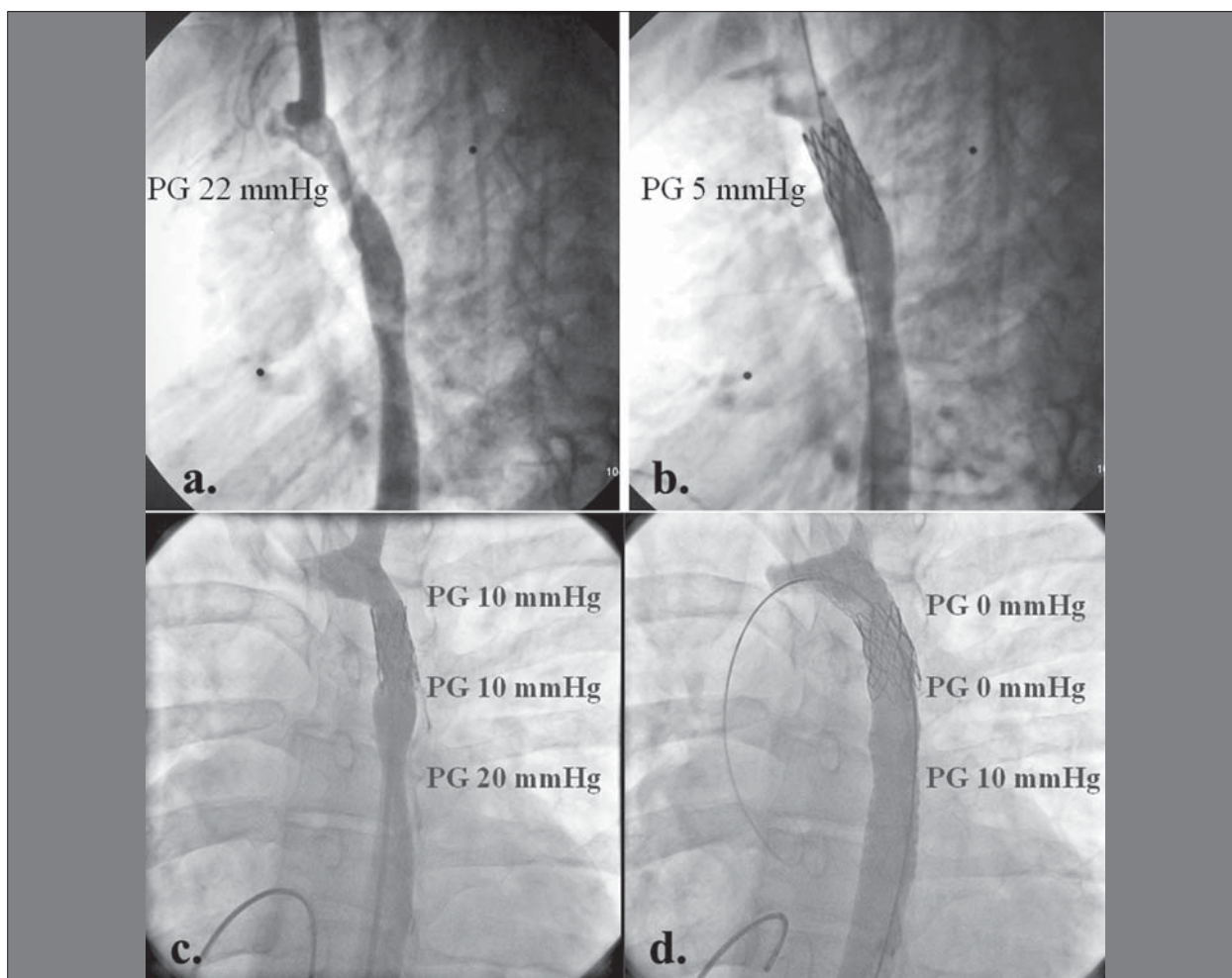
Слика 2. а. Коарктација аорте (CoAo) удружена с отвореним артеријским каналом (DAP); б. Имплантирани *covered CP* стент с нормалним протоком у аорти и затвореним DAP.

Figure 2. a. Aortic coarctation (CoAo) and a patent arterial duct (DAP); b. After a covered CP stent implantation with normal flow and closed DAP.



Слика 3. а. Хипоплазија трансверзалног лука аорте; б. Имплантација стента с проширењем трансверзалног лука и смањењем ПГ.

Figure 3. a. Hypoplastic transverse aortic arch; b. Implanted stent with transversal arch enlargement and PG reduction.



