



Компьютерная томография в диагностике транспозиции магистральных артерий

Л. А. Титова¹, А. А. Грицай^{1✉}, Е. М. Гончаренко¹, С. И. Маркс¹, Н. В. Ищенко¹,
М. В. Анисимов¹, А. Ю. Гончарова¹, И. А. Баранов¹, Е. А. Язова¹, А. И. Тимошина²

¹ Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

² Клиника семейной медицины «Олимп здоровья», г. Воронеж, Российская Федерация

✉ x-ray73@mail.ru

Аннотация

Транспозиция магистральных артерий (ТМА) является одним из наиболее сложных врожденных пороков сердца, который требует хирургического вмешательства в первые дни после рождения ребенка. В статье описан уникальный клинический случай пациента с ТМА, перенесшего двухэтапную хирургическую коррекцию в детском возрасте с отдаленными осложнениями через 30 лет после операции.

В представленном клиническом наблюдении компьютерная томография (КТ) с контрастированием и ЭКГ-синхронизацией продемонстрировала преимущества перед эхокардиографией (ЭхоКГ), став определяющим методом для выбора дальнейшей стратегии лечения. Важность КТ-диагностики была обусловлена следующими преимуществами: трехмерная визуализация дегенерации кондуита (кальцификация, стеноз 72 %), точная оценка ремоделирования правого желудочка, диагностика субклинического тромбоза дистальных ветвей легочной артерии, количественный анализ функции правого желудочка, визуализация коллатерального кровообращения, выявление асцита и признаков фиброза печени.

Анализ представленного клинического наблюдения демонстрирует возможности рентгенологических методов визуализации и подчеркивает необходимость наблюдения за пациентами после коррекции ТМА.

Ключевые слова:

врожденные аномалии сердца, транспозиция магистральных артерий, эхокардиография, компьютерная томография, хирургическая коррекция, клиническое наблюдение

Для цитирования: Титова Л. А., Грицай А. А., Гончаренко Е. М., Маркс С. И., Ищенко Н. В., Анисимов М. В., Гончарова А. Ю., Баранов И. А., Язова Е. А., Тимошина А. И. Компьютерная томография в диагностике транспозиции магистральных артерий. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2025; 12(3): 104–115. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-9> EDN: ZHNDVH

Для корреспонденции: Грицай Андрей Александрович – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

Адрес: 394036, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10

E-mail: x-ray73@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Соблюдение этических стандартов: в работе соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ред. 2013). От пациента (родителя/законного представителя) получено письменное добровольное информированное согласие на публикацию описания клинического наблюдения.

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 26.02.2025; одобрена после рецензирования 16.07.2025; принята к публикации 27.08.2025.

© Титова Л. А., Грицай А. А., Гончаренко Е. М., Маркс С. И., Ищенко Н. В., Анисимов М. В., Гончарова А. Ю., Баранов И. А., Язова Е. А., Тимошина А. И., 2025

Computed tomography in terms of transposition of the great arteries

L. A. Titova¹, A. A. Gridsay¹✉, E. M. Goncharenko¹, S. I. Marks¹, N. V. Ischenko¹, M. V. Anisimov¹, A. Yu. Goncharova¹, I. A. Baranov¹, E. A. Yazova¹, A. I. Timoshina²

¹ Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

² Family Medicine Clinic "Olymp Zdorovya" (Health Olympus), Voronezh, Russian Federation

✉ x-ray73@mail.ru

Abstract

Transposition of the great arteries (TGA) is one of the most complex congenital heart defects, which requires surgical intervention in the first days after the birth of a child. The article describes a unique clinical case of a patient with TGA who underwent two-stage surgical correction in childhood with long-term complications 30 years after surgery.

In the presented clinical case, computed tomography (CT) with contrast and ECG synchronization demonstrated advantages over echocardiography (EchoCG), becoming the determining method for choosing a further treatment strategy. The importance of CT diagnostics was due to the following advantages: three-dimensional visualization of conduit degeneration (calcification, 72 % stenosis), accurate assessment of right ventricular remodeling, diagnosis of subclinical thrombosis of the distal branches of the pulmonary artery, quantitative analysis of right ventricular function, visualization of collateral circulation, detection of ascites and signs of liver fibrosis.

The analysis of the presented clinical observation demonstrates the possibilities of X-ray imaging methods and emphasizes the need to monitor patients after TGA correction.

