

## بررسی میزان فعالیت کودکان مبتلا به ترالوژی فالوت بعد از عمل جراحی ترمیم کامل با استفاده از قست ورزش و ارتباط آن با نوع تصحیح جراحی (با یا بدون پچ ترانس آنولار) تنگی مجرای خروجی بطن راست

دکتر پریدخت نخستین داوری، دکتر محمد باقر طباطبائی، دکتر محمود صمدی\*

\*بخش فوق تخصصی قلب کودکان، بیمارستان قلب شهید رجایی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

### چکیده

**سابقه و هدف:** تست ورزش تنها وسیله بررسی توانایی فیزیکی در کودکان می‌باشد. تمام روش‌های دیگر بررسی قلبی - عروقی در حین استراحت انجام می‌شوند و بنابراین قادر به دادن اطلاعات در هنگام فعالیت فیزیکی نیستند. شایعترین روش مورد استفاده در تست ورزش کودکان *maximal exercise* است و بهترین راه بررسی توانایی ظرفیت انجام کار (*working capacity*) استفاده از *Bruce treadmill protocol* می‌باشد و بهترین پیشنهاد برای انجام این تست ورزش بدنی است.

**مواد و روش‌ها:** در این بررسی ما ۴۰ بیمار را که تحت عمل جراحی کامل بیماری ترالوژی فالوت گرفته بودند، انتخاب کردیم. در ۱۹ بیمار تصحیح جراحی مجرای خروجی بطن راست با استفاده از پچ ترانس آنولار (*transannular patch*) و در ۲۱ بیمار تصحیح جراحی بدن استفاده از پچ ترانس آنولار صورت گرفته بود. تست ورزش بصورت *maximal treadmill* و با استفاده از پروتکل بروس در این دو گروه از بیماران انجام یافت و نتایج حاصله مورد مقایسه قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** میزان نارسانی دریچه ریوی (PI) در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۷۳/۷٪ و در گروه دیگر ۳۳/۳٪ بود. میزان تنگی مجرای خروجی بطن راست (PS) در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده بودند بیشتر از گروه دیگر بود (۵۲/۶٪ در برابر ۲۸/۷٪). متوسط حداقل مقادار فشار خون در طی ورزش در بیمارانی که با پچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۲۴/۸ mmHg و در گروه دیگر ۱۳۲ mmHg بود.

**نتیجه‌گیری و توصیه‌ها:** میزان نارسانی دریچه ریوی و همچنین متوسط حداقل مقادار فشار خون در در گروه دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود. اگرچه میزان متوسط ظرفیت انجام کار در گروهی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند، بهتر از گروه دیگر بود اما این تفاوت از نظر آماری فاقد ارزش بود. بهتر بودن نتایج تست ورزش در بیمارانی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند در ارتباط با میزان PS و PI پایین‌تر در این گروه از بیماران می‌باشد.

**وازگان کلیدی:** ترالوژی فالوت، پچ ترانس آنولار، ظرفیت انجام کار.

### مقدمه

امکان پذیر باشد، عمل جراحی بدون گذاشتن پچ ترانس آنولار و حفظ عملکرد دریچه ریوی انجام می‌گردد. چنانچه Z value دریچه ریوی قلی از عمل جراحی منهای ۲ (-۲) یا کمتر باشد، توصیه به استفاده از پچ ترانس آنولار می‌شود (۲). بعد از ترمیم کامل جراحی، علی‌رغم وجود انسداد RVOT و نارسانی دریچه ریوی،

ترالوژی فالوت یکی از شایعترین بیماری‌های سیلوتویک مادرزادی قلب می‌باشد. ۴ دهه است که ترمیم کامل جراحی آن انجام می‌شود (۳). بهبود روش‌های جراحی در سالهای اخیر باعث شده که اکثر مراکز قادر به تصحیح کامل جراحی بیماران مبتلا به ترالوژی فالوت در دوران شیرخوارگی باشند. اگر از نظر آناتومی و جراحی

وضعیت قلبی، بخصوص میزان تنگی مجرای خروجی بطن راست (PS) و نارسایی دریچه ریسوی (PI) در مورد هر بیمار مشخص گردید. بیماران از نظر وجود PI به دو دسته تقسیم شدند:

۱- افراد فاقد PI: آنهای بودند که میزان PI در آنها با اکوکاردیوگرافی در حد trivial بود.

