СРАВНЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАНСАННУЛЯРНОЙ И НЕТРАНСАННУЛЯРНОЙ ПЛАСТИКИ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ

3.1.10 - Нейрохирургия (медицинские науки)
3.1.25 - Лучевая диагностика (медицинские науки)

***Дудин Д.С., Палькова В.А., Шихранов А.А.**

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- тетрада Фалло
- трансаннулярная пластика
- нетрансаннулярная пластика
- магнитно-резонансная томография
- правый желудочек сердца

АННОТАЦИЯ:

Введение: одним из наиболее распространенных «цианотических» врожденных пороков сердца является тетрада Фалло. Основными методами радикальной коррекции данного порока являются трансаннулярная и нетрансаннулярная пластики. А вопрос о выборе хирургической тактики в современной кардиохирургии остается спорным и в настоящий момент.

Цель: сравнить объемные показатели правого желудочка у пациентов с тетрадой Фалло после радикальной коррекции с трансаннулярной и нетрансаннулярной пластикой в отдаленный период времени.

Материал и методы: правый желудочек оценивался с помощью магнитно-резонансной томографии. Данный метод исследования является «золотым» стандартом в оценке объемных показателей сердца. Оценивались такие объемные показатели правого желудочка, как фракция выброса, конечный диастолический объем, индекс конечного диастолического объема, объем регургитации на клапане легочной артерии, фракция регургитации на клапане легочной артерии. Проведена статистическая обработка полученных результатов.

Результаты и выводы: после выполнения трансаннулярной пластики правого желудочка такие параметры как конечный диастолический объем, индекс конечного диастолического объема, фракция регургитации на клапане легочной артерии и объем регургитации на клапане легочной артерии были выше, чем при нетрансаннулярной пластике. Разница получилась статистически значима.

Для цитирования. *Дудин Д.С., Палькова В.А., Шихранов А.А. «СРАВНЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРАНСАННУЛЯРНОЙ И НЕТРАНСАННУЛЯРНОЙ ПЛАСТИКИ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ» Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2024; 18(2): 20–24.*

COMPARISON OF RIGHT VENTRICULAR VOLUME PARAMETERS IN PATIENTS AFTER RADICAL CORRECTION OF TETRALOGY OF FALLOT USING TRANSANNULAR AND NON-TRANSANNULAR PLASTIC SURGERY IN THE LATE POSTOPERATIVE PERIOD

***Dudin D.S., Pal`kova V.A., Shikhranov A.A.**

FSBI «Federal Center of Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Penza)

KEY-WORDS:

- tetralogy of Fallot
- transannular plasty
- non-transannular plasty
- magnetic resonance imaging
- right ventricle of the heart

ABSTRACT:

Introduction: one of the most common «cyanotic» congenital heart defects is tetralogy of Fallot. The main methods of radical correction of this defect are transannular and non-transannular plastics. And the question of the choice of surgical tactics in modern cardiac surgery remains controversial at the present time.

Aim: was to compare volumetric indices of the right ventricle in patients with tetralogy of Fallot after radical correction with transannular and non-transannular plastics in the late postoperative period.

Material and methods: the right ventricle was assessed using magnetic resonance imaging. This research method is the «gold» standard in assessing volumetric indices of the heart. The following volumetric indices of the right ventricle were assessed: ejection fraction, end-diastolic volume, end-diastolic volume index, pulmonary valve regurgitation volume, and pulmonary valve regurgitation fraction. Statistical processing of obtained results was carried out.

Results and conclusions: after transannular right ventricular plasty, such parameters as end-diastolic volume, end-diastolic volume index, pulmonary valve regurgitant fraction, and pulmonary valve regurgitant volume were higher in the group after non-transannular plasty. The difference was statistically significant.