Keywords:

congenital heart defects, transposition of great arteries, echocardiography, computed tomography, surgical correction, clinical case reports

For citation: Titova L. A., Gridsay A. A., Goncharenko E. M., Marks S. I., Ischenko N. V., Anisimov M. V., Goncharova A. Yu., Baranov I. A., Yazova E. A., Timoshina A. I. Computed tomography in terms of transposition of the great arteries. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2025; 12(3): 104–115. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-9> EDN: ZHHDVH

For correspondence: Andrey A. Gridsay – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

Address: 10 Studencheskaya str., Voronezh, 394036, Russian Federation

E-mail: x-ray73@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Compliance with ethical standards: the study followed the ethical principles set forth by the World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ed. 2013. A written voluntary informed consent was obtained from the patient to publish the description of the clinical observation.

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

The article was submitted 26.02.2025; approved after reviewing 16.07.2025; accepted for publication 27.08.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Транспозиция магистральных артерий (ТМА) составляет до 7 % всех врожденных аномалий сердца с оценочной частотой ~1 на 5000 новорожденных. В большинстве случаев это изолированная аномалия (90 %), которая редко связана с синдромом или внесердечным пороком развития. Сочетание с другими пороками развития сердца, включая дефект межжелудочковой перегородки и обструкцию путей оттока левого желудочка, встречается достаточно часто и существенно влияет на клиническую картину и сроки развития симптомов, основными из которых являются цианоз и застойная сердечная недостаточность [1–4]. Проявления симптомов заболевания и их тяжесть зависят от анатомических и функциональных особенностей, определяющих интенсивность взаимодействия между двумя циркуляторными системами [5, 6].

При физикальном обследовании возможно выявить увеличение правого желудочка, колебание в левой нижней границе грудины, а при наличии обструкции путей оттока левого желудочка можно заметить систолический шум на верхней границе грудины. Патогномичным признаком, хотя и редким, является обратный дифференциальный цианоз, который проявляется в верхних конечностях при отсутствии подобных изменений в нижних конечностях. Развитие обратного дифференциального цианоза возможно только при декстротранспозиции в сочетании с открытым артериальным протоком, а также при наличии либо прерывистой дуги аорты, либо ее коарктации [7].

В 2020 г. были опубликованы рекомендации Европейского общества кардиологов по обследованию и ведению взрослых с врожденными пороками сердца [7].

В клинической практике параллельно с осмотром выполняют электрокардиографию (ЭКГ) и пульсоксиметрию. Рентгенография грудной клетки позволяет выявить изменения размеров и конфигурации сердца, а также состояние легочного кровотока.

Эхокардиография (ЭхоКГ) имеет преимущества перед магнитно-резонансной томографией (МРТ) в отношении оценки градиентов давления и давления в легочной артерии, а также выявления мелких высокоподвижных образований, таких как вегетации. МРТ сердца идеально подходит для точной количественной оценки объемов желудочков, фракции выброса (ФВ), клапанной регургитации, расчета легочного и системного кровотока, выявления фиброза миокарда. Сердечно-сосудистая компьютерная томография (КТ) имеет преимущества в оценке легочной артерии (стенозы, аневризмы) и аорты (аневризма,

диссекция, коарктация), для оценки системных и легочных вен (аномальное впадение, обструкция, анатомия коронарных вен перед вмешательством и т.п.), а также визуализации коллатералей, артериовенозных мальформаций, аномалий коронарных сосудов и ишемической болезни сердца [8–15].

Септопластика с помощью операций Растелли – это хирургическая процедура по коррекции определенных комбинаций сердечно-сосудистых пороков у пациентов с цианотичным врожденным пороком сердца. Операция основана на перенаправлении желудочкового оттока с помощью внутрисердечной перегородки, которая туннелирует левый желудочек к аорте, и наружного клапанного канала, который соединяет правый желудочек и легочный ствол [5, 15]. Прогноз зависит от своевременности вмешательства и наличия сопутствующих пороков. После успешной операции выживаемость достигает 90 %.

Основной сложностью при операции Растелли является высокая вероятность развития дисфункции экстракардиального кондуита. Это приводит к необходимости частых повторных вмешательств на правых отделах сердца, что существенно ограничивает возможности широкого применения данной техники [15].

Приводим описание редкого клинического наблюдения пациента с ТМА, перенесшего двухэтапную хирургическую коррекцию в детском возрасте с отдаленными осложнениями через 30 лет после операции.