۲- افراد دارای PI: بیمارانی که میزان PI آنها با اکوکاردیوگرافی بیشتر از trivial بود.

با توجه به مطالعات قبلی که مقدار فشار سیستولیک بطن راست یا گرادیان فشاری بین بطن راست و شربان ریوی تا حدود ۴۰ mmHg را در هنگام ورزش خفیف در نظر گرفته بودند (۱,۳,۶,۷) ما بیماران را از نظر وجود PS به دو گروه تقسیم کردیم:

۱- افراد فاقد PS: آنهای که گرادیان بین RV و PA کمتر از ۴۰ mmHg داشتند.

۲- افراد دارای PS: آنهای که گرادیان بین RV و PA بیشتر از ۴۰ mmHg داشتند.

با شرایط ذکر شده، اطلاعات مربوط به ۴ بیمار جمع‌آوری شد و بر اساس نوع عمل جراحی (استفاده از پچ ترانس آنولار یا عدم استفاده از آن) بیماران به دو گروه تقسیم شدند: گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند، شامل ۱۹ بیمار (۱۱ پسر و ۸ دختر) و گروه دیگر که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند، شامل ۲۱ بیمار (۱۱ پسر و ۱۰ دختر).

مقایسه آماری نتایج بدست آمده بر اساس Chi-square test و

### یافته‌ها

در گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۹ بیمار شامل ۱۱ پسر و ۸ دختر با میانگین سنی ۱۳/۲ سال (سن متوسط افراد مؤنث ۱۳/۷ و افراد مذکر ۱۲/۸ سال) حضور داشتند. در گروه دیگر ۲۱ بیمار، شامل ۱۱ پسر و ۱۰ دختر با میانگین سنی ۱۳ سال (سن متوسط افراد مؤنث ۱۲/۸ سال و افراد مذکر ۱۳/۳ سال) حضور داشتند.

در گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند متوسط قد بیماران ۱۴۹ سانتی متر بود که این مقدار در افراد مؤنث ۱۴۷/۵ سانتیمتر و در افراد مذکر ۱۵۰/۱ سانتیمتر بود. مقادیر فوق در گروهی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بترتیب ۱۴۶، ۱۴۶/۳، ۱۴۷/۶ و ۱۴۷/۳ سانتیمتر بود. وزن متوسط گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۳۶۷/۳ کیلوگرم و این

علاوه عدم تحمل ورزش، بهبود قابل توجهی می‌یابند ولی با این وجود عملکرد قلبی - عروقی در طی فاز استراحت ورزش در حد کمتر از مقدار طبیعی باقی می‌ماند<sup>(۳)</sup>. بیماران مبتلا به تترالوژی فالوت قبل از عمل جراحی ۷/۰۹ در functional class IV و ۷/۴۱ آنها در functional class III قرار داشتند ولی بعد از ترمیم جراحی، اکثر بیماران (۰/۰۵) در I functional class قرار گرفتند<sup>(۴)</sup>.

اکثر خانواده‌ها در تعیین میزان توان فیزیکی کودکشان پس از ترمیم کامل جراحی تترالوژی فالوت در اشتباہ می‌باشند بنابراین قضایت بر اساس گفته‌های والدین ممکن است نامطمئن باشد<sup>(۵)</sup>. این مطالعه جهت بررسی میزان توان فیزیکی (working capacity) با استفاده از تست ورزش در بیمارانی که تحت عمل جراحی کامل تترالوژی فالوت قرار گرفته‌اند، انجام شده است. در این مطالعه ارتباط میزان توان فیزیکی، نارسایی دریچه ریوی (PI) و تنگی مجرای خروجی بطن (PS) با نوع تکنیک جراحی (استفاده/ عدم استفاده از پچ ترانس آنولار) مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روش‌ها