Адрес для корреспонденции (Correspondence to): *Дудин Дмитрий Сергеевич (Dudin Dmitriy S.), e-mail: cool.dudin@bk.ru*

Введение

Одним из наиболее распространенных врожденных «цианотических» пороков сердца является тетрада Фалло (ТФ) [1]. Распространенность составляет от 0,26 до 0,8 на 1000 новорожденных [2].

В настоящее время для лечения ТФ проводят радикальную коррекцию с трансаннулярной пластикой и нетрансаннулярной пластикой [3]. Также рядом авторов предложены различные вариации трансаннулярной пластики [4,5]. Вопрос о выборе хирургической тактики в современной кардиохирургии остается спорным и в настоящий момент [6-8], и нет единого мнения о том, какой метод хирургической коррекции является более предпочтительным.

«Золотым» стандартом для оценки объемных показателей ПЖ на сегодняшний день является магнитно-резонансная томография (МРТ) [9-13].

Учитывая сохраняющуюся актуальность в данном вопросе, мы провели данное исследование.

Поэтому наша цель - сравнить объемные показатели правого желудочка у пациентов с ТФ после радикальной коррекции с трансаннулярной и нетрансаннулярной пластикой в отдаленный период времени.

Материал и методы

В исследование были включены 40 пациентов после радикальной коррекции тетрады Фалло. Пациенты были разделены на группы в зависимости от используемого хирургического метода - трансаннулярной или нетрансаннулярной пластики клапана легочной артерии.

20 пациентам (50%) была выполнена трансаннулярная пластика, 20 пациентам (50%) нетрансаннулярная пластика (средний возраст пациента на момент операции - 10 месяцев).

Исследования проводились в период с 2021 по 2022 гг. Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в **таблице 1**.

Средний период от операции до исследования составил 6лет ± 3 месяца.

Всем отобранным пациентам, согласно стандартным схеме обследования [14,15] было выполнено МРТ сердца. Исследования проводились на МР-томографе Siemens Magnetom Avanto, 1,5Тл. Изображения получали при ретроспективной синхронизации с ЭКГ с использованием поверхностной катушки.

МРТ выполнялась в стандартных проекциях (2- и 4-камерные по длинной оси, по короткой оси левого желудочка и правого желудочка, выводных трактов ЛЖ и ПЖ, через клапаны лёгочной артерии и аорты).

Оценивались фракции выброса левого желудочка и правого желудочка (ФР ЛЖ и ПЖ), конечный диастолический объем (КДО) ЛЖ и ПЖ, конечный систолический объем (КСО) ЛЖ и ПЖ, ударные объёмы ЛЖ и ПЖ, индексы КДО и КСО ЛЖ и ПЖ, количественно оценивался кровоток в аорте и лёгочной артерии по фазово-контрастным изображениям с определением фракции регургитации (ФР) на клапане легочной артерии (ЛА).

Обработка изображений проводилась с помощью программного обеспечения Argus (Siemens) - Ventricular Function и Flow. Вручную обводились контуры правого желудочка в конечную систолу и диастолу для вычислений объемов по методу Симпсона; а также просвет клапана лёгочной артерии для определения объёма кровотока и фракции регургитации. Параметры также были показаны в виде индексов по отношению к площади поверхности тела.

Статистика

Для проверки нормальности распределения использовался критерий Колмогорова-Смирнова.

Данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

Для сравнения между группами использовался t-критерий Стъюдента или U-критерий Манна Уитни в зависимости от распределения выборки. Статистическая обработка материала выполнена с использованием пакетов программного обеспечения демоверсии SPSS Statistics (англ. Statistical Package for the Social Sciences). База данных составлялась в Microsoft Office Excel 2007.

Различие считалось статистически значимым при $p \leq 0,05$.

Таблица 1. **Клинико-демографические характеристики пациентов**

Общее количество пациентов, n	40
Возраст, лет	9 ± 1,5
Пациенты мужского пола, n	22 (45%)
Пациенты женского пола, n	18 (55%)
ИМТ	15,3 ± 2,3
BSA	1,2 ± 0,15

Примечание: *ИМТ - индекс массы тела; BSA - площадь поверхности тела.*

Статья поступила в редакцию в июне 2024 года.