Клиническое наблюдение

Пациент М., 33 года. Обратился с жалобами на выраженные отеки, наличие жидкости в брюшной полости, одышку при средних нагрузках. При рождении диагностированы ТМА, дефект межжелудочковой перегородки и стеноз легочной артерии. На момент осмотра данных о проведенном в детстве лечении не предоставил. Атриосептостомию не выполняли. Наблюдался в Национальном институте сердечно-сосудистой хирургии им. Н. М. Амосова НАМН Украины. В возрасте 1 год 8 мес. была выполнена операция Switch (коррекция ТМА путем перевода аорты и легочной артерии в анатомически правильное положение). После операции наблюдался в том же учреждении. В возрасте 7,5 лет выполнена операция Растелли с закрытием септальных дефектов. После 27 лет эпизодически начал появляться асцит. В возрасте 32 лет начали появляться выраженные отеки нижних конечностей. Получал лечение хронической сердечной недостаточности. При ЭхоКГ выявлен гемодинамически значимый транскондуитный градиент (как признак стеноза кондуита легочной артерии), выраженная трикуспи-

дальняя регургитация. Принимал: спиронолактон, торасемид, дапаглифлозин, бета-блокеры. На время обращения лекарственных средств не принимает, использует компрессионный трикотаж на нижние конечности. Сопутствующая патология: хронический гастрит, хронический бронхит.

Физикальное исследование: состояние средней тяжести. В сознании, адекватен. Рост 170 см, вес 74 кг. Кожа обычной окраски. Частота дыхательных движений (ЧДД) 18 в мин. в покое. Дыхание жесткое, выслушивается во всех отделах, единичные влажные хрипы в нижних отделах легких. Частота



Рис. 1. Рентгенография органов грудной клетки в прямой (А) и боковой (Б) проекциях: дополнительная тень в проекции переднего средостения, признаки сердечно-легочной недостаточности.

Fig. 1. Chest X-ray in direct (A) and lateral (Б) projections: additional shadow in the projection of the anterior mediastinum, signs of cardiopulmonary insufficiency.

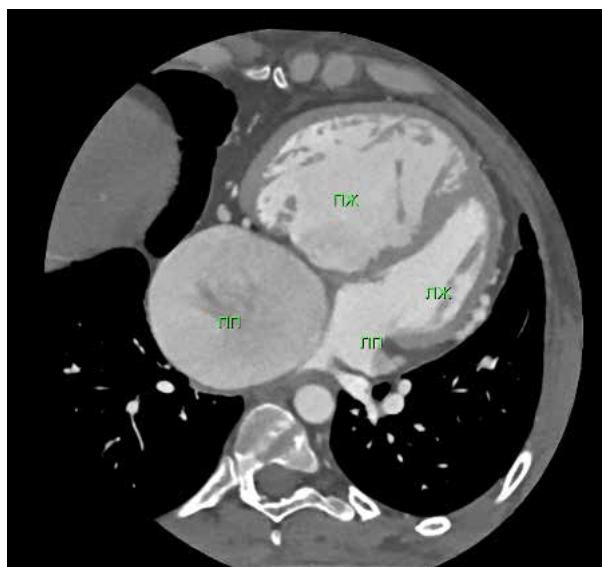


Рис. 2. МСКТ в аксиальной проекции на уровне межжелудочковой перегородки. Анатомические особенности пациента.

*ПЖ – правый желудочек, ПП – правое предсердие, ЛП – левое предсердие, ЛЖ – левый желудочек.

Fig. 2. MSCT in axial projection at the level of the interventricular septum. Anatomical features of the patient.

*ПЖ – right ventricle, ПП – right atrium, ЛП – left atrium, ЛЖ – left ventricle.

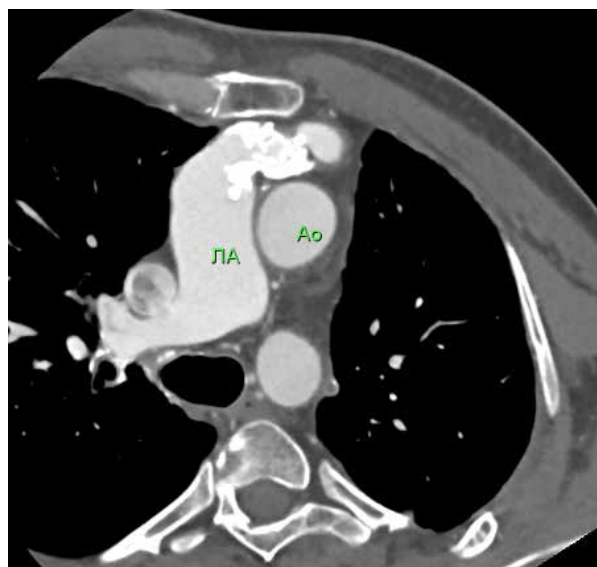


Рис. 3. МСКТ в аксиальной проекции на уровне легочного ствола. Анатомические особенности пациента.

