



Возможности КТ-ангиографии на примере клинического случая аномального отхождения правой подключичной и левой легочной артерий у ребенка с тетрадой Фалло

©Н.Г. Терентьев^{1,2*}, Е.А. Наумова¹, Д.Д. Зяблова^{1,2}, Е.И. Зяблова^{1,2}, Г.А. Ефимочкин¹, Е.И. Иофе¹

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

Поступила в редакцию 18 февраля 2025 г. Исправлена 21 марта 2025 г. Принята к печати 4 апреля 2025 г.

* Н.Г. Терентьев, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, nik.terentev94@mail.ru

Резюме

Цель исследования: Продемонстрировать возможности мультиспиральной компьютерной томографии в детализации врожденного порока сердца (ВПС) – тетрады Фалло (ТФ) у младенца.

Описание клинического случая: Представлен клинический случай трехмесячного пациента с заподозренным врожденным пороком сердца ТФ. Пациенту в месте первичной госпитализации была проведена трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ). С целью дальнейшего дообследования и планирования тактики ведения больной был госпитализирован в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» МЗ Краснодарского края, где обследование было дополнено компьютерной томографией (КТ) и КТ-ангиографией (КТА).

Результаты: При проведении трансторакальной ЭхоКГ был выставлен диагноз: ВПС, ТФ, открытый артериальный проток, функционирующее овальное окно, правосторонняя дуга аорты и большие аорто-легочные коллатерали. При выполнении КТ и КТА было выявлено бивентрикулярное отхождение аорты, стенозы инфундибулярного отдела легочной артерии и выводного тракта правого желудочка, аномальное отхождение левой легочной артерии и правой подключичной артерии.

Обсуждение: Трансторакальная ЭхоКГ является первоочередным скрининговым методом в поставке диагноза ТФ, однако ее данных недостаточно для планирования оперативного лечения. В качестве уточняющего метода необходимо выполнение КТА для детализации порока, объективной оценки аорты, легочных вен и артерий, а также для исключения экстракардиальной патологии.

Заключение: Успех хирургической коррекции ВПС у детей заключается в предоперационной оценке всех анатомических особенностей, определяющих последовательность проводимого лечения и потенциальные хирургические риски. Использование одного метода визуализации для получения достоверных и надежных результатов при выборе хирургической тактики у пациентов со сложными ВПС недостаточно. КТА грудной клетки показала себя высокоэффективным методом в оценке порока и клинически важных сопутствующих анатомических особенностей.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца, изолированная правая подключичная артерия, тетрада Фалло, мультиспиральная компьютерная томография, КТ-ангиография

Цитировать: Терентьев Н.Г., Наумова Е.А., Зяблова Д.Д., Зяблова Е.И., Ефимочкин Г.А., Иофе Е.И. Возможности КТ-ангиографии на примере клинического случая аномального отхождения правой подключичной и левой легочной артерий у ребенка с тетрадой Фалло. *Инновационная медицина Кубани*. 2025;10(2):119–126. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-119-126>

Capabilities of Computed Tomographic Angiography: A Case of Anomalous Origin of the Right Subclavian and Left Pulmonary Arteries in an Infant With Tetralogy of Fallot

©Nikita G. Terentyev^{1,2*}, Elizaveta A. Naumova¹, Darya D. Zyablova^{1,2}, Elena I. Zyablova^{1,2}, Georgii A. Efimochkin¹, Elena I. Iofe¹

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

* Nikita G. Terentyev, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation, nik.terentev94@mail.ru

Received: February 18, 2025. Received in revised form: March 21, 2025. Accepted: April 4, 2025.



Abstract

Objective: To demonstrate capabilities of multislice computed tomography (CT) in detailing a congenital heart disease (CHD), tetralogy of Fallot (TOF), in an infant.

Case report: We report a case of suspected TOF in a 3-month-old patient who underwent transthoracic echocardiography (TTE) at an initial hospitalization site and was admitted to the Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation) for further examination and treatment planning. The examination was supplemented with CT and computed tomographic angiography (CTA).

Results: TTE diagnosed TOF, patent ductus arteriosus, functional foramen ovale, right-sided aortic arch, and major aortopulmonary collateral arteries. CT and CTA revealed biventricular origin of the aorta, infundibular pulmonary stenosis, right ventricular outflow tract stenosis, and abnormal origin of the left pulmonary artery and the right subclavian artery.

Discussion: TTE is the primary screening method for TOF; however, its data are insufficient for planning surgical treatment. As a clarifying method, CTA is needed to detail the CHD, objectively assess the aorta, pulmonary veins and arteries, and exclude an extracardiac pathology.

Conclusions: The success of CHD surgical correction in children lies in the preoperative assessment of all anatomical features that determine the sequence of treatment and potential surgical risks. Using a single imaging method is insufficient to obtain reliable and accurate results when choosing a surgical strategy for patients with complex CHDs. Chest CTA has proven to be a highly effective method in assessing the CHD and clinically significant anatomical features.

