

## اثرات شنت سیستمیک به شریان ریوی بر شاخص های شریان ریوی کودکان مبتلا به آترزی شریان ریوی همراه با نقص دیواره بین بطنی

\*\*

\*

### چکیده:

یکی از رایج ترین اقدامات درمانی در بیماران مبتلا به آترزی شریان ریوی عمل شنت می باشد. با توجه به اختلاف نظر محققین در مورد اثرات شنت در رشد شاخه های شریان ریوی، این مطالعه به منظور بررسی نتایج اثرات شنت در افزایش شاخص های شریان ریوی در بیماران مبتلا به آترزی شریان ریوی همراه با نقص دیواره بین بطنی انجام شده است. برای انجام این مطالعه ۱۹ بیمار با آترزی شریان ریوی همراه با نقص دیواره بین بطنی که تحت عمل جراحی شنت قرار گرفته و قبل و بعد از شنت آنژیوگرافی شده بودند، انتخاب شدند. یافته های مربوط به شاخص های شریان ریوی قبل و بعد از شنت و در گروه های مختلف از نظر قطر شنت و مدت زمان پیگیری توسط آزمون های ویلکوکسون و کروسکال والیس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.  $P < 0/05$  معنی در نظر گرفته شد. میانگین سنی بیماران در موقع عمل جراحی  $5 \pm 3/6$  سال بود. در ۱۰ بیمار (۵۳٪) شنت گورتکس چپ، در ۸ مورد (۴۲٪) شنت راست و در یک مورد (۵٪) شنت مرکزی انجام شده بود. میانگین شاخص ناکاتا از  $310/48$  به  $351/33$  میلی متر بر متر مربع ( $P = 0/08$ ) و میانگین شاخص مک گان از  $1/45$  به  $1/56$  ( $P = 0/23$ ) افزایش یافت. شاخص مک گان در شنت راست و به خصوص در سال های اول بعد از عمل شنت افزایش معنی دار داشت ( $P = 0/01$ ). شاخص های شریان ریوی در شنت های با قطر متفاوت تغییر معنی داری پیدا نکردند. تنگی شدید در محل شنت تنها در یک مورد مشاهده شد. با توجه به این مشاهدات می توان گفت که عمل شنت اقدام جراحی تسکینی مناسبی در بیماران مبتلا به آترزی شریان ریوی می باشد که گرچه در بیماران بالای ۲ سال تغییرات معنی داری در افزایش شاخص های شریان ریوی ایجاد نمی نماید ولی کیفیت زندگی بیمار را بهبود می بخشد و ممکن است با رشد نسبی شاخه های شریان ریوی بیمار را آماده ترمیم کامل جراحی در سال های بعد بنماید. در ضمن عوارض مهم شنت در مواردی که عمل جراحی بعد از ۲ سالگی انجام شده باشد، کمتر دیده می شود.

واژه های کلیدی: آترزی شریان ریوی، نقص دیواره بین بطنی، شنت، شاخص های شریان ریوی (ناکاتا، مک گان).

### مقدمه:

اندازه مناسب باشند امکان ترمیم کامل جراحی وجود دارد (۱۸). این ترمیم شامل برقراری ارتباط بین بطن راست و شریان ریوی توسط یک رابط لوله ای مجهز به یک دریچه (Valve Conduit) و بستن VSD می باشد. در مواردی که شاخه های شریان ریوی هیپوپلاستیک بوده و آناتومی مناسبی نداشته باشند، یا علاوه بر موارد مذکور ارتباطات شریانی متعدد (Collateral) بین شرایین سیستم

آترزی شریان ریوی همراه با نقص دیواره بین بطنی (Ventricular Septal Defect=VSD)، یک بیماری مادرزادی قلبی بسیار پیچیده می باشد. مهم ترین عامل مؤثر در درمان جراحی و آینده این بیماران نحوه جریان خون شریان ریوی است و ساختمان داخل قلبی این بیماران در درجه بعدی اهمیت قرار دارد. در مواردی که شاخه های شریان ریوی مرتبط با هم (Confluent) و با

\*استادیار و فوق تخصص بیماریهای قلب کودکان-دانشگاه علوم پزشکی: شهرکرد-بیمارستان هاجر-بخش اطفال- تلفن: ۰۳۸۱-۲۲۲۰۰۱۶

داخلی ۲۷۷. (مؤلف مسئول).