Слика 4. Болесник са тзв. *middle aortic* синдромом: **a.** стање пре имплантације стента; **b.** имплантација првог стента у пределу грудне аорте; **c.** аортограм три године након првобитне интервенције с укупним ПГ од 40 mmHg; **d.** дилатација постојећег и имплантација два додатна стента (у пределу лука и у пределу завршног дела грудне аорте) с резидуалним градијентом од 10 mmHg.

Figure 4. A patient with a middle aortic syndrome: **a.** aortography before stent implantation; **b.** stent implanted to relieve aortic recoarctation 15 years after neonatal coarctation surgery; **c.** aortography 3 years after the first stent implantation with multiple arch and descending thoracic aorta obstructions with a total PG of 40 mmHg; **d.** redilatation of the existing stent and implantation of 2 additional stents (aortic arch and descending thoracic aorta) with significant improvement and a total residual PG of 10 mmHg.

ције, која износи 85% од максималне очекиване фреквенције претпостављене за хронолошки узраст болесника). Ако при оваком тестирању дође до значајног повећања ПГ преко места претходне коарктације (>30 mmHg), приступа се уградњи стента без обзира на то што је ПГ у базалним условима био <20 mmHg [17]. Фармаколошки стрес-тест је у нашој студији примењен код два детета код која је поновна катетеризација срца након иницијалне БД нативне коарктације аорте показала постојање локализованог сужења аорте на месту претходне БД са ПГ мањим од 20 mmHg. При субмаксималној срчаној фреквенцији (након континуиране инфузије добутамина) ПГ преко суженог сегмента аорте није, међутим, значајније порастао, те се од планиране уградње стента код оба ова болесника одустало.

Наши првобитни резултати, упркос релативно малом броју урађених интервенција, показују да се стентови успешно могу применити у решавању, како по локализацији, тако и по механизму настанка, веома разноликих опструктивних лезија лука аорте. При том,

различите лезије захтевале су и различит приступ и када је у питању одабир стента, и када је реч о самој техници имплантације. Тако је код два болесника с претходно нелеченом нативном коарктацијом аорте примењен различит приступ у одабору и начину уградње стента који је директно зависио од морфолошких одлика сужења. Код једног болесника (деветогодишњи дечак тежак 29 kg), наиме, постојало је критично сужење аорте на типичном месту (спој лука и десцендентне аорте) удружено са израженом хипоплазијом истмуса у дужини од 25 mm. Пречник трансверзалне аорте код овог болесника био је 10 mm, пречник истмуса 6 mm, док пречник аорте на најужем месту није био већи од 2 mm. Код овог болесника БД није била индикована због придружене изражене хипоплазије истмуса, док је хируршко лечење било могуће само применом *patch* пластике, која се данас сматра најмање повољном хируршком техником за решавање ове мане. Примена стента у овом случају је метода избора, али је због придружене хипоплазије истмуса интервенцију неопходно урадити у два акта [3, 12, 19, 20]. Потпуна ди-

латација и суженог и хипопластичног сегмента аорте у једном акту, међутим, носи значајан ризик по акутну руптуру, дисекцију или анеуризму аорте. Због тога је код овог дечака уграђени стент само делимично дилатиран, чиме је инвазивно мерени ПГ преко места коарктације смањен са 50 mm Hg на 15 mm Hg, а најужи сегмент аорте проширен са 2 mm на 7 mm. Потпуна дилатација до пречника од 10 mm урађена је у другом акту шест месеци након прве интервенције. Код другог болесника (деветоипогодишња девојчица тешка 29,5 kg) постојало је кратко локализовано сужење аорте на типичном месту удружено са DAP. Код ове девојчице интервенција је планирана и урађена у једном акту. Постављен је covered CP стент којим је затворен DAP уз истовремено потпуно елиминисање градијента између асценденте и десцендентне аорте (Слика 2).

Највећи број болесника с коарктацијом аорте након успешно урађене хируршке корекције или БД није потребно подвргавати поновном захвату. Наше искуство показује да код више од две трећине неселекционисаних болесника с нативном коарктацијом аорте код којих је урађена БД, након више од 15 година клиничког праћења, није била потребна поновна интервенција. Ипак, код неких болесника с коарктацијом аорте, било да су иницијално лечени хируршки или применом БД, јављају се склоност ка развоју рекоарктације и потреба за понављаним интервенцијама [21]. Примена стентова код ове групе болесника вероватно има највећи значај, јер боље од понављаних БД и хируршких реинтервенција решава проблем перзистентне рекоарктације, односно резидуалне коарктације. Стога не чуди да је највећи број наших испитаника (седам од девет) којима је уграђен стент припадао управо овој подгрупи болесника. Сви они су имали резидуалну коарктацију, односно рекоарктацију, било након примарне хируршке корекције мане или након једне или неколико понављаних БД аорте. Шест од седам ових болесника успешно је излечено, чиме је само потврђено да је примена стента метода избора у лечењу болесника с опструктивним лезијама лука аорте. Важно је истаћи да је код ове подгрупе болесника уградња стента дала статистички значајно бољи исход у односу на изоловану БД и у погледу смањења ПГ преко места сужења, и када су у питању апсолутне вредности рези-