این بررسی به مدت یکسال از اول اردیبهشت ۱۳۷۹ لغاًیت آخر فروردین ۱۳۸۰ در کودکانی که تحت نظر سرویس درمانگاه قلب اطفال بودند، انجام گرفت. افرادی که در آنها عمل جراحی کامل تترالوژی فالوت انجام شده بود، چنانچه محدودیتی از نظر انجام تست ورزش نداشتند، تحت بررسی قرار گرفتند. تست ورزش (maximal exercise test) به طریقه Bruce treadmill protocol در مورد این بیماران انجام گرفت. اطلاعات لازم جهت بررسی جنس، وزن و قد یادداشت گردیدند. در هنگام تست ورزش تعداد ضربان قلب قبل از شروع ورزش و در زمان حداقل شدت ورزش و همچنین فشار خون در این دو مرحله اندازه‌گیری شدند. Predictable maximal heart rate (PMHR) به طریقه در مورد هر بیمار یادداشت شده و نسبت حداقل ضربان قلب بیمار PMHR به HR<sub>max</sub> در مورد هر بیمار محاسبه گردید. مدت زمان انجام تست ورزش و میزان working capacity در مورد هر بیمار در هنگام انجام انجام تست ورزش ثبت گردیدند. با مراجعته به پرونده بالینی بیماران، شرح عمل جراحی (استفاده از پچ ترانس آنولار یا عدم استفاده از آن) در مورد هر بیمار مشخص گردید. تاریخ جراحی و سن بیمار نیز از پرونده بالینی بیماران بدست آمدند. در آخرین مراجعة بیماران به درمانگاه از آنها اکوکاردیوگرافی بعمل آمد و

حداکثر فعالیت و شروع تست ورزش به ترتیب ۲۰/۸، ۱۸/۷ و ۳/۲ میلی متر جیوه بوده است. مقادیر متوسط خداکثر فشار خون سیستولیک در گروهی که بدون پنج ترانس آنولار عمل شده بودند، در کل بیماران، افراد مؤنث و مذکور بترتیب ۱۳۲، ۱۱۹ و ۱۱۴ میلی متر جیوه و میزان متوسط افزایش خون سیستولیک در این گروه به ترتیب ۳۲/۲، ۲۲ و ۴۱ میلی متر جیوه بوده است.

میزان working capacity بر حسب mets در هر بیمار در زمان تست ورزش بدست آمد (met) نمایانگر مصرف اکسیژن است. یک met برابر است با مصرف اکسیژن به میزان  $35 \text{ ml/kg/min}$  در مورد هر گروه از بیماران، میزان متوسط working capacity در هر گروه از بیماران، افراد مؤنث و مذکور بصورت جداگانه محاسبه گردید. این میزان (بر حسب mets) در گروهی که با پنج ترانس آنولار عمل شده بودند، به ترتیب ۱۱/۰۵، ۱۱/۱۳ و ۱۱/۷۳ بود. این اطلاعات در گروهی که بدون پنج ترانس آنولار عمل شده بودند به ترتیب ۱۲/۰۹، ۱۰/۶ و ۱۳/۴۵ بود.

از ۱۹ بیماری که بوسیله پنج ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۰ نفر (۵۲/۶٪) دارای  $\text{Hg} \geq 40 \text{ mmHg}$  بودند. در همین گروه ۱۴ بیمار (۷۳/۷٪) دارای PI بیشتر از trivial تشخیص داده شدند. از ۲۱ بیماری که عمل جراحی آنها بدون استفاده از پنج ترانس آنولار انجام شده بودند ۶ نفر (۲۸/۶٪) دارای  $\text{Hg} \geq 40 \text{ mmHg}$  و ۷ بیمار (۳۳/۳٪) PI بیشتر از حد trivial داشتند.

جدول ۱- مقابله متغیرها در دو گروه بیمار جراحی شده با و بدون پنج ترانس آنولار

جراحی با پنج ترانس آنولار	جراحی بدون پنج ترانس آنولار	تعداد
۱۹	۲۱	
سن (سال)		۱۲/۲
قد (سانتیمتر)	۱۴۹	۱۴/۶
وزن (کیلوگرم)	۳۶۷	۳۵/۷
سطح بدن (مترمربع)	۱/۱۰	۱/۱۳
سن عمل جراحی (سال)	۶۷	۶
فاصله عمل جراحی تا تست (سال)	۷۰	۵/۹
HR max (تعداد ضربان در دقیقه)	۱۷۱	۱۷۴
Hrmax /PMHR	۷/۸۲	٪/۸۵
حداکثر فشار خون سیستولیک (mmHg)	۱۲۵	۱۲۲
میزان افزایش فشار خون سیستولیک (mmHg)	۲۰/۸	۲۲/۲
Working capacity (mets)	۱۱/۰۵	۱۲/۰۹
تعداد افراد $\text{PS} \geq 40 \text{ mmHg}$	۱۰ (۵۲/۶)	٪/۲۸/۶
تعداد افراد $\text{PI} \geq \text{trivial}$	۱۴ (۷۳/۷)	٪/۳۳/۳

