

پژوهش در پزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
سال ۲۷، شماره ۱، صفحات ۱۷ تا ۲۱ (بهار ۱۳۸۲)

بررسی میزان فعالیت کودکان مبتلا به تترالوزی فالوت بعد از عمل جراحی ترمیم کامل با استفاده از تست ورزش و ارتباط آن با نوع تصحیح جراحی (با یا بدون پیج 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 رجائی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

چکیده

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

مواد و روش ها: در این بررسی ما ۴۰ بیمار را که تحت عمل جراحی کامل بیماری تترالوزی فالوت قرار گرفته بودند، انتخاب کردیم. در ۱۹ بیمار تصحیح جراحی مجرای خروجی بطن راست با استفاده از پیج ترانس آنولار (*transannular patch*) و در ۲۱ بیمار تصحیح جراحی بدون استفاده از پیج 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.

یافته ها: میزان نارسایی درجه ریوی (*PI*) در گروهی که با پیج ترانس آنولار عمل شده بودند $7/73\%$ و در گروه دیگر $3/23\%$ بود. میزان تنگی مجرای خروجی بطن راست (*PS*) در گروهی که با پیج ترانس آنولار عمل شده بودند بیشتر از گروه دیگر بود ($6/52\%$ در برابر $6/28\%$). متوسط حداکثر مقدار فشار خون در طی ورزش در بیمارانی که با پیج ترانس آنولار عمل شده بودند $8/124\text{ mmHg}$ و در گروه دیگر 132 mmHg بود.

نتیجه گیری و توصیه ها: میزان نارسایی درجه ریوی و همچنین متوسط حداکثر مقدار فشار خون در دو گروه دارای اختلاف معنی دار آماری بود. اگر چه میزان متوسط ظرفیت انجام کار در گروهی که بدون استفاده از پیج 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 پیج ترانس آنولار عمل شده اند در ارتباط با میزان *PI* و *PS* پایین تر در این گروه از بیماران می باشد.

واژگان کلیدی: تترالوزی فالوت، پیج ترانس آنولار، ظرفیت انجام کار.

مقدمه

امکان پذیر باشد، عمل جراحی بدون گذاشتن پیج ترانس آنولار و حفظ عملکرد درجه ریوی انجام می گردد. چنانچه *Z value* درجه ریوی قبل از عمل جراحی منهای ۲ (-۲) یا کمتر باشد، توصیه به استفاده از پیج ترانس آنولار می شود (۲). بعد از ترمیم کامل جراحی، علی رغم وجود انسداد *RVOT* و نارسایی درجه ریوی،

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

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

۱- افراد فاقد PI: آنهایی 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 trival بود.

با توجه به مطالعات قبلی که مقدار فشار سیستولیک بطن راست یا گرادیان فشاری بین بطن راست و شریان ریوی تا حدود 40 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: آنهایی که گرادیان بین RV و PA کمتر از 40 mmHg داشتند.

۲- افراد دارای PS: آنهایی که گرادیان بین RV و PA بیشتر از 40 mmHg داشتند.

با شرایط ذکر شده، اطلاعات مربوط به ۴۰ بیمار جمع‌آوری شد و بر اساس نوع عمل جراحی (استفاده از پیج ترانس آنولار یا عدم استفاده از آن) بیماران به دو گروه تقسیم شدند: گروهی که با استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده بودند، شامل ۱۹ بیمار (۱۱ پسر و ۸ دختر و گروه دیگر که بدون استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده بودند، شامل ۲۱ بیمار (۱۱ پسر و ۱۰ دختر).

مقایسه آماری نتایج بدست آمده بر اساس χ^2 test و Chi-square انجام گرفت.

یافته‌ها

در گروهی که با استفاده از پیج 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 پیج 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 پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند بترتیب ۱۴۶، ۱۴۴/۳ و ۱۴۷/۶ سانتیمتر بود. وزن متوسط گروهی که با استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده بودند ۳۶/۳ کیلوگرم و این

علامت 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 (۳). بیماران مبتلا به تترالوژی فالوت قبل از عمل جراحی ۵۹٪ در functional class IV و ۴۱٪ آنها در functional class III قرار داشتند ولی بعد از ترمیم جراحی، اکثر بیماران (۵۵٪) در functional class I قرار گرفتند (۴).

