

Atviro arterinio latako perkateterinis uždarymas atsiskiriančiomis COOK spiralėmis – septynerių metų patirtis

Patent ductus arteriosus occlusion with detachable COOK coils – seven years of experience

Sigitas Čibiras¹, Rita Sudikienė², Lina Gumbienė¹, Eugenijus Kosinskas¹

¹ *Vilniaus universiteto Širdies ir kraujagyslių ligų klinika, Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius*

² *Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Širdies chirurgijos centras, Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius*
El. paštas: sigitas.cibiras@santa.lt

¹ *Vilnius University, Clinic of Heart and Cardiovascular Diseases, Santariškių str. 2, LT-08661 Vilnius, Lithuania*

² *Vilnius University Hospital „Santariškių klinikos“, Cardiac Surgery Centre, Santariškių str. 2,
LT-08661 Vilnius, Lithuania*
E-mail: sigitas.cibiras@santa.lt

Įvadas / tikslas

Apžvelgiama klinikoje atliktų atviro arterinio latako (AAL) perkateterinio uždarymo naudojant COOK atsiskiriančias spirales septynerių metų patirtis, vertinami rezultatai įvairaus dydžio ir anatominio tipo latakų grupėse.

Ligoniai ir metodai

Išanalizuoti 75 ligonių, kuriems Vilniaus universiteto Širdies ir kraujagyslių ligų klinikoje nuo 1999 iki 2006 metų atliktas perkate-
terinis AAL uždarymas penkių apvijų COOK atsiskiriančiomis spiralėmis, duomenys. Procedūrai echokardiografijos metu atrinkti
ligoniai, kurių nedidelis AAL (skersmuo < 3 mm). Aprašyta klinikoje naudota AAL uždarymo metodika. Priklausomai nuo AAL
dydžio ligoniai suskirstyti į tris grupes, o pagal AAL anatomiją į penkias grupes. Palyginti skirtingų grupių rezultatai. Vertintas
nuosrūvis per lataką, jį uždarius iškart po procedūros, po 24 valandų, po vieno, šešių ir dvylikos mėnesių.

Rezultatai

Pagal AAL anatomiją 59 ligoniai buvo A tipo, aštuoni – C tipo, penki – D tipo, trys – E tipo. Vertinti trijose ligonių grupėse
priklausomai nuo AAL dydžio (iki 2 mm, 2–3 mm, > 3 mm). Geriausi rezultatai buvo pirmos ligonių grupės, kai operacinėje AAL
užsikimšo 80% atvejų, po 6 mėn. – 87,5%, po vieno metų – 100%. Antros grupės ligonių AAL operacinėje užsikimšo 69%, po
vieno metų – 96,6% atvejų. Trečios grupės 50% ligonių AAL užsikimšo operacinėje, 83,3% – po vienerių metų.

Išvados

Perkateterinis AAL uždarymo COOK spiralėmis būdas laikomas saugia chirurginio gydymo alternatyva, mažiau invazyvus, saugus, ekonomišką, veiksmingą gydymo metodą. Procedūra yra trumpesnė, greitesnis pasveikimo laikotarpis, yra kosmetinis efektas. Metodas veiksmingas uždarant mažus ir vidutinius AAL (iki 3 mm).

Pagrindiniai žodžiai: atviras arterinis latakas, įgimtos širdies ydos, intervencinis perkateterinis gydymas, COOK atsiskiriančios spiralės

Background / objective

Seven years of patent ductus arteriosus (PDA) transcatheter occlusion experience in clinic is reviewed, evaluating results in different PDA size and anatomical type groups.

Patients and methods

Data of 75 patients that underwent PDA closure with COOK detachable coils at the Vilnius Heart Disease Clinic from 1999 to 2006 were analysed. Patients with a moderate PDA diameter (<3 mm) were echoscopy-selected for the procedure. The PDA closure method, applied in the clinic is described. According to PDA size, the patients were divided into three groups and according to anatomy into 5 groups. The results in different groups were compared. The shunt was evaluated immediately after closure, after 24 hours, and after 1, 6 and 12 months.

Results

The angiographic appearance of the ductus was type A in 59, type C in 8, type D in 5, type E in 3 patients. Depending on the PDA diameter, there were three groups of the patients (<2 mm, 2–3 mm, >3 mm). The best results were observed in the first group: immediate complete closure was achieved in 80% of cases, after six months in 87.5% and after 1 year in 100%.