Keywords: congenital heart disease, isolated right subclavian artery, tetralogy of Fallot, multislice computed tomography, computed tomographic angiography

Cite this article as: Terentyev NG, Naumova EA, Zyablova DD, Zyablova EI, Efimochkin GA, Iofe EI. Capabilities of computed tomographic angiography: a case of anomalous origin of the right subclavian and left pulmonary arteries in an infant with tetralogy of Fallot. *Innovative Medicine of Kuban*. 2025;10(2):119–126. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-119-126>

Введение

Врожденные пороки сердца (ВПС) встречаются у 0,5–0,8% новорожденных детей, из числа всех ВПС тетрада Фалло (ТФ) выявляется у 8–13% всех пациентов [1]. В основе формирования ТФ лежит недоразвитие инфундибулярного отдела правого желудочка (или конуса), в результате которого возникают четыре ее классических признака: большой дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП), обструкция выводного отдела правого желудочка, гипертрофия правого желудочка и декстрапозиция аорты [2]. На рисунке 1 продемонстрирована схема нормальной анатомии сердца и магистральных сосудов, а также схема ТФ.

Нарушение гемодинамики при ТФ зависит прежде всего от степени инфундибулярного стеноза и характеризуется гиповолемией малого круга кровообращения, увеличением минутного объема большого круга кровообращения, снижением преднагрузки левого желудочка (ЛЖ) с объемной редукцией его полости и концентрическим ремоделированием миокарда ЛЖ. Немаловажное значение в обеспечении легочного кровотока могут играть открытый артериальный проток (ОАП) и большие аорто-легочные коллатерали (БАЛКи). С увеличением стеноза легочной артерии (ЛА), закрытием ОАП и коллатеральных артерий состояние ребенка резко становится критическим [3].

Летальность при таких ВПС без своевременно оказанной медицинской помощи в течение первого года жизни – 25%, к 3 годам – 40%, к 10 годам – 70%, к 40 годам жизни – 95% [3].

Тетрада Фалло может сочетаться с другими аномалиями развития, такими как: дефект межпредсердной перегородки (ДМПП), атриовентрикулярная коммуникация (чаще у пациентов с синдромом Дауна), праворасположенная дуга аорты. Также возможны аномалии развития коронарных артерий, часто это

конусные ветви от правой коронарной артерии, пересекающие выводной тракт правого желудочка [3].

Сочетание ТФ с аномальным отхождением правой подключичной артерии от правой ЛА и с аномальным отхождением левой ЛА от заднего отдела дуги аорты через ОАП – редкая находка, которая усложняет планирование операции. Правая дуга аорты может быть классифицирована на 3 типа: зеркальное ветвление, аберрантная подключичная артерия и изолированная подключичная артерия от ОАП или ЛА.

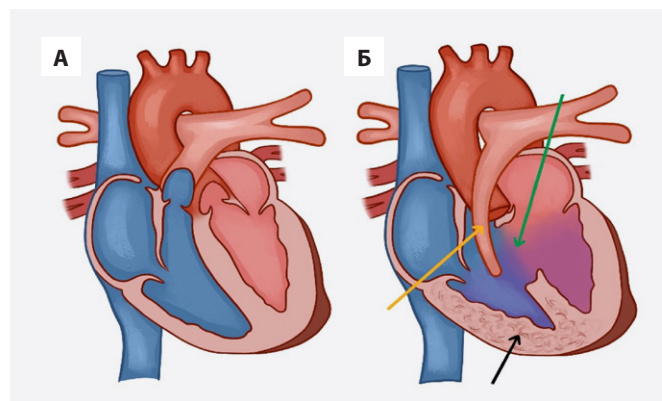


Рисунок 1. Схема

А – схема нормальной анатомии сердца и магистральных сосудов.

Б – схема ВПС, ТФ. Бивентрикулярная аорта, устье которой расположено над ДМЖП (зеленая стрелка). Гипертрофия миокарда правого желудочка (черная стрелка). Инфундибулярный стеноз ствола ЛА (желтая стрелка).

Рисунок – собственность авторов

Figure 1. Diagram

А, Normal anatomy of the heart and great vessels;

Б, Congenital heart disease, tetralogy of Fallot. Biventricular aorta with its orifice above the ventricular septal defect (green arrow). Right ventricular hypertrophy (black arrow). Infundibular pulmonary stenosis (yellow arrow).

The figure is the property of the authors

Изолированная подключичная артерия встречается реже всего – в 0,8% случаев [4]. Согласно модели гипотетической двойной дуги аорты J.E. Edwards (1948), формирование аномального отхождения правой подключичной артерии от правой ЛА происходит при резорбции части правой аорты между правой подключичной артерией и правой общей сонной артерией, а также части аорты дистальнее правого артериального протока (рис. 2) [5].