\*\*استادیار فوق تخصص بیماری های قلب کودکان-دانشگاه علوم پزشکی ایران.

Convenience Sampling=). شرایط ورود به مطالعه عبارت بود از وجود آترزی شریان ریوی همراه با VSD (با یا بدون بیماری قلبی همراه دیگر) در کودکانی که تحت عمل جراحی شنت (از نوع گورتکس راست، چپ یا مرکزی) قرار گرفته بودند، قبل و بعد از عمل جراحی آنژیوگرافی شده و فیلم آنژیوگرافی آنها موجود بود. بیمارانی که کولاترال بزرگ یا متعدد یا مجرای شریانی باز (patent ductus arteriosus=PDA) با اندازه بزرگ داشتند از مطالعه حذف شدند.

تکنیک عمل جراحی به این صورت بود که قفسه سینه بیمار در سمت راست یا چپ (فضای بین دنده‌ای چهارم) و یا در خط وسط (در موارد شنت مرکزی) باز می‌شد، شنت با استفاده از گرافت پلی تترافلورواتیلن (Gore-Tex) بین شریان ساب کلاوین و شاخه شریان ریوی همان طرف و در موارد شنت مرکزی بین آئورت و شریان ریوی با استفاده از روش‌های استاندارد جراحی برقرار می‌شد.

اطلاعات مربوطه به سن، جنس، بیماری قلبی همراه، سن بیمار در زمان آنژیوگرافی ابتدایی و عمل جراحی، نوع عمل جراحی شنت، اندازه گورتکس انتخاب شده، مدت زمان بین عمل شنت و آنژیوگرافی نوبت دوم، مدت زمان پیگیری بعد از عمل شنت به کمک چک لیست از پرونده بیمار جمع‌آوری گردید.

اطلاعات مربوط به شکل و اندازه شاخه‌های شریان ریوی (قبل و بعد از عمل جراحی) با مشاهده فیلم آنژیوگرافی بیمار جمع‌آوری شد. بررسی‌های انجام شده بر روی آنژیوگرام عبارت بود از: اندازه گیری قطر هر یک از شاخه‌های شریان ریوی قبل از انشعاب اولین شاخه و قطر آئورت نزولی در سطح دیافراگم در نمای روبرو. روش اندازه گیری بدین صورت بود که فیلم بیمار را بر روی کاغذ انداخته و توسط خط کش قطر هر یک از شاخه‌های شریان ریوی و قطر آئورت نزولی بر حسب

میک و شاخه‌های شریان ریوی موجود باشد، بیمار مورد مناسبی برای اعمال جراحی تسکینی (Palliative) می‌باشد. این اقدامات شامل برقراری ارتباط بین شریان‌های سیستمیک و شاخه‌های شریان ریوی (Shunt) و یا تک کانونی کردن (Unifocalization) منابع خون رسانی شریان ریوی در موارد وجود کولاترال‌های متعدد می‌باشد (۱۴).

انجام اقدامات جراحی تسکینی که در اکثر این بیماران برای ادامه حیات ضروری می‌باشد، پیش‌آگهی بیماران را بهبود بخشیده است (۳). برقراری شنت سیستمیک به شریان ریوی شایع‌ترین عمل تسکینی است که در این بیماران انجام می‌گیرد و علیرغم تمایل به ترمیم کامل اولیه در بسیاری از بیماری‌های سیانوتیک در سنین پایین، هنوز شنت نقش مهمی در درمان و بهبود وضعیت بیماران شدیداً سیانوتیک، بدحال و بیماران با آناتومی نامناسب شاخه‌های شریان ریوی دارد. شنت، اکسیژن‌گیری بافتی و کیفیت زندگی بیمار را بهتر می‌کند و در مواردی باعث رشد بیشتر و قرینه شاخه‌های شریان ریوی شده، بیمار را آماده ترمیم کامل می‌نماید (۸).

با توجه به اختلاف نظر محققین در مورد اثرات شنت بر رشد شاخه‌های شریان ریوی و بروز عوارضی از قبیل تنگی و از بین رفتن ساختمان طبیعی (distortion) شاخه‌های شریان ریوی در محل شنت (۸)، این مطالعه به منظور بررسی نتایج شنت در ایجاد تغییر در شاخص‌های شریان ریوی و ایجاد عوارض انجام گردید.