*ЛА – легочная артерия, Ао – восходящий отдел аорты.

Fig. 3. MSCT in axial projection at the level of the pulmonary trunk. Anatomical features of the patient.

*ЛА – pulmonary artery, Ао – ascending aorta.

сердечных сокращений (ЧСС) 76 в мин. Артериальное давление левой верхней конечности – 121/81 мм рт. ст., артериальное давление правой верхней конечности – 108/74 мм рт. ст. Тоны сердца звучные, выраженный систолический шум над всеми точками с эпицентром в 3 межреберье слева

от грудины. Живот при пальпации мягкий. Печень +5 см из-под края реберной дуги справа. Перкуторные признаки умеренного асцита. Симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон. Голени с выраженным отеком. Стернотомный и задне-торакотомный (3–4 м/р) рубцы без особенностей.



Рис. 4. МСКТ, мультипланарная реконструкция на уровне правого предсердия и левого желудочка. Анатомические особенности пациента.

*ПП – правое предсердие, ЛЖ – левый желудочек.

Fig. 4. MSCT, multiplanar reconstruction at the level of the right atrium and left ventricle. Anatomical features of the patient.

*ПП – right atrium, ЛЖ – left ventricle.



Рис. 5. МСКТ, мультипланарная реконструкция на уровне правого предсердия и правого желудочка. Анатомические особенности пациента.

*ПП – правое предсердие, ПЖ – правый желудочек.

Fig. 5. MSCT, multiplanar reconstruction at the level of the right atrium and the right ventricle. Anatomical features of the patient.

*ПП – right atrium, ПЖ – right ventricle.



Рис. 6. МСКТ в аксиальной проекции на уровне ствола легочной артерии. Состояние после коррекции ВПС, кондукт легочной артерии с обызвествлением стенок.

*ВПЖ – выводной отдел правого желудочка, Ао – восходящий отдел аорты, ЛА – легочная артерия.

Fig. 6. MSCT in axial projection at the level of the trunk of the pulmonary artery. Condition after correction of CHD, pulmonary artery conduit with calcification of the walls.

*ВПЖ – excretory section of the right ventricle, Ао – ascending section of the aorta, ЛА – pulmonary artery.

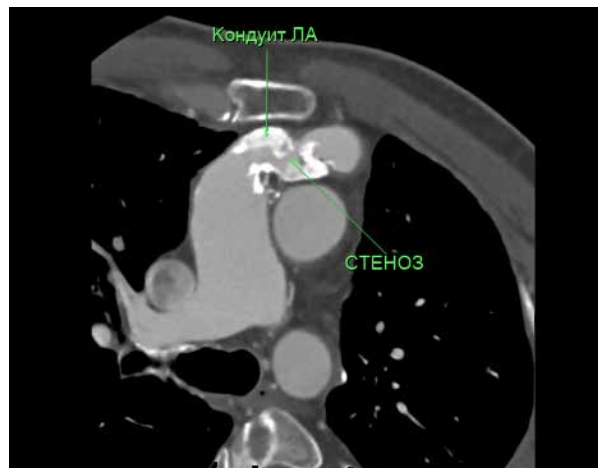


Рис. 7. МСКТ в аксиальной проекции на уровне кондукта. Состояние после коррекции ВПС, кондукт легочной артерии с обызвествлением стенок.

Fig. 7. MSCT in the axial projection at the conduit level. Condition after correction of CHD, pulmonary artery conduit with calcification of the walls.

Выполнена рентгенография органов грудной клетки в прямой и боковой проекциях (рис. 1).