Отхождение подключичной артерии от ЛА может иметь значительные последствия, такие как врожденный синдром обкрадывания ЛА, обкрадывание подключичной артерии и вертебро-базилярная недостаточность [6].

Обкрадывание подключичной артерии и вертебро-базилярная недостаточность возникают когда кровь из левой позвоночной артерии, отходящей от подключичной артерии, поступает через вертебробазилярный переход в правую позвоночную артерию и в конечном итоге в подключичную артерию, лишая базилярную артерию адекватной перфузии. Обкрадывание легких связано с ретроградным легочным потоком [7]. Многие пациенты с изолированной аномалией отхождения правой подключичной артерии бессимптомны, но у части из них развивается ишемия пораженной конечности с изменением температуры, слабостью, болью и парестезией. У пациентов с симптоматической вертебро-базилярной недостаточностью могут наблюдаться головокружения, головные боли, обмороки, изменения полей зрения, шум в ушах, головные боли или атаксия [8].

Аномальное отхождение левой ЛА от дуги аорты является редким пороком развития, на долю которого приходится 0,12% всех врожденных пороков сердца [9]. Предполагаемые механизмы формирования аномального отхождения левой ЛА от аорты включают резорбцию левой 6-й аортальной дуги или сохранение левой 5-й аортальной дуги (в норме регрессирует). При этом клиническая картина порока с гипертонией малого круга кровообращения может «маскироваться» под заболевания легких.

Цель исследования

Продемонстрировать возможности мультиспиральной компьютерной томографии в детализации врожденного порока сердца (ВПС) – тетрады Фалло (ТФ) у младенца. Использованы обезличенные данные. От родителей ребенка получено добровольное информированное согласие на публикацию данных о ребенке.

Клиническое наблюдение

Пациентка Ж., 3 мес., поступила в ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» МЗ Краснодарского края в кардиохирургическое отделение № 1 с предварительным диагнозом ВПС, ТФ. Из анамнеза: сразу после рождения находилась в отделении

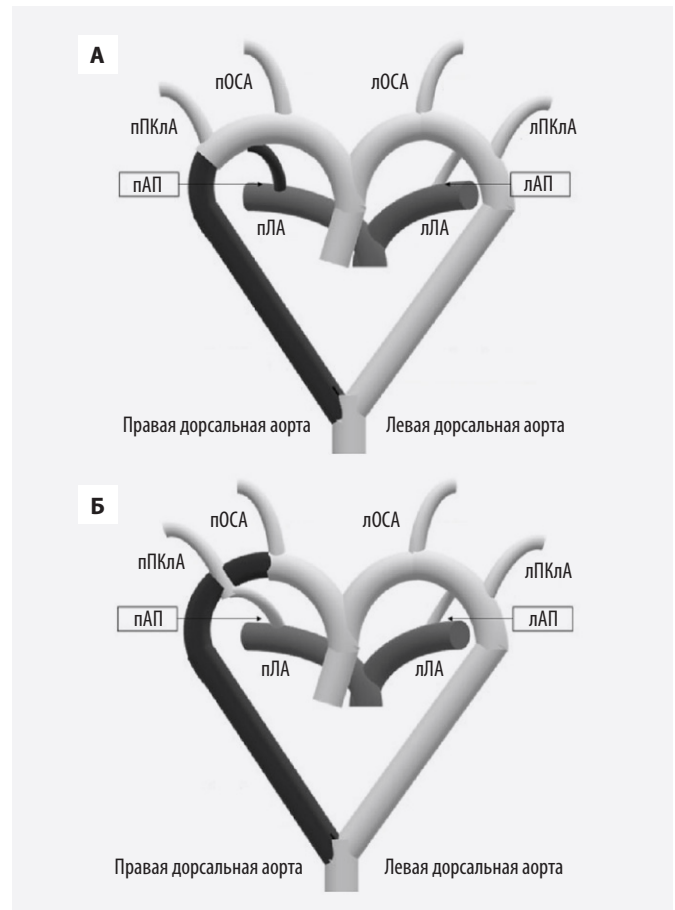


Рисунок 2. Гипотетическая двойная дуга J.E. Edwards, иллюстрирующая эмбриологическую основу происхождения nPKLA из nAP [5].

А – Развитие нормальной левой дуги аорты.

Б – Развитие левой дуги аорты с аномальным отхождением правой подключичной. Области дуги, заштрихованные черным, резорбируются во время развития.

Прим.: лОСА – левая общая сонная артерия; лЛА – левая легочная артерия; лПКЛА – левая подключичная артерия; лАП – левый артериальный проток; nОСА – правая общая сонная артерия; nЛА – правая легочная артерия; nПКЛА – правая подключичная артерия; nАП – правый артериальный проток

Figure 2. Edwards' hypothetical double arch, illustrating the embryologic basis of the origin of the right subclavian artery from the right-sided ductus arteriosus [5].