## مواد و روشها:

در این مطالعه پرونده کلیه بیماران مبتلا به آترزی شریان ریوی همراه با VSD بستری شده در طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۷ هجری شمسی در بیمارستان قلب شهید رجایی بررسی شدند. از بین آنها ۱۹ مورد دارای شرایط مطالعه بودند (روش نمونه‌گیری آسان

مشاهدات و اندازه گیری های فوق با نظر توافقی دو نفر متخصص قلب کودکان انجام گردید. به دلیل نرمال نبودن توزیع متغیرهای مورد بررسی، از آزمون های غیر پارامتری برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد. شاخص های شریان ریوی (ناکاتا و مک گان) و تغییر قطر شاخه های شریان ریوی در دو نوع شنت راست و چپ، قبل و بعد از جراحی به کمک آزمون ویلکوکسون (Wilcoxon Signed Ranks Test) مقایسه گردید.

تغییرات شاخص های فوق بعد از جراحی در بین سه نوع شنت انجام شده (گورتکس راست، چپ و مرکزی) و نیز در گروه های مختلف از نظر قطر شنت و مدت پیگیری با آزمون کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این آزمون های آماری بیماران بر اساس مقدار متغیر کمی یا رتبه ای مورد نظر از مقدار کم به زیاد مرتب شده و رتبه آنها مشخص می گردد و سپس در هر گروه، میانگین رتبه بیماران بر اساس متغیر مورد نظر با هم مقایسه می شود.

میلی متر اندازه گیری شد. حتی الامکان اندازه گیری ها در سیکل قلبی سیستول و در یک لحظه فیلم (Frame) صورت گرفت. اگر امکان همه اندازه گیری ها در یک Frame نبود، سعی می شد در Frame دیگر در سیکل سیستول انجام گیرد. اندازه همه کاترها در موقع آنژیوگرافی ثبت شده بود و فاکتور بزرگنمایی با توجه به اندازه واقعی کاترها در نظر گرفته شد و اندازه واقعی قطر شاخه ها با احتساب بزرگنمایی محاسبه گردید. شاخص های شریان ریوی شامل شاخص مک گان و ناکاتا بود که به صورت زیر محاسبه گردید (۲).

شاخص مک گان =  $\frac{\text{قطر شاخه راست شریان ریوی} + \text{قطر شاخه چپ شریان ریوی}}{\text{قطر آنورت نزولی در سطح دیافراگم}}$

سطح مقطع شاخه چپ شریان ریوی (میلی متر مربع) + سطح مقطع شاخه راست شریان ریوی (میلی متر مربع)

شاخص ناکاتا =  $\frac{\text{سطح بدن (متر مربع)}}{\text{ریوی (میلی متر مربع)}}$

سطح بدن (متر مربع)

برای بررسی تنگی و distortion شاخه های شریان ریوی، آنژیوگرام قبل و بعد از عمل مطالعه شد. کلیه

### جدول شماره ۱: شاخص های مرکزی و پراکندگی قطر شاخه های شریان ریوی و اندازه شاخص های ریوی قبل و بعد

از عمل جراحی شنت

پارامترهای شریان ریوی	حداقل	حداکثر	انحراف معیار ± میانگین
قطر شاخه راست شریان ریوی قبل از عمل (میلی متر)	۴/۶	۲۰/۶	۱۰/۶۲ ± ۳/۸۴
قطر شاخه راست شریان ریوی بعد از عمل (میلی متر)	۶	۲۰/۶	۱۳/۶۲ ± ۴/۱۱
قطر شاخه چپ شریان ریوی قبل از عمل (میلی متر)	۵/۳	۱۶	۹/۶۱ ± ۳/۴۷
قطر شاخه چپ شریان ریوی بعد از عمل (میلی متر)	۶/۶	۲۰	۱۱/۹۹ ± ۳/۶۰
شاخص ناکاتا قبل از عمل (میلی متر بر متر مربع)	۶۲/۲	۷۶۱	۳۱۰/۴۸ ± ۱۶۴/۵۴
شاخص ناکاتا بعد از عمل (میلی متر بر متر مربع)	۶۸/۴	۵۹۸/۷	۳۵۱/۳۳ ± ۱۵۸/۵۹
شاخص مک گان قبل از عمل	۰/۸۴	۲/۶۰	۱/۴۵ ± ۰/۴۴
شاخص مک گان بعد از عمل	۰/۹۵	۲/۲۸	۱/۵۶ ± ۰/۴

همه اندازه گیری ها بر اساس آنژیوگرام قبل و بعد از عمل جراحی شنت انجام شده است.