اکثر خانواده‌ها در تعیین میزان توان فیزیکی کودکان پس از ترمیم کامل جراحی تترالوژی فالوت در اشتباه می‌باشند بنابراین قضاوت بر اساس گفته‌های والدین ممکن است نامطمئن باشد (۵). 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 پیج ترانس آنولار) مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این بررسی به مدت یکسال از اول اردیبهشت ۱۳۷۹ لغایت 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 حداکثر شدت ورزش و همچنین فشار خون در این دو مرحله اندازه‌گیری شدند. Predictable maximal heart rate (PMHR) در مورد هر بیمار یادداشت شده و نسبت حداکثر ضربان قلب بیمار HR_{max} به PMHR در مورد هر بیمار محاسبه گردید. مدت زمان انجام تست ورزش و میزان working capacity در مورد هر بیمار در هنگام انجام تست ورزش ثبت گردیدند. با مراجعه به پرونده بالینی بیماران، شرح عمل جراحی (استفاده از پیج 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 مراجعه بیماران به درمانگاه از آنها اکوکاردیوگرافی بعمل آمد و

حداکثر فعالیت و شروع تست ورزش به ترتیب ۲۰/۸، ۱۸/۷ و ۲۲/۳ میلی‌متر جیوه بوده است. مقادیر متوسط حداکثر فشار خون سیستولیک در گروهی که بدون پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند، در کل بیماران، افراد مؤنث و مذکر بترتیب ۱۳۲، ۱۱۹ و ۱۱۴ میلی‌متر جیوه و میزان متوسط افزایش خون سیستولیک در این گروه به ترتیب ۳۲/۲، ۲۲ و ۴۱ میلی‌متر 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 $3/5 \text{ ml/kg/min}$) میزان متوسط **working capacity** در مورد هر گروه از بیماران، افراد مؤنث و مذکر بصورت جداگانه محاسبه گردید. این میزان (بر حسب **mets**) در گروهی که با پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند، به ترتیب ۱۱/۰۵، ۱۰/۱۳ و ۱۱/۳۳ بود. این اطلاعات در گروهی که بدون پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند به ترتیب ۱۲/۰۹، ۱۰/۶ و ۱۳/۴۵ بود.

از ۱۹ بیماری که بوسیله پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۰ نفر (۵۲/۶٪) دارای $PS \geq 40 \text{ mmHg}$ 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 پیچ ترانس آنولار انجام شده بودند ۶ نفر (۲۸/۶٪) دارای $PS \geq 40 \text{ mmHg}$ و ۷ بیمار (۳۳/۳٪) **PI** بیشتر از حد **trivial** داشتند.

جدول ۱- مقایسه متغیرها در دو گروه بیمار جراحی شده با و بدون پیچ ترانس آنولار

جراحی با پیچ	جراحی بدون پیچ	
ترانس آنولار	ترانس آنولار	
۲۱	۱۹	تعداد
۱۳	۱۳/۲	سن (سال)
۱۴۶	۱۴۹	قد (سانتیمتر)
۳۵/۷	۳۶/۳	وزن (کیلوگرم)
۱/۱۳	۱/۱۵	سطح بدن (مترمربع)
۶	۶/۷	سن عمل جراحی (سال)
۵/۹	۶/۰	فاصله عمل جراحی تا تست (سال)
۱۷۴	۱۷۱	HR max (تعداد ضربان در دقیقه)
۷/۸۵	۷/۸۲	Hmax /PMHR
۱۳۲	۱۲۵	حداکثر فشار خون سیستولیک (mmHg)
۳۲/۲	۲۰/۸	میزان افزایش فشارخون سیستولیک (mmHg)
۱۲/۰۹	۱۱/۰۵	Working capacity (mets)
۶(۲۸/۶)	۱۰(۵۲/۶)	تعداد افراد $PS \geq 40 \text{ mmHg}$
۷(۳۳/۳)	۱۴(۷۳/۷)	تعداد افراد $PI \geq \text{trivial}$

مقادیر در مورد افراد مؤنث و مذکر این گروه بترتیب ۳۴/۹ و ۳۷/۳ کیلوگرم بود. سطح بدن بصورت متوسط برای افراد این گروه بترتیب ۱/۱۵، ۱/۱۱ و ۱/۱۷ متر مربع بود. وزن متوسط گروهی که بدون پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۳۵/۷ کیلوگرم و در مورد افراد مؤنث و مذکر بترتیب ۳۴/۸ و ۳۶/۵ کیلوگرم بود. متوسط سطح بدن در افراد این گروه بترتیب ۱/۱۳، ۱/۱۱ و ۱/۱۵ مترمربع بود.

سن متوسط بیماران در هنگام عمل جراحی در گروهی که بوسیله پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۶/۷ سال (برای افراد مؤنث و مذکر 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 پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند ۶ سال (در مورد افراد مؤنث و مذکر گروه، ۵/۸ و ۶/۱ سال) بود، این مقادیر در گروهی که بدون پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند بترتیب ۵/۹، ۶/۳ و ۵/۵ سال بود.