A, Development of the normal left aortic arch;

B, Development of the left aortic arch with the aberrant right subclavian artery. Black-shaded areas of the arch are resorbed during development.

Note: лОСА, left common carotid artery; лЛА, left pulmonary artery; лПКЛА, left subclavian artery; лАП, left-sided ductus arteriosus; nОСА, right common carotid artery; nЛА, right pulmonary artery; nПКЛА, right subclavian artery; nАП, right-sided ductus arteriosus

интенсивной терапии новорожденных в перинатальном центре с диагнозом врожденная пневмония. Получала антибактериальную терапию, однако состояние пациентки ухудшалось за счет нарастания дыхательных расстройств.

Ребенку была выполнена ЭхоКГ, с помощью которой был выставлен диагноз ВПС, ТФ. Кроме того, у девочки наблюдалось гипоксически-ишемическое поражение центральной нервной системы, судорожный синдром, поражение черепно-мозговых нервов – недостаточность 5-й пары справа. Госпитализирована для дообследования и оперативного лечения.

При поступлении вес больной составлял 4,3 кг, состояние средней степени тяжести, связанное с явлениями сердечной недостаточности, кожные покровы физиологической окраски. Частота дыхательных движений – 54 в мин. Сатурация – 94 %. Аускультативно тоны сердца ритмичные, выслушивается систолический шум 3/6 интенсивности с максимумом во 2-м межреберье у левого края грудины. Периферическая пульсация отчетливая, пульс 128 уд. в мин, ритмичный, удовлетворительного наполнения. Артериальное давление на руках 70/35 мм рт. ст.

Для оценки анатомии и функции сердца в НИИ – ККБ № 1 повторно проведена трансторакальная ЭхоКГ, по данным которой установлено: ВПС, ТФ, правая дуга аорты, функционирующее овальное окно.

Для детализации порока и исключения сопутствующей экстракардиальной патологии была проведена КТ грудной клетки в нативном виде и с болюсным контрастированием с ЭКГ-синхронизацией.

КТ проводилась на фоне общей медикаментозной седации на 256-срезовом компьютерном томографе

SOMATOM Definition Flash (Siemens Healthineers, Германия).

Протокол исследования был выбран «детский», первым этапом включал бесконтрастную КТ органов грудной клетки от уровня верхушек легких до уровня задних диафрагмальных синусов. Далее выполнялась КТА, в артериальную и венозную фазы в качестве контрастного препарата применяли Ультравист-350, в объеме 6 мл со скоростью введения 0,5 мл/с (с помощью шприца-инжектора). Обе фазы контрастирования проводились с ЭКГ-синхронизацией. Артериальная фаза стартовала на 5 сек от начала введения контраста через кистевую вену, начало ее совпадало с достижением концентрации контраста в просвете проксимального отдела восходящей аорты 100 ед. Х. (концентрация измерялась с помощью bolus tracking). Венозная фаза была начата на 12 сек от начала введения контрастного препарата. Толщина реконструктивного среза составляла 1,5 мм в нативную фазу и 0,625 при КТА. Доза облучения при проведении КТ составила 2,3 мЗв.

Обработка изображений выполнялась на мультимодальной рабочей станции Philips с построением трехмерных и VRT реконструкций.

По данным КТ исследования определялась:

Левокардия. Situs solitus. Атриовентрикулярная конкордантность. Визуализировалась гипертрофия миокарда правого желудочка (рис. 3).

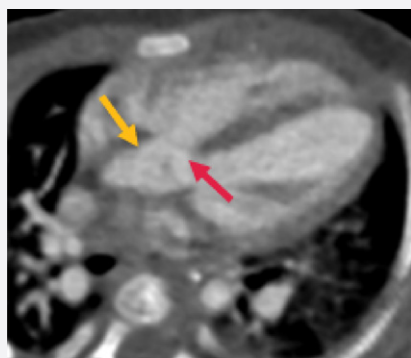


Рисунок 3А
Figure 3A



Рисунок 3Б
Figure 3B

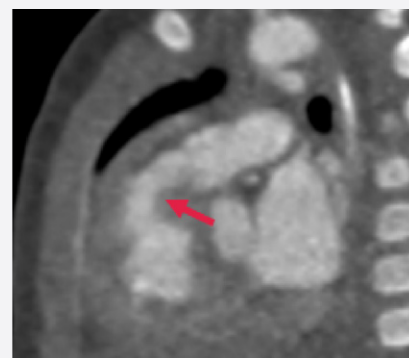


Рисунок 3С
Figure 3C

Рисунок 3. КТА органов грудной клетки с ЭКГ-синхронизацией, артериальная фаза.