کلیه داده‌های کمی به صورت میانگین±انحراف معیار محاسبه شد. در تحلیل‌های آماری انجام شده  $P < 0.05$  معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## نتایج:

تعداد بیماران واجد شرایط مطالعه ۱۹ نفر بودند که در ۱۳ مورد فقط آترزی شریان ریوی و نقص دیواره بین بطنی وجود داشت. علاوه بر موارد مذکور در ۴ بیمار جابجائی عروق بزرگ و در ۲ بیمار آترزی درپچه تری کوسپید نیز وجود داشت. ۱۴ بیمار (۷۳/۷٪) مذکر و ۵ بیمار (۲۶/۳٪) مؤنث بودند. متوسط سنی بیماران در زمان مراجعه ۳/۶±۵ سال، متوسط سنی در زمان عمل ۳/۶±۵ سال و متوسط زمان بین عمل جراحی و آنژیوگرافی بعد از عمل ۲/۰۸±۳/۶۳ سال بود. در ۸ بیمار (۴۲/۴٪) شنت گورتکس راست، در ۱۰ بیمار (۵۳٪) شنت گورتکس چپ و در یک مورد (۵/۳٪) شنت مرکزی انجام شده بود. شنت گورتکس ۴ میلی متری در ۲ مورد (۱۰/۶٪)، ۵ میلی متری در ۱۱ مورد (۵۸/۳٪) و ۶ میلی متری در ۶ مورد (۳۱/۸٪) استفاده شده بود. سایر اطلاعات مربوط به قطر شاخه‌های شریان ریوی و اندازه شاخص‌های شریان ریوی قبل و بعد از عمل جراحی در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

میانگین شاخص ناکاتا قبل از جراحی  $351/33 \pm 158/59$  و پس از جراحی  $310/48 \pm 164/54$  میلی‌متر بر متر مربع بود. در ۵ بیمار (۲۶/۳٪) این شاخص کاهش و در ۱۴ مورد (۷۳/۷٪) افزایش داشته است.

مقایسه این شاخص قبل و بعد از جراحی نشان داد که این شاخص با انجام شنت به ظاهر افزایش یافته است، هر چند که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست ( $P=0/08$ ) (جدول شماره ۲).

میانگین شاخص مک گان قبل از جراحی  $1/45 \pm 0/44$  و پس از جراحی  $1/56 \pm 0/40$  بود. این شاخص در ۶ مورد (۳۱/۵٪) کاهش و در ۱۳ مورد (۶۹/۵٪) افزایش یافته بود. با مقایسه این شاخص قبل و بعد از شنت مشاهده شد که این شاخص گرچه به ظاهر کمی افزایش یافته ولی از نظر آماری این افزایش معنی‌دار نبود ( $P=0/23$ ) (جدول شماره ۲).

در شنت‌های با قطر متفاوت شاخص‌های ناکاتا و مک گان تفاوت قابل ملاحظه‌ای پیدا نکردند (به ترتیب  $P=0/76$  و  $P=0/56$ ). در زمان‌های مختلف پیگیری نیز تغییرات شاخص ناکاتا معنی‌دار نبود ( $P=0/16$ ) ولی تغییرات شاخص مک گان معنی‌دار بود ( $P=0/01$ ). بدین معنی که بیشترین افزایش در شاخص مک گان در ۲ سال اول بعد از شنت بوده و بعد از آن با گذشت زمان

## جدول شماره ۲: توزیع فراوانی و فراوانی نسبی بیماران مورد مطالعه بر اساس تغییرات شاخصهای ناکاتا و مک گان قبل و

پس از انجام شنت

P	تغییرات			بدون تغییر	شاخص شریان ریوی
	کاهش	افزایش	کل		
	(درصد) تعداد	(درصد) تعداد	(درصد) تعداد		
0/08	5 (26/3)	14 (73/7)	19 (100)	0	ناکاتا
0/23	6 (31/5)	13 (69/5)	19 (100)	0	مک گان

علیرغم افزایش شاخص‌های شریان ریوی در تعداد بیشتری از بیماران، ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست.