дуалног градијента након обављене интервенције. ПГ преко суженог сегмента аорте код ових шест болесника просечно је смањен са $20,3 \pm 7,7$ mm Hg пре уградње стента на $1,0 \pm 1,5$ mm Hg након његове имплантације ($p=0,000$). Међу њима посебно треба истаћи четрнаестоогодишњег дечака који је 11 година након хируршке ЕТЕ анастомозе имао тешку хипоплазију трансверзалног лука аорте између брахиоцефаличног стабла и леве каротидне артерије. Уградњом стента хипопластични трансверзални лук проширен је са 8 mm на 18 mm, док је ПГ преко хипопластичног аортног сегмента смањен са 29 mm Hg на 3 mm Hg (Слика 3). Интервенција је технички била веома захтевна због ризика од померања стента и опасности од оклузије великих артерија лука аорте [6, 22]. Код седмог болесника, који је боловао од ретког облика тзв. middle aortic синдрома (хипоплазија аорте у целини са вишеструким сужењима превасходно грудне аорте), примена три стента (један на луку, други на прелазу лука у десцендентну грудну аорту и трећи на десцендентној грудној аорти) довела је до значајног побољшања, али није потпуно елиминисала ПГ између асцендентне и десцендентне аорте (Слика 4). Накнадним БД већ постављених стентова, учињеним 10, односно 17 месеци након њихове имплантације, потпуно се изједначио притисак између асцендентне и десцендентне аорте.

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата објављених у водећим међународним часописима, наших почетник и средњорочних резултата и упоредне анализе исхода и компликација хируршког лечења ове мане, може се закључити да је код добро одабране деце (телесне масе веће од 25 kg), адолесцената и млађих одраслих особа уградња стента метода избора у решавању коарктације аорте [19, 20]. Индивидуални приступ за сваког појединачног болесника је, међутим, неопходан, а одлука о начину лечења ове мане у великој мери зависи и од локалног хируршког морбидитета и морталитета [23]. С обзиром на њихову релативно кратку примену, реално место и улога тзв. covered CP стентова у решавању ове мане остају тек да се утврде.

ЛИТЕРАТУРА

- Košutić J, Prijčić S, Vukomanović V, Mijomanović B, Ninić S, Kuburović V. Stents in congenital heart disease. In: Dragan Zdravković, editor. Problemi u pedijatriji. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 2009. p.357-67.
- Čolić MU, Jadranin DB, Marković DZ, Davidović LB. Percutaneous transluminal angioplasty and stenting of carotid arteries – early results. Srp Arh Celok Lek. 2008; 136(9-10):494-7.
- Quersh SA. Stents Used in Congenital Heart Disease. AEP Working Group of Interventional Cardiology. Cook Book; 2005.
- Rao PS. Stents in the management of congenital heart disease in pediatric and adult patients. Indian Heart J. 2001; 53:714-30.
- O’Lauhlin M, Perry SB, Lock JE, Mullins CE. Use of endovascular stents in congenital heart disease. Circulation. 1991; 83:1923-39.
- Ewert P, Schubert S, Peters B, Abdul-Khalik H, Nagdyman N, Lange PE. The CP stent-short, long, covered-for the treatment of aortic coarctation, stenosis of pulmonary arteries and caval veins, and Fontan anastomosis in children and adults: an evaluation of 60 stents in 53 patients. Heart. 2005; 91:948-53.
- Crafoord C, Nylan G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. J Thorac Surg. 1945; 14:347-52.
- Ovaert C, Benson NL, Nykanen D, Freedom MR. Transcatheter treatment of coarctation of the aorta: a review. Pediatr Cardiol. 1998; 19:27-44.
- Shaffer KM, Mullins CE, Grifka RG, O’Laughlin MP, McMahon W, Ing FF, et al. Intravascular stents in congenital heart disease: short and long-term results from a large single-center experience. J Am Coll Cardiol. 1998; 31:661-7.
- Pilla CB, Fontes VF, Pedra CAC. Endovascular stenting for aortic coarctation. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2005; 3:879-90.
- Pedra CAC, Fontes VF, Esteves CA, Pilla CB, Braga SLN, Pedra SRF, et