Таблица 2. Сравнение показателей правого желудочка у пациентов после трансаннулярной и нетрансаннулярной пластки тетрады Фалло

	1 Группа после трансаннулярной пластики n = 20	(95% ДИ)	2 Группа после нетрансаннулярной пластики n = 20	(95% ДИ)	P
RV-EDV	130,15 ± 38,59	(111,26-161,42)	127 ± 23,9	(115,16-168,35)	1,87
RV-EDVI (ml/m2)	108,14 ± 19,9	(101,59-130,31)	121,2 ± 23,4	(118,13-132,19)	0,044
RV-EF (%)	56,1 ± 8	(39,25-80,74)	55,38 ± 4,8	(43,11-75,25)	0,09
PRF (%)	37,3 ± 7	(23,91-40,83)	32,48 7,7	(25,31-39,81)	0,041
PRV ml	28,86,3	(18,55-29,91)	24,38 ± 7,5	(19,12-30,06)	0,044

Примечание: *RV-EDV - конечный диастолический объем ПЖ; RV-EDVI - индекс конечного диастолического объема ПЖ; RV-EF - фракция выброса правого желудочка; PRF - фракция регургитации; PRV - объем регургитации.*

Результаты

Нами были полученные следующие результаты при сравнении двух групп пациентов, которые представлены в **таблице 2**.

После выполнения трансаннулярной пластики правого желудочка такие параметры как индекс конечного диастолического объема (RV-EDVI), фракция регургитации (PRF) и объем регургитации (PRV) были выше, чем при нетрансаннулярной пластике. Разница получилась статистически значима.

А при таких параметрах как конечный диастолический объем (RV-EDV) и фракция правого желудочка (RV-EF) статистически значимых различий получено не было.

Обсуждение

Наше исследование продемонстрировало несколько различий показателей правого желудочка при сравнении пациентов после радикальной коррекции ТФ с трансаннулярной пластикой и без нее. Исходя из полученных результатов, можно сказать, что операция без трансаннулярной пластики имеет некоторые преимущества относительно гемодинамических показателей. Некоторые данные, полученные другими авторами, также совпадают с нашим исследованием [16].

Но в отдаленном периоде у большинства пациентов после радикальной операции ТФ с трансаннулярной пластикой и без нее появляются гемодинамически значимые изменения в правом желудочке и на клапане легочной артерии [17-19], основными из которых являются дисфункция правого желудочка, регургитация или стеноз на клапане легочной артерии. Вследствие чего этим пациентам требуется реоперация по замене клапана легочной артерии. Исследования у послеоперационных пациентов после радикальной коррекции тетрады Фалло обычно сфокусированы на изменениях параметров ПЖ и клапана ЛА [16]. Однако до сих пор остается спорным, через какой промежуток времени эти изменения начинают появляться [16,20].

Пациентам после трансаннулярной пластики выполнить замену клапана ЛА технически несколько проще. Также серьезным прорывом в реоперации ТФ стало транскатетрное протезирование клапана ЛА [17,21]. Этот вид операции оказался очень эффективным после радикальной коррекции ТФ с трансаннулярной пластикой [22]. Из всего вышесказанного, можно заметить, что у каждой из методик пластики есть, как свои преимущества, а некоторые из них мы продемонстрировали в нашем исследовании, так и недостатки.

Поэтому вопрос о выборе тактики хирургического лечения ТФ остается дискутабельным в настоящее время и требует дальнейшего изучения и анализа.