در بررسی انجام شده میزان حداکثر ضربان قلب (**HR_{max}**) در هر دو گروه و همچنین در مورد افراد مذکر و مؤنث بصورت جداگانه مورد مطالعه قرار گرفت و برای بدست آوردن معیار دقیق‌تری از میزان افزایش ضربان قلب نسبت **HR_{max} /PMHR** در هر بیمار محاسبه گردید. در بیمارانی که بوسیله پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند متوسط حداکثر ضربان قلب ۱۷۱ ضربه در دقیقه بود (افراد مؤنث و مذکر بترتیب ۱۷۲ و ۱۷۰ ضربه در دقیقه) است. میانگین نسبت **HR_{max} /PMHR** در گروه فوق در مورد کل بیماران، افراد مؤنث و افراد مذکر بترتیب ۸۱/۷، ۸۱/۶ و ۸۱/۸ بوده است. در بیمارانی که بدون استفاده از پیچ ترانس آنولار عمل شده بودند، متوسط حداکثر ضربان قلب جهت کل بیماران، افراد مؤنث و مذکر بترتیب ۱۷۴ و ۱۷۲ و ۱۷۱ ضربه در دقیقه بودند و میانگین نسبت **HR_{max} /PMHR** در گروه فوق بترتیب ۸۵/۷، ۸۴/۸ و ۸۶/۸ بوده است.

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

بحث

در دو گروه بیماران، ۱۹ بیمار با استفاده از پیج ترانس آنولار و ۲۱ بیمار نیز بدون استفاده از پیج ترانس آنولار عمل جراحی شده‌اند. از ۱۹ بیمار گروه اول ۱۰ نفر (۵۲/۶٪) و در گروه دوم نیز ۶ نفر (۲۸/۶٪) دارای PS بودند. با آنکه میزان PS در افرادی که با پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند، بیشتر است ولی این اختلاف فاقد ارزش آماری است. از ۱۹ بیماری که با استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده بودند ۱۴ بیمار (۷۳/۷٪) و از ۲۱ بیمار گروه دوم ۷ بیمار (۳۳/۳٪) دارای PI بودند که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. اگر چه تعداد معدودی 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 PS، PI و *working capacity* می‌باشند (۶، 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 (۳، ۱۳). با مراجعه به جدول ۱ دیده می‌شود که در گروهی که با پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند وزن متوسط ۳۶/۳ کیلوگرم و سطح بدن بطور متوسط ۱/۱۵ مترمربع است و در گروهی که بدون استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند وزن متوسط ۳۵/۷ کیلوگرم و سطح بدن ۱/۱۳ مترمربع است. که معیارهای فوق در مورد افراد مؤنث و مذکر نیز بصورت مجزا در دو گروه هماهنگ می‌باشد، لذا مقایسه *working capacity* در دو گروه و همچنین افراد مؤنث و مذکر 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 می‌یابد و با افزایش هر یک سانتیمتر به قد کودکان برون ده قلب 20 ml/min و در نتیجه *working capacity* نیز افزایش می‌یابد (۸، ۱۰). در بیماران مورد مطالعه در این بررسی متوسط قد بیماران تقریباً یکسان می‌باشد و فقط بصورت مختصر در گروهی که با استفاده از پیج 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 پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند اندکی بیشتر

از گروه دیگر است و این تفاوت بیشتر در افراد مؤنث دو گروه دیده می‌شود. با مراجعه به جدول ۱ مشاهده می‌شود، اگر چه سطح بدن گروهی که بدون پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند اندکی کمتر از گروه دیگر می‌باشد، ولی *working capacity* در این گروه بیشتر از گروهی است که با استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند. اختلاف *working capacity* در دو گروه فاقد ارزش آماری می‌باشد ولی بررسی آماری نشان دهنده این است که احتمالاً با بیشتر شدن حجم نمونه این مقادیر دارای اهمیت آماری خواهند بود. شیوع بیشتر PI و همچنین بالاتر بودن سن عمل جراحی در گروهی که با استفاده از پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند از دلایل کاهش *working capacity* در این گروه نسبت به گروهی می‌باشد که بدون استفاده از پیج 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 پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند بترتیب ۱۳۲ و ۳۲/۲ بوده است که این مقادیر در گروهی که با پیج 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 مذکر دارای ارزش آماری است میزان حداکثر ضربان قلب HR_{max} و همچنین نسبت $HR_{max}/PMHR$ در گروهی که بدون استفاده از پیج 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 پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند بیشتر از گروه دیگر است، همچنین با وجود بیشتر بودن PS در گروهی که با پیج 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. پایین‌تر بودن سن عمل جراحی در گروهی که بدون پیج 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 مذکر بیمارانی که بدون پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند متوسط سنی در هنگام عمل جراحی بالاتر از افراد مذکر گروه مقابل است ولی با این وجود باز هم *working capacity* در افراد مذکر که بدون پیج ترانس آنولار عمل شده‌اند بالاتر از گروه مقابل است که این مسأله قویاً به نفع دخالت PI و PS در *working capacity* می‌باشد. با مراجعه به جدول ۱ دیده می‌شود افرادی که بدون استفاده از پیج ترانس آنولار

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

عمل شده‌اند در تمام معیارها وضعیت مطلوبتری نسبت به افرادی دارند که با استفاده از پیچ 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 درجه ریوی 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*. 6th 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, Carroll 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 Circ 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*. 6th ed. Williams and Wilkins; 2001: 264-75.
14. Wojtalik M. Tetralogy of Fallot. Physical work capacity after its total correction. *Kardiologia Pol* 1992; 36(4): 215-9.