- al. Stenting vs. balloon angioplasty for discrete unoperated coarctation of the aorta in adolescents and adults. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2005; 64:495-06.
12. Cheatam JP. Stenting coarctation of the aorta. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2001; 54:112-25.
 13. Forbes TJ, Garekar S, Amin Z, Zahn EM, Nykanen D, Moore P, et al. Procedural results and acute complications in stenting native and recurrent coarctation of the aorta in patients over 4 years of age: a multi-institutional study. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2007; 70:276-85.
 14. Colombo A, Karvouni E. Biodegradable stents: „fulfilling the mission and stepping away“. *Circulation.* 2000; 102:371-3.
 15. Butera G, Piazza L, Chessa M, Abella R, Bussadori C, Negura D, et al. Covered stents in patients with congenital heart defects. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2006; 67:466-72.
 16. Tzifa A, Ewart P, Brzezinska-Rajszyz G, Peters B, Zubrzycka M, Rosenthal E, et al. Covered cheatham-platinum stents for aortic coarctation. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47:1457-63.
 17. Haas NA, Schaeffler R, Beerbaum P, Laser T, Sarikouch S, Goerg R, et al. Value of pharmacologic stress testing of so called „minimal“ residual coarctation – it is time to change the traditional paradigm of good surgical results. 42nd AEPCC, Warsaw; 2007.
 18. Marshall AC, Perry SB, Keane JF, Lock JE. Early results and medium-term follow-up of stents implantation for mild residual or recurrent aortic coarctation. *Am J Heart.* 2000; 139:936-8.
 19. Weber HS, Cyran SE. Endovascular stenting for native coarctation of the aorta is an effective alternative to surgical intervention in older children. *Congenit Heart Dis.* 2008; 3:54-9.
 20. Rosenthal E. Stent implantation for aortic coarctation: the treatment of choice in adults? *J Am Coll Cardiol.* 2001; 38:1524-7.
 21. Vriend J. Coarctation of the aorta – one stage intervention or whole life treatment? 42nd AEPCC, Warsaw; 2007.
 22. Pihkala J, Pedra AC, Nykanen D, Benson LN. Implantation of endovascular stents for hypoplasia of the transverse aortic arch. *Cardiol Young.* 2000; 10:3-7.
 23. Carr JA. The results of catheter-based therapy compared with surgical repair of adult aortic coarctation. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47:1101-7.

Stenting Aortic Coarctation in Children: Immediate and Midterm Results

Jovan Košutić, Sergej Prijić, Vladislav Vukomanović, Sanja Rakić, Vladimir Kuburović

Cardiology Department, Mother and Child Healthcare Institute “Dr Vukan Čupić”, Belgrade, Serbia

SUMMARY

Introduction Stent implantation, in patients with different forms of aortic coarctation, has significant theoretical advantages over primary balloon dilatation (BD). It can achieve over-dilatation of the coarcted segment with the rigid endoprothesis maintaining the increase in vessel diameter regardless of the intimal injury and, thus, reducing the likelihood of restenosis. Moreover, by preventing vascular recoil, stents can successfully expand long-segment tubular coarctations, hypoplastic isthmus and hypoplastic transverse aortic arch. Finally, by facilitating good apposition of the torn intima to the aortic wall, they can significantly reduce the incidence of aneurysm formation.

Objective Evaluation of the immediate and mid-term results of stent implantation in patients with different forms of aortic coarctation.

Methods Between February 2005 and March 2010 eleven stents

were implanted in nine patients (two female and seven male) either with post surgical or post primary BD residual coarctation/recoarctation or with native aortic coarctation. Mean age of our patients was 14 ± 3 years (9.4-18.1 years) and mean body weight 54 ± 18 kg (29-76 kg).

Results Pressure gradient across the coarctation site was reduced from 24.9 ± 12.4 mm Hg before to 3.9 ± 5.0 mm Hg after stenting ($p=0.000$). There were no complications. Mean follow-up was 2.0 ± 1.5 years (range 0.1-5.2 years). In patients with localised aortic arch narrowing no restenosis or aneurysm formation was observed (residual pressure gradient 0-5 mm Hg).

Conclusion In properly selected children (body weight >25 kg), adolescents and young adults stenting is the method of choice for patients with various forms of aortic arch obstruction.

Keywords: stent; aortic coarctation; children