Выводы

При сравнении объемных показателей ПЖ у пациентов с ТФ после радикальной коррекции в отдаленный период времени индекс КДО ПЖ, объем и фракция регургитации на клапане ЛА были меньше после выполнения нетрансаннулярной пластики. ■

Список литературы/References

1. van der Linde D, Konings EE, Slager MA, et al. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011; 58(21): 2241-2247. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.025

2. Allen HD, Gutgesell HP, Clark EB, et al. Moss and Adams' Heart diseases in Infants, Children, and Adolescents: Including the Fetus and the Young Adult. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001: 880-902.

3. Ляпин А.А., Тарасов Р.С. *Журнал: Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2021; 14(5): 349-353.

Lyapin AA, Tarasov RS, Modern data on correction of tetralogy of Fallot. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2021; 14(5): 349-353 [In Russ]. https://doi.org/10.17116/kardio202114051349

4. Turrentine MW, McCarthy RP, Vijay P, et al. PTFE monocusp valve reconstruction of the right ventricular outflow tract. *Ann Thorac Surg.* 2002; 73(3): 871-879; discussion 879-880. https://doi.org/10.1016/s0003-4975(01)03441-5

5. Guo-Wei He. A New Technique of Transannular Monocusp Patch-Repair of the Right Ventricular Outflow Tract in Repair of Tetralogy of Fallot. *Heart, Lung and Circulation.* 2007; 16(2): 107-112. https://doi.org/10.1016/j.hlc.2006.10.013

6. Ильин А.С., Горбатых Ю.Н., Синельников Ю.С., Нарциссова Г.П. Результаты после радикальной коррекции тетрады Фалло с позиций хирургической тактики при реконструкции выходного отдела правого желудочка. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2010; 1: 7-12.

Ilyin AS, Gorbatykh YuN, Sinelnikov YuS, Nartsissova GP. Results after radical correction of tetralogy of Fallot from the standpoint of surgical tactics during reconstruction of the outflow tract of the right ventricle. *Circulatory Pathology and Cardiac Surgery.* 2010: 1: 7-12 [In Russ]. https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-posle-radikalnoy-korrektsii-tetrady-fallo-s-pozitsiy-hirurgicheskoy-taktiki-pri-rekonstruktsii-vyhodnogo-otdela-pravogo

7. Wei X, Li T, Ling Y, et al. Transannular patch repair of tetralogy of Fallot with or without monocusp valve reconstruction: a meta-analysis. *BMC Surg.* 2022; 18. https://doi.org/10.1186/s12893-022-01474-6

8. Villafañe U, Feinstein JA, Jenkins KJ, et al. Hot Topics in Tetralogy of Fallot. *Journal of the American College of Cardiology.* 2013, 62(23): 2155-2166. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.07.100

9. de Roos A, Roest A. Evaluation of congenital heart disease by magnetic resonance imaging. *Eur Radiol.* 2000; 10: 2-6. https://doi.org/10.1007/s003300050002

10. Niezen RA, Helbing WA, van der Wall EE, et al. Biventricular systolic function and mass studied with MR imaging in children with pulmonary regurgitation after repair for tetralogy of Fallot. *Radiology.* 1996; 201: 135–140. https://doi.org/10.1148/radiology.201.1.8816534

11. Helbing WA, de Roos A. Optimal imaging in assessment of right ventricular function in tetralogy of Fallot with pulmonary regurgitation. *Am J Cardiol.* 1998; 82: 1561-1562 https://doi.org/10.1016/S0002-9149(98)00810-8

12. Helbing WA, Niezen RA, Le Cessie S, et al. Right ventricular diastolic function in children with pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot: volumetric evaluation by magnetic resonance velocity mapping. *J Am Coll Cardiol.* 1996; 28(7): 1827-35. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(96)00387-7

13. Knauth AL, Gauvreau K, Powell AJ, et al. Ventricular size and function assessed by cardiac MRI predict major adverse clinical outcomes late after tetralogy of Fallot repair. *Heart.* 2008; 94(2): 211-216. https://doi.org/10.1136/hrt.2006.104745

14. Fogel MA, Anwar S, Broberg C, et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance/European Society of Cardiovascular Imaging/American Society of Echocardiography/Society for Pediatric Radiology/North American Society for Cardiovascular Imaging Guidelines for the use of cardiovascular magnetic resonance in pediatric congenital and acquired heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2022; 24(1): 37. https://doi.org/10.1186/s12968-022-00843-7

15. Национальные клинические рекомендации. Тетрада Фалло. 2021. Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России, Всероссийская общественная организация Ассоциация детских кардиологов России, Российское научное общество специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению.