**جدول شماره ۳:** مقایسه افزایش میانگین رتبه شاخص های مک گان و ناکاتا در زمان های مختلف پیگیری متعاقب عمل جراحی شنت

افزایش میانگین رتبه	شاخص ناکاتا	زمانهای مختلف پیگیری بعد از عمل (سال)
<۲	۱۳/۳۳	۱۵/۰۸
۲-۴	۷/۱۷	۹/۵۸
>۴	۹/۵۷	۶

$pnakata=0.16$ ,  $pmcgoon=0.01$  که نشان دهنده تغییرات معنی دار شاخص مک گان در مقایسه با تغییرات ناکاتا به خصوص در چند سال اول بعد از عمل می باشد

افزایش این شاخص کمتر شده است (جدول شماره ۳). با در نظر گرفتن نوع شنت، شاخص های مک گان و ناکاتا هر دو در شنت های راست نسبت به شنت های چپ افزایش بیشتری یافته بودند، هر چند که این افزایش در مورد شاخص مک گان از نظر آماری معنی دار بود ( $P=0/04$ )، اما در مورد شاخص ناکاتا معنی دار نبود ( $P=0/42$ ).

در پیگیری به عمل آمده در مدت زمان متوسط  $4/89 \pm 2/81$  سال پس از عمل جراحی، پنج بیمار (۲۶/۵٪) شرایط مناسب برای ترمیم کامل جراحی داشتند.

## بحث:

یکی از اثرات مهم شنت سیستمیک به شریان ریوی عبارت است از افزایش جریان خون شریان ریوی که در مواردی باعث افزایش شاخص های شریان ریوی می گردد. شاخص های متعددی برای شاخه های شریان ریوی بیان شده است که شامل اندازه شاخه شریان ریوی راست (۲)، شاخص های مک گان و ناکاتا (۲،۲)، نسبت قطر شاخه شریان ریوی به قطر آئورت صعودی (۱۹) و یا نزولی (۱۶،۱۳،۱۱،۹،۶) می باشد. در

این مطالعه از شاخص های ناکاتا و مک گان استفاده شده است که روش محاسبه ساده ای داشته و نیاز به نوموگرام ندارند (۴).

در مطالعات متعددی اثرات مفید شنت های سیستمیک به شریان ریوی در افزایش شاخص های شریان ریوی ذکر شده است (۲،۹،۱۰). در مطالعه حاضر گرچه شاخص های ناکاتا و مک گان بعد از شنت افزایش یافته اند (تغییرات مک گان قابل ملاحظه تر از تغییرات ناکاتا بود)، ولی تغییرات ایجاد شده معنی دار نیست (به ترتیب  $P=0/23$ ،  $P=0/08$ ).

در مطالعاتی که افزایش قابل توجه شاخص های شریان ریوی باثبات رسیده است، متوسط سنی بیماران موقع عمل شنت کمتر از ۲ سال و در بعضی مطالعات حتی کمتر از ۲ ماه و ۶ ماه عنوان شده است (۲،۹،۱۰) و از آنجائی که بیشترین رشد شاخه های شریان ریوی قبل از ۲ سالگی می باشد (۱۵)، احتمالاً علت اصلی افزایش قابل توجه شاخص های شریان ریوی در این مطالعات انجام عمل شنت قبل از ۲ سالگی بوده که بیشترین پتانسیل برای رشد شاخه های ریوی وجود داشته است، حال آنکه میانگین سن افراد مورد مطالعه در این بررسی در زمان انجام شنت ۵ سال بوده است. بنابراین برای کمک به رشد شاخه های شریان ریوی و افزایش شاخص های ریوی توصیه می گردد که حتی الامکان شنت این بیماران در سنین قبل از ۲ سال انجام گردد.