Очаговые и инфильтративные тени в легких не определяются. Пневматизация равномерная. Легочный рисунок диффузно усилен за счет сосудистого компонента. Корни легких структурные, не расширены. Купола диафрагмы четкие, ровные. Синусы

свободные. Тень сердца расширена в поперечнике до 172 мм. В проекции переднего верхнего средостения в боковой проекции визуализируется тень овальной формы размером 20 × 35 мм, неомогенная, преимущественно известковой плотности. Тень прилежит к задней поверхности верхней трети грудины, контур которой в этом месте деформиро-

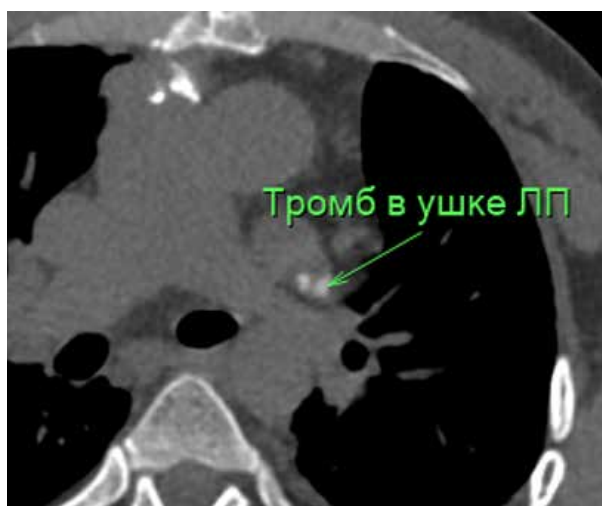


Рис. 8. МСКТ в аксиальной проекции. Тромб в ушке левого предсердия с признаками частичной кальцификации.
 *ЛП – левое предсердие.

Fig. 8. MSCT in axial projection. Thrombus in the auricle of the left atrium with signs of partial calcification.
 *ЛП – is the left atrium.

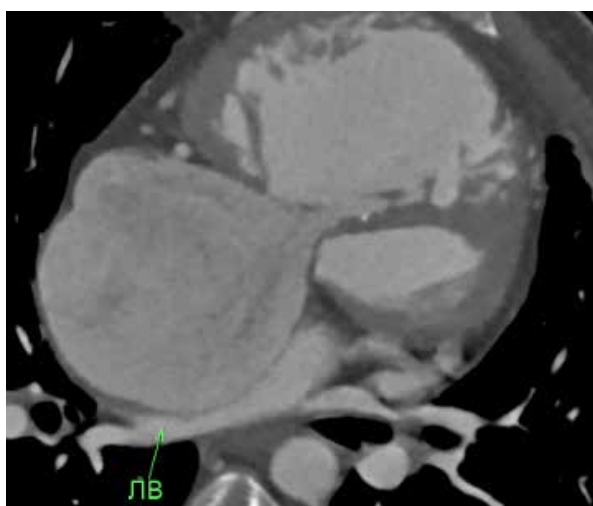


Рис. 9. МСКТ в аксиальной проекции. Компрессия правых легочных вен с увеличенным правым предсердием.
 *РВ – легочная вена.

Fig. 9. MSCT in axial projection. Compression of the right pulmonary veins with an enlarged right atrium.
 *РВ – pulmonary vein.



Рис. 10. МСКТ в сагитальной проекции на уровне правого предсердия. Аневризма стенки правой верхней легочной вены.
 РВ – правое предсердие, РВ – легочная вена.

Fig. 10. MSCT in the sagittal projection at the level of the right atrium. Aneurysm of the wall of the right superior pulmonary vein.
 РВ – right atrium, РВ – pulmonary vein.

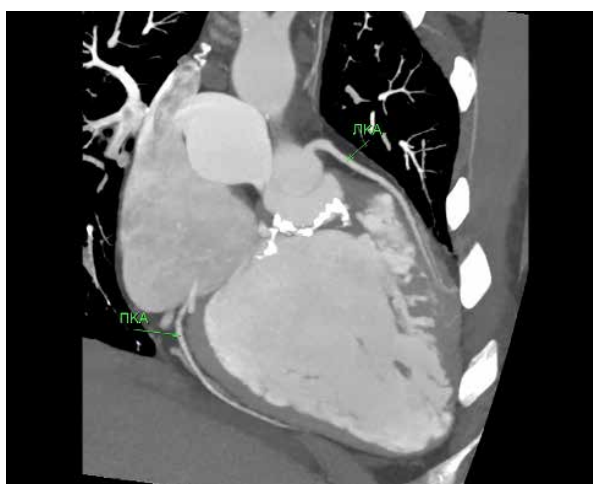


Рис. 11. МСКТ, мультипланарная реконструкция, анатомия коронарных артерий.
 РКА – правая коронарная артерия, ЛКА – левая коронарная артерия.