مقادیر در مورد افراد مؤنث و مذکور این گروه بترتیب ۳۴/۹ و ۳۷/۳ کیلوگرم بود. سطح بدن بصورت متوسط برای افراد این گروه بترتیب ۱/۱۱ و ۱/۱۷ متر مربع بود. وزن متوسط گروهی که بدون پنج ترانس آنولار عمل شده بودند ۲۵/۷ کیلوگرم و در مورد افراد مؤنث و مذکور بترتیب ۳۶/۵ و ۳۴/۸ کیلوگرم بود. متوسط سطح بدن در افراد این گروه بترتیب ۱/۱۳، ۱/۱۱ و ۱/۱۵ متر مربع بود.

سن متوسط بیماران در هنگام عمل جراحی در گروهی که بوسیله پنج ترانس آنولار عمل شده بودند ۶/۷ سال (برای افراد مؤنث و مذکور به ترتیب ۶/۴ و ۶/۹ سال) بود. این مقادیر در مورد افراد گروه دیگر بترتیب ۶، ۴/۹ و ۷ سال بود. فاصله عمل جراحی تا تست ورزش در گروهی که با پنج ترانس آنولار عمل شده بودند ۶ سال (در مورد افراد مؤنث و مذکور گروه، ۵/۸ و ۶/۱ سال) بود، این مقادیر در گروهی که بدون پنج ترانس آنولار عمل شده بودند بترتیب ۶/۳، ۵/۹ و ۵/۵ سال بود.

در بررسی انجام شده میزان خداکثر ضربان قلب ( $\text{HR}_{\text{max}}$ ) در هر دو گروه و همچنین در مورد افراد مذکور و مؤنث بصورت جداگانه مورد مطالعه قرار گرفت و برای بدست آوردن معیار دقیق‌تری از میزان افزایش ضربان قلب نسبت  $\text{HR}_{\text{max}}/\text{PMHR}$  در هر بیمار محاسبه گردید. در بیمارانی که بوسیله پنج ترانس آنولار عمل شده بودند متوسط خداکثر ضربان قلب ۱۷۱ ضربه در دقیقه بود (افراد مؤنث و مذکور بترتیب ۱۷۲ و ۱۷۰ ضربه در دقیقه) است. میانگین نسبت  $\text{HR}_{\text{max}}/\text{PMHR}$  در گروه فوق در مورد کل بیماران، افراد مؤنث و افراد مذکور بترتیب ٪/۸۱/۶، ٪/۸۱/۶ و ٪/۸۱/۸ بوده است. در بیمارانی که بدون استفاده از پنج ترانس آنولار عمل شده بودند، متوسط خداکثر ضربان قلب جهت کل بیماران، افراد مؤنث و مذکور بترتیب ۱۷۴ و ۱۷۶ و ۱۷۶ ضربه در دقیقه بودند و میانگین نسبت  $\text{HR}_{\text{max}}/\text{PMHR}$  در گروه فوق بترتیب ٪/۸۵ و ٪/۸۶ بوده است.

با توجه به بررسیهای قبلی انجام شده در طی ورزشهای دینامیک (ایزوترونیک) فشار خون دیاستولیک یا تغییر نمی‌کند و یا اینکه تغییرات آن کم می‌باشد (٪/۸، ٪/۹). ما در بررسی انجام شده مقدار خداکثر فشار خون سیستولیک در طی ورزش و همچنین اختلاف فشار خون سیستولیک در هنگام خداکثر فعالیت و شروع فعالیت را مورد توجه قرار دادیم. در افرادی که بوسیله پنج ترانس آنولار عمل شده بودند میزان متوسط خداکثر فشار خون سیستولیک در کل بیماران، افراد مؤنث و مذکور بترتیب ۱۲۴/۸، ۱۲۴/۳ و ۱۲۵ میلی لیتر جیوه بود. همچنین مقدار متوسط اختلاف فشار خون سیستولیک در زمان