Conclusions

Transcatheter coil occlusion of PDA with COOK detachable coils is a safe alternative to surgical treatment. It is less a invasive and economical method of treatment. The procedure itself is shorter, its results in a shorter convalescence period and has a good cosmetic effect. This technique is effective for small and moderate PDA (to 3 mm).

Key words: patent ductus arteriosus, congenital heart diseases, interventional transcatheter therapy, COOK detachable coils

Įvadas

Atviras arterinis latakas (AAL) yra dažna įgimta širdies yda – 7–10% įgimtų širdies ydų [1]. Nekorėguota ji didina riziką susirgti infekciniu endokarditu ir aortitu, gali lemti širdies nepakankamumo ir plautinės hipertenzijos atsiradimą [2].

Pirmas perkateterinis AAL uždarymas atliktas 1967 metais *Porstmann* [3]. 1992 metais *Cambier* su bendraautorais [4] aprašė pirmą kartą sėkmingai atliktą AAL užkimšimą Gianturco spiralėmis. Perkateterinis AAL uždarymas, naudojant naujų modifikacijų atsiskiriančias spirales mažiems AAL (< 3 mm) bei *Amplatz* prietaisus vidutiniams ir dideliems AAL, tapo populiarius ir plačiai taikomas [2; 5; 6; 7].

Straipsnyje apžvelgiama centre atliktų AAL perkateterinio uždarymo naudojant COOK atsiskiriančias spirales septynerių metų patirtis, vertinami rezultatai (iki vienerių metų stebėjimo) įvairaus dydžio ir anatominio tipo latakų grupėse.

Ligoniai ir metodai

Nuo 1999 metų spalio iki 2007 metų Vilniaus universiteto Širdies ir kraujagyslių ligų klinikoje 75 ligoniams atlikta AAL perkateterinio uždarymo procedūra. Pacientų amžius procedūros metu nuo dviejų mėnesių iki 53 metų (amžiaus vidurkis $8,78 \pm 8,23$ metai), svoris – nuo 3,8 kg iki 67 kg (vidurkis $27,2 \pm 17,3$ kg). Procedūra atlikta 51 moteriškos lyties ir 24 vyriškos lyties ligoniams. Priklausomai nuo AAL dydžio pacientai suskirstyti į tris grupes: pirmos grupės pacientų minimalus AAL skersmuo buvo iki 2 mm, antrosios AAL 2–3 mm, trečios grupės AAL nuo 3 mm. Pagal AAL anatomiją pacientai suskirstyti į 5 grupes (Krichenko klasifikacija) [6; 8]. Kiekvienoje grupėje vertintas nuosrūvis per lataką, jį uždarius iškart po procedūros, po 24 valandų, po vieno, šešių ir dvylikos mėnesių.

Atliekant AAL perkateterinio uždarymo procedūrą naudotos penkių apvijų COOK atsiskiriančios spiralės (COOK Cardiology – MWCE-5-PDA5, MWCE-6-5-

1 lentelė. AAL tipai (pasiskirstymas grupėse)

Grupės	Ligonių skaičius	AAL tipai				
		A	B	C	D	E
1	40	34	0	3	2	1
2	29	21	0	4	3	1
3	6	4	0	1	0	1
Iš viso	75	59	0	8	5	3

2 lentelė. Visiškas uždarymas pagal AAL tipus

AAL tipas	Ligonių skaičius	Operuojant	Per vienerius metus
A	59	64,4% (38/59)	100% (59/59)
B	–	–	–
C	8	75% (6/8)	87,5 (7/8)
D	5	80% (4/5)	80% (4/5)
E	3	0% (0/3)	100% (3/3)
Iš viso	75	64% (48/75)	97,3% (73/75)