А, Б – аксиальная, косо-сагиттальная проекции. Изображение желудочков сердца и межжелудочковой перегородки. В межжелудочковой перегородке определялся дефект (красная стрелка). Бивентрикулярная аорта, устье ее расположено над ДМЖП (желтая стрелка). Гипертрофия миокарда правого желудочка (зеленая стрелка).

С – косо-сагиттальная проекция. Инфундибулярный стеноз ЛА с сужением ВОПЖ (красная стрелка).

Figure 3. Electrocardiogram-gated computed tomographic angiography of the chest, arterial phase

A-B, Axial and oblique-sagittal projections. Visualization of the heart ventricles and interventricular septum. A defect in the interventricular septum (red arrow). Biventricular aorta with its orifice above the ventricular septal defect (yellow arrow). Right ventricular hypertrophy (green arrow);

C, Oblique-sagittal projection. Infundibular pulmonary stenosis with narrowing of the right ventricular outflow tract (red arrow)

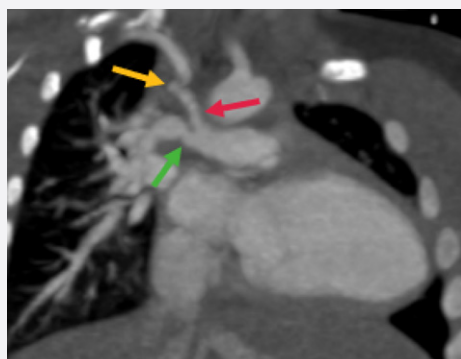
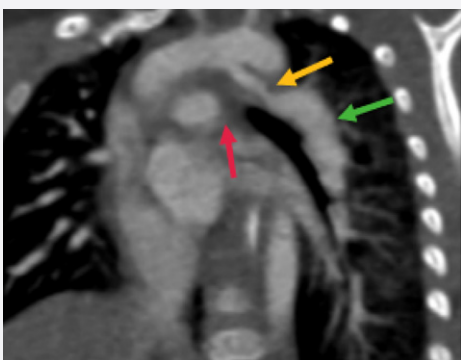
Рисунок 4А
Figure 4AРисунок 4Б
Figure 4BРисунок 4С
Figure 4CРисунок 4Д
Figure 4D

Рисунок 4. КТА грудной клетки с ЭКГ-синхронизацией, артериальная фаза, 3D и VRT-реконструкции.

А – Косо-корональная проекция. Аномальное отхождение правой подключичной артерии (красная стрелка) от правой ЛА (зеленая стрелка). Кинкинг со стенозом проксимального отдела правой подключичной артерии (желтая стрелка). Б – VRT-реконструкция. Аномальное отхождение правой подключичной артерии от правой ЛА (красная стрелка). С, Д – Косо-корональная проекция и VRT-реконструкция. Отсутствие устья левой ЛА в типичном месте (красная стрелка). ОАП (желтая стрелка) и аномальное отхождение от него левой ЛА (зеленая стрелка).

Figure 4. Electrocardiogram-gated computed tomographic angiography of the chest, arterial phase, 3-dimensional and volume rendering technique (VRT) reconstructions

А, Oblique-coronal projection. Abnormal origin of the right subclavian artery (red arrow) from the right pulmonary artery (green arrow). Patent ductus arteriosus and stenosis of the proximal right subclavian artery (yellow arrow);

В, VRT reconstruction. Abnormal origin of the right subclavian artery from the right pulmonary artery (red arrow);

С-Д, Oblique-coronal projection and VRT reconstruction. Absence of the left pulmonary artery orifice in the typical location (red arrow). Patent ductus arteriosus (yellow arrow) and abnormal origin of the left pulmonary artery from it (green arrow)

Аорта отходила бивентрикулярно (рис. 3). Калибр аорты на уровне синусов Вальсальвы – 11,3 мм, калибр восходящей аорты и переднего отдела дуги – 8,7 мм, заднего отдела дуги – 6 мм, нисходящей части аорты – 5,1 мм. От нисходящей аорты отходили БАЛКи. Определялся ОАП (калибр – 2,5 мм) между дугой аорты и левой ЛА (рис. 4).

Визуализируется правосторонняя дуга аорты. От дуги аорты отходят левые подключичная и общая сонная артерии, правая общая сонная артерия. Правая подключичная артерия берет свое начало от правой ЛА, ее калибр – 2,6 мм, петлеобразно извита в проксимальном отделе (рис. 4). От правой подключичной артерии отходит правая позвоночная артерия.

Легочный ствол типично отходит от правого желудочка, калибр выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ) составляет 5,8 мм, ствола ЛА до 8,5 мм (рис. 3). От легочного ствола берет начало правая ЛА, калибр – 4 мм. Левая ЛА отходит от ОАП (рис. 4). Сообщение между левой ЛА и легочным стволом отсутствует (рис. 4). Отмечается дилатация нижнедолевой ветви левой ЛА до 8,6 мм.