## بحث

در دو گروه بیماران، ۱۹ بیمار با استفاده از پچ ترانس آنولار و ۲۱ بیمار نیز بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند اندکی کمتر از گروه ۱۹ بیمار گروه اول ۱۰ نفر (۵۲٪) و در گروه دوم نیز ۶ نفر (۲۸٪) دارای PS بودند. با آنکه میزان PS در افرادیکه با پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند، بیشتر است ولی این اختلاف فاقد ارزش آماری است. از ۱۹ بیماری که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۴ بیمار (۷۳٪) و از ۲۱ بیمار گروه دوم ۷ بیمار (۳۳٪) دارای PI بودند که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. اگر چه تعداد محدودی از مطالعات بیانگر عدم وجود ارتباط بین PI و مقدار working capacity می‌باشد (۱۲) ولی اکثر مطالعات انجام شده تأیید کننده وجود ارتباط بین نتایج جراحی، وجود PI و PS و working capacity می‌باشد (۱۱، ۱۲).

بر اساس مطالعات انجام شده شایعترین روش جهت انتخاب دو گروه همگن و مقایسه working capacity در آنها استفاده از وزن و سطح بدن می‌باشد (۱۳). با مراجعته به جدول ۱ دیده می‌شود که در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند وزن متوسط ۳۶۳ کیلوگرم و سطح بدن بطور متوسط ۱۱۵/۱ مترمربع است و در گروهی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند وزن متوسط ۳۵۷ کیلوگرم و سطح بدن ۱۱۳/۱ مترمربع است. که معیارهای فوق در مورد افراد مؤنث و مذکور نیز بصورت مجرزا در دو گروه هماهنگ می‌باشد، لذا مقایسه working capacity در دو گروه همچین افراد مؤنث و مذکور با یکدیگر امکان پذیر می‌باشد. معیارهای دیگری که بر working capacity تأثیر دارد قد و سن عمل جراحی در بیماران می‌باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده حداکثر برون ده قلب (maximal cardiac output) با رشد بدن افزایش می‌باشد و با افزایش هر یک سانتیمتر به قد کودکان برون ده قلب  $ml/min$  ۲۰ در نتیجه working capacity نیز افزایش می‌باشد (۱۰). در بیماران مورد مطالعه در این بررسی متوسط قد بیماران تقریباً یکسان می‌باشد و فقط بصورت مختصر در گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بیشتر از گروه دیگر می‌باشد. این در حالیست که در بعضی مطالعات ذکر شده‌است بین سن عمل جراحی و working capacity ارتباط آماری وجود ندارد (۱۴)، ولی اکثر مطالعات نشان داده‌اند بین سن عمل جراحی و working capacity ارتباط آماری یافته‌اند (۱۵). در بیماران مورد مطالعه سن متوسط عمل جراحی در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند اندکی بیشتر

از گروه دیگر است و این تفاوت بیشتر در افراد مؤنث دو گروه دیده می‌شود. با مراجعته به جدول ۱ مشاهده می‌شود، اگرچه سطح بدن گروهی که بدون پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند اندکی کمتر از گروه دیگر می‌باشد، ولی working capacity در این گروه بیشتر از گروهی است که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند. اختلاف بزرگی آماری این دهنده این است که احتمالاً با بیشتر شدن حجم نمونه این مقادیر دارای اهمیت آماری خواهند بود. شیوه بیشتر PI و همچنین بالاتر بودن سن عمل جراحی در گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند از دلایل کاهش working capacity در این گروه نسبت به گروهی می‌باشد که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند.

متوسط حداکثر میزان فشار خون سیستولیک و متوسط افزایش فشار خون سیستولیک در طی ورزش در گروهی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بترتیب ۱۳۲ و ۳۲/۲ بوده است که این مقادیر در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بترتیب ۱۲۴/۸ و ۲۰/۸ میلی‌متر جیوه می‌باشند که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. وقتی که این دو معیار بر اساس جنس در دو گروه مورد مقایسه قرار گرفت دیده شد که این اختلاف فقط در افراد مذکور دارای ارزش آماری است میزان حداکثر ضربان قلب  $HR_{max}$  و همچنین نسبت  $HR_{max}/PMHR$  در گروهی که بدون استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بالاتر از گروه دیگر است، ولی این اختلاف فاقد اهمیت آماری است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که  $PI$  بصورت قابل توجهی در گروهی که با استفاده از پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بیشتر از گروه دیگر است، همچنین با وجود بیشتر بودن PS در گروهی که با پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند، این اختلاف فاقد ارزش آماری بوده که شاید با بیشتر شدن حجم نمونه این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار شود. پس این تر بودن سن عمل جراحی در گروهی که بدون پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند شاید یکی از عوامل بهتر بودن working capacity در این گروه نسبت به گروه دیگر بیماران باشد ولی دیده می‌شود در افراد مذکور بیمارانی که بدون پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند متوسط سنی در هنگام عمل جراحی بالاتر از افراد مذکور گروه مقابله است ولی با این وجود باز هم working capacity در افراد مذکوری که بدون پچ ترانس آنولار عمل شده‌اند بالاتر از گروه مقابله است که این مسئله قویاً به نفع دخالت PS در working capacity می‌باشد. با مراجعته به جدول ۱ دیده می‌شود افرادیکه بدون استفاده از پچ ترانس آنولار