3 lentelė. AAL uždarymo atsiskiriančiomis COOK spiralėmis rezultatai

Rezultatai	Grupės (AAL minimalus skersmuo)			
	1 (iki 2 mm)	2 (2–3 mm)	3 (> 3mm)	Viso
Vidutinis minimalus skersmuo (mm)	1,25 ± 0,35	2,33 ± 0,24	3,49 ± 1,17	1,96 ± 0,96
Vidutinis minimalus ilgis (mm)	8,75 ± 3,52	8,48 ± 3,83	8,5 ± 4,04	8,66 ± 3,64
Pacientų skaičius	40	29	6	75
AAL užsidarė operacinėje	80% (32/40)	69% (20/29)	50% (3/6)	73% (55/75)
AAL užsidarė per 24 val.	82,5% (33/40)	75,9% (22/29)	66,6% (4/6)	84% (63/75)
AAL užsidarė per mėnesį	85% (34/40)	86% (25/29)	66,6% (4/6)	84% (63/75)
AAL užsidarė per 6 mėnesius	87,5% (35/40)	89,7% (26/29)	66,6% (4/6)	86,7% (65/75)
AAL užsidarė per metus	100% (40/40)	96,6% (28/29)	83,3% (5/6)	97,3% (72/75)
Kelios spiralės	5% (2/40)	34,4% (10/29)	33,3% (2/6)	18,7% (14/75)

PDA5, MWCE-8-PDA5), spiralių įleidimo ir atskyrimo sistemos (TDS-80/110-PDA, COOK Cardiology).

AAL uždarymo metodika. Procedūros metu 5F introduseriai įleidžiami į šlaunies veną ir arteriją, intraveniškai skiriami antibiotikai (cefazolinas), heparinas 50 VV/kg. Atliekama dešinės širdies kateterizacija (monometrija, oksimetrija), įvertinant nuosrūvį per AAL, minutinio tūrio mažojo / minutinio tūrio didžiojo kraujotakos rato (MTM/MTD) santykį, plaučių arterinės hipertenzijos (PAH) laipsnį. Naudojant ženklintą pigtail tipo 5F kateterį šoninėje padėtyje AAL lygiu atliekama nusileidžianti aortografija. Įvertinamas minimalus AAL skersmuo, ilgis, aortos ampulės dydis. Leidžiama COOK spiralė du kartus didesnė už minimalų AAL skersmenį. Viena spiralės apvija išskleidžiama plaučių arterijoje, kitos – aortos pusėje. Spiralė atskiriama nuo leidimo sistemos. Po 10 minučių kartojama aortografija. Išlikus nuos-

rūviui, įleidžiama kita spiralė. Visą parą intraveniškai skiriami antibiotikai. Esant AAL rekanalizacijai per vienus metus, spiralė įvesta pakartotinai.

Rezultatai

89 atsiskiriančios COOK spiralės įleistos 75 pacientams, keturiems iš jų atliekant pakartotinę kateterizaciją. Pacientų amžius procedūros metu nuo 2 mėnesių iki 53 metų, svoris nuo 3,8 iki 67 kg. AAL pasiskirstymas pagal anatomicinius tipus pateikiamas 1 ir 2 lentelėse. Daugiausia nustatyta A tipo AAL – 59 atvejai (78,6%); B tipo AAL nebuvo. AAL ilgis 4–22 mm (vidurkis 8,66 ± 6,65 mm), AAL skersmuo ties aorta 1–15 mm (vidurkis 5,78 ± 3,63 mm).

Matuojant angiografiškai, AAL minimalus skersmuo buvo nuo 0,6 mm iki 4 mm (vidurkis 1,86 ± 0,74 mm). Procedūros rezultatai priklausomai nuo AAL dydžio pateikiami 3 lentelėje. Geriausias efektas buvo pirmos pa-

cientų grupės, kai operacinėje AAL visiškai uždarytas 80% atvejų, o po vienu metų visų ligonių. Kelios spirales įleistas 18,7% (14/75) pacientų (3 lentelė). Dažniausiai kelios spirales reikalingos didesnių AAL grupėse (34,3%) ir tik 5% pirmoje grupėje. Po AAL užkimšimo vidutinė ligonių hospitalizacijos trukmė – dvi paros.