همچنین محدود بودن تعداد افراد در این مطالعه نسبت به پژوهش های قبلی در پیدایش اختلاف بین نتایج بی تأثیر نمی باشد. ولی به هر حال با در نظر گرفتن اینکه در پیگیری نهایی ۲۶/۵٪ بیماران، مورد تصحیح کامل جراحی قرار گرفته اند، خود نشان دهنده اثرات مفید شنت در افزایش قطر شاخص های شریان ریوی و آماده کردن بیمار جهت انجام ترمیم کامل جراحی می باشد. در این مطالعه اندازه شنت، ارتباط قابل ملاحظه ای

بیشتر در مواردی گزارش شده که عمل شنت بر روی کودکان با سن پائین انجام شده بود (۲۱،۱۹،۷،۵،۱)، این در حالی است که سن بیماران بررسی شده در مطالعه حاضر نسبت به بیماران مطالعات قبلی بالاتر بوده است. به طوری که در این مطالعه سن متوسط موقع عمل ۵ سال بوده در حالی که در مطالعات دیگر ۲۰ ماه و ۲ ماه ذکر شده است (۱۲،۷).

به عنوان نتیجه گیری نهایی می توان گفت که برای حصول نتایج بهتر در کودکان مبتلا به آترزی شریان ریوی در صورتی که عمل شنت قبل از ۲ سالگی انجام گردد تاثیر بهتری از نظر رشد شاخه های شریان ریوی و در نتیجه افزایش شاخص های شریان ریوی ایجاد می نماید هر چند ممکن است به همان نسبت عوارض شنت بیشتر شود. ضمناً گر چه تغییرات بوجود آمده در شاخه راست نسبت به چپ بر حسب قطر شنت استفاده شده از نظر آماری قابل توجه نمی باشد ولی در این مطالعه چنین بنظر می رسد که رشد شاخه راست به مراتب بهتر از شاخه چپ بوده که احتمالاً به دلیل برقراری جریان بهتر خون به دنبال شنت در این شاخه می باشد.

### تشکر و قدردانی:

لازم می دانیم از آقای دکتر بابک فلاحی سیچانی و آقای دکتر ساسان فلاحی سیچانی که در تحلیل آماری و تنظیم مطالب این مقاله نهایت همکاری را نمودند تشکر نمایم.

با افزایش شاخص های ناکاتا و مک گان نداشت (به ترتیب  $P=0/76$ ،  $P=0/65$ ). بنابراین بر اساس مطالعه حاضر به نظر می رسد در هنگام تصمیم به انجام عمل شنت در این گونه بیماران اندازه شنت بکار گرفته شده، چندان اهمیتی نداشته باشد. همچنین بیشترین افزایش شاخص های شریان ریوی (به خصوص شاخص مک گان) در دو سال اول پس از انجام شنت بوده و پس از این مدت از میزان افزایش، کاسته شده است. شاید علت این باشد که چون افزایش قطر شاخه های شریان ریوی وابسته به میزان جریان خون آن می باشد (۱)، در ابتدای انجام شنت که حداکثر جریان خون به طور ناگهانی برقرار می شود، در مدت زمانی کوتاه، قطر شاخه های شریان ریوی سریعاً افزایش می یابد و بعد به تدریج با افزایش وسعت بستر عروق ریه، سهم هر جزء بستر عروقی از جریان خون که مقداری ثابت است کاهش می یابد و همین مسئله بطئی شدن سرعت افزایش قطر شاخه های شریان ریوی را با گذشت زمان موجب می گردد.

از جمله عوارض شنت های سیستمیک به شریان ریوی، تنگی و distortion شاخه های شریان ریوی در محل شنت می باشد که در مطالعات متعدد، شیوع ۱۸٪-۵٪ برای این دو عارضه ذکر شده است (۱۷،۱۰،۸،۳) ولی در مطالعه حاضر، تنگی قابل توجه، تنها در یک مورد (۳/۵٪) و distortion در هیچ مورد مشاهده نگردید.

علت تفاوت در میزان شیوع چنین عوارضی ممکن است این باشد که در مطالعات قبلی تنگی و distortion

### References:

1. Borowski A.; Reinhardt H.; Schickendantz S.; Korb H. Pulmonary artery growth after systemic to pulmonary shunt in children with a univentricular heart and a hypoplastic pulmonary artery bed. Implication for fontan surgery. Jpn Heart J, 39: 671-5, 1998.
2. Brandt B.; Camacho JA.; Mohoney LT.; Heintz SE. Growth of the pulmonary arteries following Blalock-Taussig shunt. Ann Thorac Surg; 42(suppl): 1-4, 1986.
3. Calder AL.; Chan NS.; Clarkson PM.; Kerr AR.; et al. Progress of patients with pulmonary atresia after systemic to pulmonary arterial shunts. Ann Thorac Surg, 51: 401-7, 1991.