National clinical guidelines. Tetralogy of Fallot. 2021. Association of Cardiovascular Surgeons of Russia, All-Russian public organization Association of Children's Cardiologists of Russia, Russian Scientific Society of Specialists in X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment [In Russ].

16. Grothoff M, Hoffmann J, Lehmkuhl L, et al. Time course of right ventricular functional parameters after surgical correction of tetralogy of Fallot determined by cardiac magnetic resonance. *Clin Res Cardiol.* 2011; 100(4): 343-350. https://doi.org/10.1007/s00392-010-0252-5

17. Torres-Alba F, Kaleschke G, Baumgartner H. Impact of Percutaneous Pulmonary Valve Implantation on the Timing of Reintervention for Right Ventricular Outflow Tract Dysfunction. *Revista Espacola de Cardiologna (English Edition).* 2018; 71(10): 838-846. https://doi.org/10.1016/j.rec.2018.05.001

18. Cuypers JA, Menting ME, Konings EE, et al. Unnatural history of tetralogy of Fallot: prospective follow-up of 40 years after surgical correction. *Circulation.* 2014; 130(22): 1944-1953. https://doi.org/10.1161/circulationaha.114.009454

19. Bove T, Vandekerckhove K, Devos D, et al. Functional analysis of the anatomical right ventricular components: should assessment of right ventricular function after repair of tetralogy of Fallot be refined? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014; 45(2): e6-12. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt505

20. Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Vogel M, et al. Relation between right ventricular enlargement, QRS duration, and right ventricular function in patients with tetralogy of Fallot and

pulmonary regurgitation after surgical repair. *Heart*. 2000; 84(4): 416-420.
https://doi.org/10.1136/heart.84.4.416

21. Пахолков А.Н., Суслов Е.С., Лашевич К.А. и др. Наш первый опыт транскатетерного протезирования клапана легочной артерии. *Инновационная медицина Кубани*. 2020; 19(3): 61-67.

Pakholkov AN, Suslov ES, Lashevich KA, et al. Our first experience of transcatheter pulmonary valve replacement. *Innovative Medicine of Kuban.* 2020; 19(3): 61-67 [In Russ].
https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-19-3-61-67

22. Базылев В.В., Шматков М.Г., Воеводин А.Б., Черногривов И.Е. Первая серийная транскатетерная имплантация клапана легочной артерии при помощи протеза (МЕДЛАБ-КТ). *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2021; 27(2): 135-145.

Bazylev VV, Shmatkov MG, Voevodin AB, Chernogrivov IE. The first serial transcatheter pulmonary valve implantation using Med-Lab-CT prosthesis. *Angiology and vascular surgery.* 2021; 27(2): 135-145 [In Russ].
https://doi.org/10.33529/ANGIO2021206

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ДУДИН ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ – [**ORCID:** 0000-0002-1147-1954]
врач-рентгенолог,
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ,
440071 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6;

ПАЛЬКОВА ВЕРОНИКА АНАТОЛЬЕВНА – [**ORCID:** 0009-0005-1253-6544]
врач-рентгенолог,
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ,
440071 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6;

ШИХРАНОВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – [**ORCID:** 0000-0002-0235-7260]
к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург,
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ,
440071 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, 6.

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Исследование проводилось без спонсорской поддержки.
Работа выполнена на базе ФГБУ «ФЦССХ» МЗ РФ (г. Пенза).