Pirmos grupės buvo 40 ligonių, amžius 9 mėn. – 35 metai (vidurkis $9,14 \pm 6,81$ m.), kurių AAL minimalus skersmuo nuo 0,6 mm iki 1,9 mm, vidutinis ilgis $8,75 \pm 3,52$ mm, vidutinis MTM/MTD $1,32 \pm 1,31$. Vienam ligoniui įleistas dvi spirales užkimšo plaučių arteriją – spirales pašalintos perkatereteriniu būdu, ligonis operuotas. Iškart po procedūros minimalus nuosruvis angiografiškai buvo matomas 8 (20%) pirmos grupės ligoniams – AAL buvo A tipo, jo ilgio vidurkis 8 mm. Šešiams ligoniams nuosrūvio echokardiografijos tyrimo metu nebuvo po 6 mėnesių, dviem ligoniams nuosrūvis išnyko po metų. Trims ligoniams (7,5%) po procedūros echokardiografiškai buvo nustatytas spirales išsikūlimas į nusileidžiančiąją aortą – AAL buvo A tipo, jo ilgio vidurkis 10 mm. Kraujotakos turbulencijos, gradiento nusileidžiančiojoje aortoje negauta iškart po procedūros, po vieno mėnesio ir po šešių mėnesių. Dviem ligoniams (5%) spirales išsikūlimas rastas ir kairiojoje plaučių arterijos šakoje, stenozės požymių nebuvo. Šios grupės dviem ligoniams buvo įleista po dvi spirales. Hemolizės šlapime nebuvo nė vienam ligoniui. Echokardiografiškai šios grupės pacientų kairiojo skilvelio skersmuo (KSdd) po procedūros stebėjimo laikotarpiu nesikeitė.

Antros grupės 29 pacientų amžius 2 mėn. – 53 metai (vidurkis $7,4 \pm 9,82$ m.), vidutinis AAL ilgis $8,48 \pm 3,82$ mm, vidutinis MTM/MTD $2,06 \pm 1,07$. Po dvi spirales įleista 10 šios grupės ligonių, dviem iš jų antra spirale įleista per pakartotinę kateterizaciją. Iš jų trejų metų ligoniui įleistas dvi spirales užkimšo plaučius, jos pašalintos per kateterį, ligonis operuotas [9]. Dviem ligoniams (7,4%), įleidus po dvi spirales, po procedūros buvo vidutinis ir didelis nuosrūvis, po aštuonių valandų išsivystė hematurija, pacientai operuoti. Vienas ligonis buvo 2,5 mėnesio, kitas dvejų metų. Šių pacientų AAL buvo A tipo, 2,5 mm skersmens ties siauriausia vieta, latakų ilgis 6 mm ir 7 mm, prieš procedūrą buvo vidutinis ir gausus nuosrūvis per lataką. Devyniems pacientams liko nuosrūvis po procedūros, septyniems po 24 valandų. Šešių pacientų AAL buvo A tipo, vienam – C tipo, latakas ties siauriausia vieta 2,3 mm ilgio, vidurkis 8,6 mm. Iš jų penkiems ligoniams nuosrūvis buvo nereikšmingas, trims

nuosrūvio neliko po metų. Vienam pacientui liko nereikšmingas nuosrūvis po metų (53 metų moteriai). Aštuonerių metų pacientui mažas nuosrūvis per metus nesikeitė – AAL buvo D tipo, trumpas 4 mm siauro skersmens AAL ties aortiniu galu. Po vienerių metų AAL pakartotinai užkimštas, liekamojo nuosrūvio nebuvo. KSdd šios grupės pacientų sumažėjo vidutiniškai nuo 4,8 cm iki 4,2 cm.

Trečios grupės buvo šeši pacientai, 3–20 metų (vidurkis $11,57 \pm 6,68$ m.), vidutinis AAL ilgis $8,5 \pm 4,04$ mm, vidutinis MTM/MTD $2,21 \pm 0,97$. Dviem pacientams įleista po dvi spirales, vienam per pakartotinę kateterizaciją. Vienam ligoniui (10%) po procedūros liko vidutinis nuosrūvis – AAL 3 mm ties siauriausia vieta, C tipas, trumpas 5 mm, be sąsmaukos, neišplatėjęs ties AAL aortiniu galu. Stebint dinamiką nuosrūvis nemažėjo, po metų pakartotinai įleista spirale, po 6 mėnesių liko nedidelis nuosrūvis. Vienam ligoniui panaudojus dvi 8 mm spirales sėkmingai uždarytas 4 mm AAL. Kitų penkių pacientų AAL užkimštas sėkmingai. KSdd vidutiniškai sumažėjo nuo 5,5 cm iki 4,3 cm.