Определяется ДМПП шириной до 3 мм и ДМЖП до 8 мм (рис. 3).

Аортальный клапан – трехстворчатый, смещен в сторону правого желудочка на 40%.

Воздушность обоих легких несколько снижена. Очаговых и инфильтративных изменений в легких не выявлено.

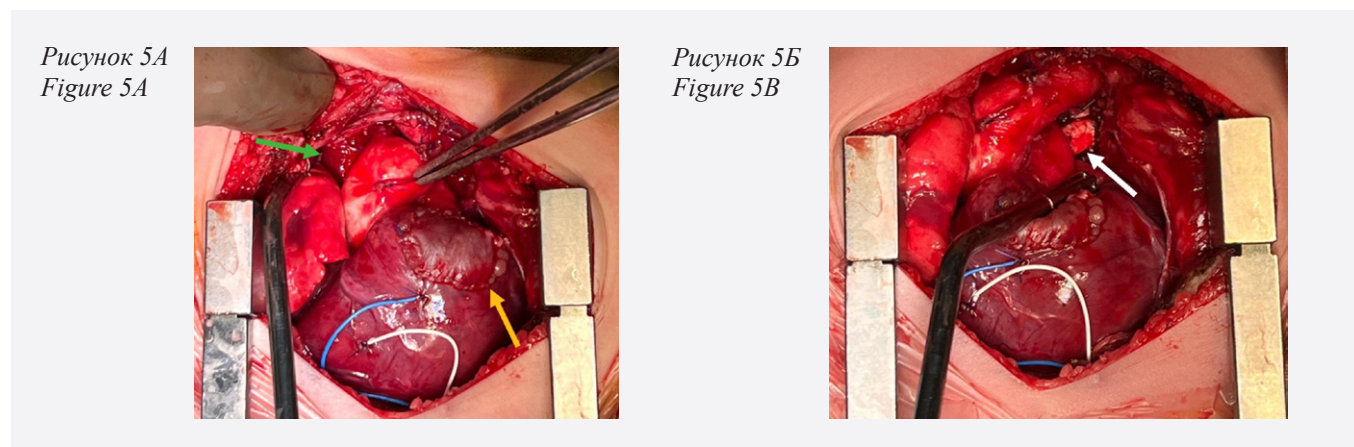


Рисунок 5. Этапы операции.

А – Реимплантация правой подключичной артерии в восходящую аорту (зеленая стрелка). Пластика выводного отдела правого желудочка заплатой из аутоперикарда (желтая стрелка).

Б – Реимплантация левой ЛА в ствол ЛА с помощью протеза (белая стрелка)

Figure 5. Surgical stages

A, Reimplantation of the right subclavian artery into the ascending aorta (green arrow). Reconstruction of the right ventricular outflow tract using an autologous pericardial patch (yellow arrow);

B, Reimplantation of the left pulmonary artery into the pulmonary trunk using a prosthetic graft (white arrow)

По результатам проведенных исследований пациента была прооперирована. Выполнена пластика ДМЖП, комиссуротомия, механическая дилатация кольца, инфундибулэктомия. Учитывая диастаз левой ЛА от легочного ствола, было принято решение о реимплантации левой ЛА в ствол ЛА с помощью протеза, также была выполнена пластика ВОПЖ (рис. 5). Ближайший послеоперационный период протекал с миокардиальной слабостью, дыхательной недостаточностью, энтеральной недостаточностью. На фоне проведенного лечения состояние ребенка – с положительной динамикой. Переведена в отделение на 6-е сут. после операции, в дальнейшем благополучно выписана.

Обсуждение

Современной тенденцией лечения детей со сложными сочетанными ВПС является многоэтапная паллиативная хирургическая коррекция.

Очевидно, что успех хирургического лечения ребенка напрямую зависит от правильной и детальной диагностики анатомии самого порока, а также сопутствующих интра- и экстракардиальных аномалий [10]. Наиболее широкодоступным методом диагностики при любом виде ВПС остается ЭхоКГ. Метод имеет хорошие диагностические возможности в оценке анатомо-функциональных параметров сердца, однако недостаточно эффективен в визуализации главных и периферических ветвей ЛА, в определении аорто-легочных коллатералей и возможных сочетанных экстракардиальных аномалий – все эти параметры играют весомую роль в выборе хирургической тактики ведения таких пациентов [11].

Наибольшей диагностической точностью в оценке вышеперечисленных параметров у детей с комбинированными ВПС играет метод КТ сердца и прямой ангиографии [12].