4. Cotrufo M.; Arciprete P.; Caianiello G. Right pulmonary artery development after modified Blalock-Taussig shunt in infants with pulmonary atresia, VSD and confluent pulmonary arteries. *Eur J Cardiothorac Surg*, 3: 12-5, 1989.
5. Freedom RM.; Pongiglione G.; Williams WG.; Truslor GA.; et al. Palliative right ventricular outflow tract construction for patients with pulmonary atresia, VSD, and hypoplastic pulmonary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 86: 24-36, 1983.
6. Gale AW.; Arciniegas E.; Green EW.; Blackstone EH.; et al. Growth of the pulmonary anulus and pulmonary arteries after the Blalock-Taussig shunt. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 77: 459-65, 1979.
7. Glodman G.; McCrindle BW.; Williams WG.; Freedom RM.; et al. The modified Blalock-Taussig shunt: clinical impact and morbidity in Fallot's tetralogy in the current era. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 114: 25-30, 1997.
8. Godart F.; Qureshi SA.; Simha A.; Deverall PB.; et al. Effects of modified and classic Blalock-Taussig shunts on the pulmonary arterial tree. *Ann Thorac Surg*, 66: 512-7, 1998.
9. Guyton RA.; Owens JE.; Waumett JD.; Dooley KJ.; et al. The Blalock-Taussig shunt. Low risk, effective palliation and pulmonary artery growth. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 85: 917-22, 1983.
10. Honda J. Growth of the pulmonary arteries and morphologic assessment after Blalock-Taussig shunts. *Nippon Kyobu Geka Gakkai Zasshi*, 41: 569-77, 1993.
11. Ilbawi MN.; Grieco J.; Deleon SY. Modified Blalock-Taussig shunt in newborn infants. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 88: 770-5, 1984.
12. Kulkarni H.; Rajani R.; Dalvi B. Effect of Blalock-Taussig shunt on clinical parameters, left ventricular function and pulmonary arteries. *J postgrad Med*, 41: 34-6, 1995.
13. McKay R.; De leval MR.; Rees P.; Taylor JFN.; et al. Postoperative angiographic assessment of modified Blalock-Taussig shunt using expanded polytetra fluoroethylene (Gore-Tex). *Ann Thorac Surg*, 30: 137-45, 1980.
14. O'leary P.; Mair D.; Edwards W.; Julsrud P.; et al. Pulmonary atresia and ventricular septal defect. In: Moss and Adom's, eds: *Heart disease in infants, children and adolescents: From Williams & Willkins*. Philadelphia: USA, 6<sup>th</sup> ed. 875-6, 2001.
15. Pavry AJ.; McElhinney DB.; Kung GC. Elective primary repair of acyanotic tetralogy of Fallot in infancy: overall outcome and impact on the pulmonary valve. *J Am Coll Cardiol*, 36: 2279-83, 2000.
16. Piehler JM.; Danielson GK.; McGoan DC.; Wallare RB.; et al. Management of pulmonary atresia with ventricular septal defect and hypoplastic pulmonary arteries by right ventricular out flow construction. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 80: 552-67, 1980.
17. Sachweh J.; Dabritz S.; Didilis V.; Pulmonary artery stenosis after systemic to pulmonary shunt operations. *Eur J Cardiothorac Surg*, 14: 229-34, 1998.
18. Tchervenkov CI.; Roy N. Congenital heart surgery nomenclature and database project: pulmonary atresia-ventricular septal defect. *Ann Thorac Surg*, 69: 597-105, 2000.
19. Tucker WY.; Turley K.; Ullyot DJ.; Ebert PA. Management of symptomatic tetralogy of Fallot in the first year of life. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 78: 494-501, 1979.
20. Ullom RL.; Sade RM.; Crawford FA.; Ross BA.; et al. the Blalock-Taussig shunt in infants: standard versus modified. *Ann Thorac Surg*, 44: 539-43, 1987.
21. Vobecky SJ.; Williams WG.; Trusler GA. Survival analysis of infants under age 18 months presenting with tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg*, 56: 944-50, 1993.