Diskusija

AAL uždarymą perrišant lataką chirurginiu būdu pirmą kartą aprašė *Gross* ir *Hubbart* 1939 metais. Paskelbta daug straipsnių apie sėkmingą ir saugų AAL uždarymą chirurginiu būdu. Tačiau nevisiškas uždarymas ar latakų rekanalizacijos atvejai lemia liekamąjį nuosrūvį, literatūroje nurodoma 6–23% [10]. Chirurginės komplikacijos – laringinio ir diafragmos nervų pažeidimai [6]. Kaip operacinio gydymo alternatyva pradėta AAL uždaryti perkatereteriniu būdu. Morfologiškai skiriama daug latakų anatominių variantų. Plačiai taikoma Kričenko klasifikacija [8]. Remiantis šia metodika, pagal siauriausią AAL vietą kaip žymeklį skiriamos penkios AAL anatomicinės grupės (A, B, C, D, E). A tipas yra pagrindinis, 80% visų atvejų [6], mūsų studijoje – 78,6%. Perkatereterinis AAL uždarymas naudojant *Gianturco* spirales plačiai taikomas nuo 1992 metų. Tačiau šis metodas turėjo trūkumų dėl dažnų embolizacinių komplikacijų – jų dažnis, įvairių šaltinių duomenimis, iki 16% [11]. 1993 metais buvo pritaikytos atsiskiriančios COOK spirales, 1996 metais atsiskiriančios *Flipper* spirales [12–14]. Pastaruoju metu yra daug pasirinktinių AAL užkimšimo priemonių, tačiau du metodai taikomi plačiausiai – atsiskiriančios COOK spirales ir *Amplatz* latakų kamščiai [15].

Vilniaus universiteto Širdies ir kraujagyslių ligų klinikoje echoskopiskai atrinkus ligonius, kurių minimalus AAL skersmuo < 3 mm, taikytas AAL užkimšimas COOK atsiskiriančiomis spiralėmis. AAL užkimšti spiralėmis naudojamas antegradinis arba retrogradinis metodas [13] – mūsų klinikoje tik vienam mažam vaikui buvo pritaikyta antegradinė metodika. Geriausių rezultatų buvo pirmos ligonių grupės, kai operacinėje AAL užsikimšo 80% atvejų, po šešių mėnesių 87,5%, po metų 100%. Europos registro duomenimis, AAL COOK spiralėmis operacinėje užsidaro 59% ligonių (naudojant kelias spirales – iki 100%), po metų 95% [16].

Kai AAL < 2 mm, dauguma autorių rekomenduoja vieną spiralę, kai > 2 mm – kelias spirales [9]. Literatūroje pažymima, kad spiralės taikomos ir iki 4 mm AAL (kai kurie autoriai AAL užkimšti taikė net 6 spirales), tačiau rekomenduojama COOK spirales naudoti, kai AAL minimalus skersmuo < 3 mm [1; 17], esant minimaliam AAL > 3 mm, rekomenduojama *Amplatz* latako kamštis, Gianturco-Grifka kraujagyslinis kamštis, Nit-Occlud kimšimo priemonė arba chirurginis gydymas [18]. Kol kas klinikoje uždaromi tik maži latakai, nes neturima priemonių didesniems uždaryti.

Liekamojo nuosrūvio rizika padidėja, kai minimalus AAL skersmuo > 2,5 mm, tai leidžia teigti ir tirtų ligonių duomenys. Daugelis liekamųjų nuosrūvių užsidaro spon-

taniškai, bet kartais reikia pakartotinai taikyti procedūrą [19]. Pakartotinai spiralės įvestos dažniausiai esant AAL > 2 mm (18,7% atvejų). Tai atitinka literatūros duomenis.

Dažniausios AAL transkateterinio uždarymo komplikacijos – spiralių embolizacija (iki 3,8%), hemolizė (0,9%), kairės plaučių šakos stenozavimas, aortos stenozavimas, infekcija, kraujavimo problemos, perforacija [16, p. 1]. Mūsų studijoje pasitaikė dvi masyvios hemolizės, kai prireikė chirurginės intervencijos, du atvejai, kai spiralės užkimšo plaučių arteriją (spiralės pašalintos transkateteriniu būdu). Trims pacientams echoskopiskai buvo matomas spiralės išsikišimas į aortą, dviem – į plaučių arteriją, tačiau stenozavimo požymių nebuvo. Šie ligoniai buvo pirmos stebėjimo grupės su maža aortine ampule. Panašiais atvejais literatūroje siūloma AAL uždaryti trumpomis trijų apvijų COOK spiralėmis [20].