«Золотым стандартом» диагностики аномалий коронарного русла все еще остается прямая коронарография. Несмотря на высокую информативность, прямая коронарография сопряжена с относительно высокой лучевой нагрузкой и требует применения больших объемов рентгеноконтрастных веществ. Кроме этого, метод представляет собой инвазивную процедуру, имеющую ряд серьезных осложнений, таких как инфаркт миокарда и инсульт, а также риск развития кровотечения в зоне катетеризации. Поэтому с развитием возможностей неинвазивных методов визуализации сердца рутинное применение прямой ангиографии у детей с ТФ является предметом дискуссий [13]. Широкое применение томографических методик обуславливает изучение их возможностей в предоперационном планировании ВПС и в потенциальной замене прямой ангиографии.

Главными недостатками методики, ограничивающими ее широкое и частое использование, являются наличие лучевой нагрузки, необходимость внутривенного введения йодсодержащих рентгеноконтрастных препаратов и анестезиологическое пособие, применяемое у детей до года и младшей возрастной группы [14, 15].

В аспекте выбора хирургического лечения ВПС в дополнение к результатам морфофункциональной оценки сердца методом ЭхоКГ КТА грудной клетки с ЭКГ-синхронизацией позволила детально визуализировать анатомию сердца и магистральных сосудов, а также оценить трахею, бронхи и легкие.

К редким сочетанным патологиям при ТФ относится атрезия устья одной из ЛА с аномальным ее отхождением от ОАП или дуги аорты. Наличие аномального отхождения одной из ЛА усложняет и меняет хирургический подход к коррекции основного порока – ТФ. ОАП, являясь единственным источником кровоснабжения легкого, требует проведения паллиативного этапа коррекции: транслуминальной баллонной ангиопластики с дальнейшей установкой стента. Радикальный этап коррекции ТФ у таких детей включает в себя реимплантацию аномально отходящей ЛА в легочный ствол либо формирование бифуркации ЛА с дальнейшей имплантацией в нее клапаносодержащего кондуита. Корректная оценка анатомии ЛА при таких аномалиях методом трансторакальной ЭхоКГ, как правило, затруднена и комплексная интра- и экстракардиальная анатомия должна дополнительно оцениваться с помощью КТА или прямой ангиографии.

Заключение

Успех хирургической коррекции ВПС у детей заключается в предоперационной оценке всех анатомических особенностей, определяющих последовательность проводимого лечения и потенциальные хирургические риски. Использование одного метода визуализации для получения достоверных и надежных результатов при выборе хирургической тактики у пациентов со сложными ВПС недостаточно. ЭхоКГ остается первоочередным эффективным методом в диагностике ВПС, но не может считаться окончательной предоперационной диагностической методикой ввиду ограничений в оценке сочетанных хирургически важных экстракардиальных аномалий. КТА грудной клетки с синхронизацией ЭКГ показала себя высокоэффективным методом в оценке клинически важных сопутствующих анатомических особенностей у таких пациентов и может быть окончательным инструментом в планировании хирургической коррекции порока.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна: все авторы
Сбор, анализ и интерпретация данных: все авторы
Подготовка и редактирование статьи: все авторы
Исправление статьи: Е.И. Зяблова
Утверждение окончательной версии: Е.И. Зяблова

Author contributions

Concept and design: All authors
Acquisition, analysis, or interpretation of data: All authors
Manuscript drafting and editing: All authors
Manuscript revising: E.I. Zyblova
Final approval of the version to be published: E.I. Zyblova

Литература/References

1. Подзолков В.Н., Шведунуова В.Н. Врожденные пороки сердца. *РМЖ*. 2001;(10):430.
 Podzolkov VN, Shvedunova VN. Congenital heart diseases. *RMJ*. 2001;(10):430. (In Russ.).

2. Шаталов К.В., Джиджихия К.М. Влияние ротации truncus на тип формируемого порока сердца. Часть 1. Отхождение аорты и легочной артерии от правого желудочка. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2021;18(3):168–175.

Shatalov KV, Dzhidzhikhiya KM. The influence of truncal rotation on the type of congenital heart defect. Part 1. Double-outlet right ventricle. *Children's Heart and Vascular Diseases*. 2021;18(3):168–175. (In Russ.).

3. Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России, Ассоциация детских кардиологов России, Российское кардиологическое общество, Российское научное общество специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, Национальная курортная ассоциация. *Клинические рекомендации «Тетрада Фалло»*. Министерство здравоохранения Российской Федерации; 2021.

Russian Association of Cardio-Vascular Surgeons, Association of Russian Paediatric Cardiologists, Russian Society of Cardiology, Russian Scientific Society of Endovascular Therapies, National Spa Association. *Clinical Guidelines. Tetralogy of Fallot*. Ministry of Health of the Russian Federation; 2021. (In Russ.).