عوارض مهم در ترمیم ترالوژی فالوت می‌باشد در گروهی که با استفاده از پج ترانس آنولار عمل شده‌اند بیشتر از گروهی است که بدون پج ترانس آنولار عمل شده‌اند.

عمل شده‌اند در تمام معیارها وضعیت مطلوبتری نسبت به افرادی دارند که با استفاده از پج عمل شده‌اند و شاید یکی از مهمترین دلایلی که در اکثر این موارد، اختلافات فاقد ارزش آماری بوده‌اند کم بودن حجم نمونه مورد مطالعه با توجه به محدودیت زمانی مطالعه باشد ولی آنچه که مسلم است، نارسایی دریچه ریسوی که یکی از

## REFERENCES

1. Gatzoulis MA, Clark AL, Cullen S, et al. Right ventricular diastolic function 15 to 35 years after repair of tetralogy of Fallot. *Circulation* 1995; 15(91): 1775-81.
2. Siwik ES, Patel CR, Zahka KG. Tetralogy of Fallot. In: Moss and Adams (eds). *Heart Disease in Infants, Children and Adolescents*. 6<sup>th</sup> ed. Williams and Wilkins; 2001: 880-901.
3. James FW, Kaplan S, Schwartz DC. Response to exercise in patients after total surgical correction of tetralogy of Fallot. *Circulation* 1976; 54(4): 671-77.
4. Kudriashev VE, Belestskii IuV, Ivanov AS, et al. Quantitative assessment of hemodynamics function in treadmill test in patients after radical correction of Fallot's tetrad. *Venstn Akad Med Nauk SSSR* 1990; (12): 18-20.
5. Rogers R, Reybrouck T, Weymans M, et al. Reliability of subjective estimates of exercise capacity after total repair of tetralogy of Fallot. *Acta Paediatr* 1994; 83(8): 866-9.
6. Garson A, Nihill MR, McNamara DG, et al. Status of the adult and adolescent after repair of tetralogy of Fallot. *Circulation* 1979; 59(6): 1232-40.
7. Reybrouck T, Rogers R, Weymans M, et al. Serial cardiorespiratory exercise testing in patients with congenital heart disease. *Eur J Pediatr* 1995; 154(10): 801-6.
8. Braden DS, Caroll JF. Normative cardiovascular responses to exercise in children. *Pediatr Cardiol* 1999; 20(1): 4-10.
9. Pastore E, Turchetta A, Giordno U, et al. Functional evaluation by treadmill in children and adolescent following correction of tetralogy of Fallot. *G Ital Cardiol* 1996; 26(7): 739-45.
10. Lambert J, Ferguson RI, Gervais A, Gilbert G. Exercise capacity, residual abnormalities and activity habits following total correction for tetralogy of Fallot. *Cardiology* 1980; 66(2): 120-31.
11. Takahashi O, Futaki S, Kamiya T. Exercise capacity of patients with postoperative tetralogy of Fallot. *Jpn Cric J* 1986; 50(9): 863-4.
12. Miyairi T, Kawauchi M, Furuse A. Exercise tolerance after correction of tetralogy of Fallot. *Kyobu Geka* 1990; 43(8): 611-9.
13. Driscoll DJ. Exercise testing. In :Moss and Adams (eds). *Heart Disease in Infants, Children and Adolescents*. 6<sup>th</sup> ed. Williams and Wilkins; 2001: 264-75.
14. Wojtalik M. Tetralogy of Fallot. Physical work capacity after its total correction. *Kardiol Pol* 1992; 36(4): 215-9.