Išvados

Perkateterinis AAL uždarymo COOK spiralėmis būdas yra saugi chirurginio gydymo alternatyva, mažiau invazivus, saugus, ekonomišką gydymo metodas. Procedūra yra trumpesnė, greitesnis pasveikimo laikotarpis, yra kosmetinis efektas. Metodas veiksmingas uždarant mažus ir vidutinius AAL (iki 3 mm).

LITERATŪRA

1. Kobayashi T, Tomuota H, Fuse S, Takamuro M, Hatakeyama K, Horita N, Tsutsumi H. Coil Occlusion for Patent Ductus Arteriosus Larger Than 3mm. *Circ J* 2005; 69: 1271–1274.
2. Moore JW, Daniel S, Levi DS, Motore SD, Schneider DJ, Farhouch Berdjis F. Interventional Treatment of Patent Ductus Arteriosus in 2004. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 64: 91–101.
3. Portsman W, Wierny L, Warnke H. Closure of the persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *Ger Med Mon* 1967; 12: 259–261.
4. Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore JW. Percutaneous closure of the small (less than 2.5 mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. *Am J Cardiol* 1992; 69: 815–816.
5. Uzun O, Hancock S, Parsons JM, Dickinson DF, Gibbs JL. Transcatheter occlusion of the arterial duct with COOK detachable coils: Early experience. *Heart* 1996; 76: 269–273.
6. Krasuski RA. Patent Ductus Arteriosus Closure. *J Intervent Cardiol* 2006; 19: S60–S66.

7. Santoro G, Bigazzi MC, Palladino MT, Sarubbi B, Scarpati C, D'Alto M, Russo MG, Calabro R. Percutaneous treatment of moderate-to-large patent ductus arteriosus with different devices: early and mid-term results. *Ital Heart J* 2005; 6 (5): 396–400.
8. Krichenko A, Benson L N, MD, Burrows P, McLaughlin P, Freedom R M. Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *American journal of cardiology* 1989; 1: 877–880.
9. Gumbienė L., Čibiras S., Kosinskas E. Atviro arterinio latako perkateterinis uždarymas COOK atsiskiriančiomis spiralėmis – ankstyvieji rezultatai (Patent ductus arteriosus occlusion with detachable COOK coils-early results). *Medicina* 2001; 37: 1151–1153.
10. Podnar T, Masura J. Transcatheter Occlusion of Residual Patent Ductus Arteriosus After Surgical Ligation. *Pediatr Cardiol* 1999; 20: 126–130.
11. Galal MO. Advantages and Disadvantages of Coils for Transcatheter Closure of Patent Ductus Arteriosus. *Journal of Interventional Cardiology* 2003; 16: 157–163.

12. Podnar T, Gavora P, Jozef Masura J. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus: complementary use of detachable COOK patent ductus arteriosus coils and Amplatzer duct occluders. *Eur J Pediatr* 2000; 159: 293–296.
13. Grifka RG. Transcatheter Closure of the Patent Ductus Arteriosus. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2004; 61: 554–570.
14. Walsh KP. Advanced Embolisation Techniques. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 275–288.
15. Andrews RE, Tullah RMR. Interventional cardiac catheterisation in congenital heart disease. *Arch Dis Child* 2004; 89: 1168–1173.
16. Magee AG, Huggon IC, Seed PT., Qureshi SA, M. Tynan M. Transcatheter coil occlusion of the arterial duct. Results of the European Registry. *European Heart Journal* 2001; 22: 1817–1821.
17. Hijazi ZM, Catheter Closure of Ductus Arteriosus in Adolescents and Adults: What to use? *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2002; 55: 519–520.
18. Arora R, Sengupta PP., Thakur AK, Mehta V, Vijay Trekan V. Device Closure of Patent Ductus Arteriosus. *J Interven Cardiol* 2003; 16: 385–391.
19. Donnell CO, Neutze JM, Skinner JR, Wilson NJ. Transcatheter patent ductus arteriosus occlusion: Evolution of techniques and results from the 1990s. *J. Paediatr. Child Health* 2001; 37: 451–455.
20. Anil SR, Sivakumar K, Kumar RK. Coil occlusion of the small patent arterial duct without arterial Access. *Cardiol Young* 2002; 12: 51.