4. Luetmer PH, Miller GM. Right aortic arch with isolation of the left subclavian artery: case report and review of the literature. *Mayo Clin Proc*. 1990;65(3):407–413. PMID: 2179646. [https://doi.org/10.1016/s0025-6196\(12\)62540-3](https://doi.org/10.1016/s0025-6196(12)62540-3)

5. Edwards JE. Anomalies of the derivatives of the aortic arch system. *Med Clin North Am*. 1948;32:925–949. PMID: 18877614. [https://doi.org/10.1016/s0025-7125\(16\)35662-0](https://doi.org/10.1016/s0025-7125(16)35662-0)

6. Lee Y, Hong SW. Abnormal origin of the left subclavian artery from the left pulmonary artery in a patient with double outlet right ventricle. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;47(1):32–34. PMID: 24570863. PMCID: PMC3928260. <https://doi.org/10.5090/kjtc.2014.47.1.32>

7. McMahon CJ, Thompson KS, Kearney DL, Nihill MR. Subclavian steal syndrome in anomalous connection of the left subclavian artery to the pulmonary artery in d-transposition of the great arteries. *Pediatr Cardiol*. 2001;22(1):60–62. PMID: 11123131. <https://doi.org/10.1007/s002460010155>

8. Nath PH, Castaneda-Zuniga W, Zollikofer C, et al. Isolation of a subclavian artery. *AJR Am J Roentgenol*. 1981;137(4):683–688. PMID: 6974961. <https://doi.org/10.2214/ajr.137.4.683>

9. Gnanappa GK, Laohachai K, Orr Y, Ayer J. Isolated anomalous origin of left pulmonary artery from the descending aorta: an embryologic ambiguity. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(5):e439–e441. PMID: 27772603. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.04.089>

10. Ganigara M, Doshi A, Naimi I, Mahadevaiah GP, Budhe S, Chikkabyrappa SM. Preoperative physiology, imaging, and management of coarctation of aorta in children. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;23(4):379–386. Published correction appears in *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;25(1):77. PMID: 31535945. <https://doi.org/10.1177/1089253219873004>

11. Zhang Y, Yang ZG, Yang MX, et al. Common atrium and the associated malformations: Evaluation by low-dose dual-source computed tomography. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(46):e12983. PMID: 30431572. PMCID: PMC6257481. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012983>

12. Liu J, Li H, Liu Z, Wu Q, Xu Y. Complete preoperative evaluation of pulmonary atresia with ventricular septal defect with multi-detector computed tomography. *PLoS One*. 2016;11(1):e0146380. PMID: 26741649. PMCID: PMC4712153. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146380>

13. Garg N, Walia R, Neyaz Z, Kumar S. Computed tomographic versus catheterization angiography in tetralogy of Fallot. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2015;23(2):164–175. PMID: 24912609. <https://doi.org/10.1177/0218492314538844>

14. Ramirez-Suarez KI, Tierradentro-García LO, Otero HJ, et al. Optimizing neonatal cardiac imaging (magnetic resonance/computed tomography). *Pediatr Radiol*. 2022;52(4):661–675. PMID: 34657169. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-05201-w>

15. Masuda T, Funama Y, Nakaura T, et al. Influence of contrast enhancement at the contrast injection location for the arm or leg in neonatal and infant patients during cardiac computed tomography. *Radiologia (Engl Ed)*. 2022;64(6):525–532. PMID: 36402538. <https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2021.10.001>

Сведения об авторах

Терентьев Никита Геннадьевич, ассистент кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет; врач-рентгенолог, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0009-7296-2616>

Наумова Елизавета Анатольевна, врач-рентгенолог, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0002-0507-4079>

Зяблова Дарья Дмитриевна, ординатор кафедры лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет; врач-стажер, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0483-032X>

Зяблова Елена Игоревна, д. м. н., доцент, заведующая кафедрой лучевой диагностики № 2, Кубанский государственный медицинский университет; заведующая рентгенологическим отделением, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; главный внештатный рентгенолог МЗ Краснодарского края (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Ефимочкин Георгий Алексеевич, к. м. н., кардиохирург кардиохирургического отделения № 1, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-7777-7457>

Иофе Елена Игоревна, кардиохирург кардиохирургического отделения №1, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6727-0978>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Nikita G. Terentyev, Assistant Professor at the Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University; Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0009-7296-2616>

Elizaveta A. Naumova, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0002-0507-4079>

Darya D. Zablova, Resident, Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University; Trainee Physician, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0483-032X>

Elena I. Zablova, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Diagnostic Radiology Department No. 2, Kuban State Medical University; Head of the Radiology Unit, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Chief Nonstaff Radiologist of the Ministry of Health of the Krasnodar Region (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Georgii A. Efimochkin, Cand. Sci. (Med.), Cardiac Surgeon, Cardiac Surgery Unit No. 1, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7777-7457>

Elena I. Iofe, Cardiac Surgeon, Cardiac Surgery Unit No. 1, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6727-0978>

Conflict of interest: none declared.