Fig. 11. MSCT, multiplanar reconstruction, anatomy of coronary arteries.
 РКА – right coronary artery, ЛКА – left coronary artery.

ван. Заключение: дополнительная тень в проекции переднего средостения, признаки сердечно-легочной недостаточности.

Выполнена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) сердца с внутривенным контрастированием и с ЭКГ-синхронизацией, при которой выявлены врожденный порок сердца (двойное отхождение магистральных сосудов от левого желудочка), ТМА, клапанно-подклапанный стеноз легочной артерии с гипоплазией ее проксимального отдела (подклапанный отдел 8×10 мм, фиброзное кольцо клапана легочной артерии 9×12 мм) (рис. 2–15).

Ключевое послеоперационное осложнение после операции Растелли: выраженный стеноз (субокклюзия – просвет $2,5 \times 4$ мм) и обызвествление кондуита легочной артерии. Правожелудочковая недостаточность и перегрузка правых отделов сердца. Резкая дилатация правых камер: правое предсердие: аневризматически расширено ($80 \times 80 \times 100$ мм, ~ 330 мл), правый желудочек: резко увеличен (длина 95 мм, сечение 60×80 мм), гипертрофия миокарда (толщина 8 мм), аневризматическое расширение выводного отдела правого желудочка. Косвенные признаки тяжелой недостаточности трикуспидального клапана (дилатация фиброзного кольца трикуспидального клапана 30×30 мм). Выраженное расширение нижней полой вены (38×50 мм) и варикозное расширение венечных вен $\rightarrow$ признаки системного венозного застоя. Левое предсердие сдавлено увеличенным правым предсердием. Легочная гипертензия и изменения легочных сосудов: косвенные признаки гипертензии в малом круге. Усиление интерстициального компонента легочного рисунка. Большая аортолегоч-

ная коллатераль (1,5–2 мм). Аневризма по задней стенке верхней правой легочной вены (10×7 мм), сдавление правых легочных вен увеличенным правым предсердием. Декомпенсация сердечной недостаточности и полиорганные нарушения: асцит, анасарка, спленомегалия (селезенка $150 \times 100 \times 65$ мм), диффузные изменения паренхимы печени, формирующийся цирроз. Прочие значимые находки: тромб в ушке левого предсердия ($10 \times 7 \times 22$ мм) – частично обызвествленный, фиксированный (хронический). Аневризматическое расширение легочного ствола (36×25 мм). Вариант отхождения ветвей дуги аорты (плечеголовной ствол и левая общая сонная артерия отходят общим устьем).

По данным МСКТ у пациента выявлен сложный врожденный порок сердца (двойное отхождение магистральных сосудов от левого желудочка, ТМА, стеноз легочной артерии), корригированным операцией Растелли, на фоне этого развилось критическое послеоперационное осложнение – выраженный стеноз и обызвествление кондуита легочной артерии (просвет $2,5 \times 4$ мм). Это привело к тяжелой перегрузке и недостаточности правых отделов сердца (огромное правое предсердие, дилатация и гипертрофия правого желудочка, недостаточность трикуспидального клапана), легочной гипертензии и выраженной системной декомпенсации (асцит, анасарка, спленомегалия, начинающийся цирроз печени). Дополнительные риски представляют хронический тромб в ушке левого предсердия и аневризма легочной вены. Состояние крайне тяжелое, обусловлено в первую очередь критическим стенозом кондуита легочной артерии после операции Растелли.



Рис. 12. МСКТА, мультипланарная реконструкция, аортолегочные коллатерали.

Fig. 12. MSCT, multiplanar reconstruction, aortopulmonary collaterals.



Рис. 13. МСКТА, мультипланарная реконструкция, расширенные венечные вены.

Fig. 13. MSCT, multiplanar reconstruction, dilated coronary veins.

На фоне выявленной системной декомпенсации показана госпитализация в специализированный центр для дальнейшего лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные исследования показывают, что подобная стратегия в виде хирургической коррекции ТМА, хотя и обеспечивает выживаемость в детском возрасте, несет значительный риск поздних осложнений [3, 5]. Динамика клинического состояния пациента после применения комбинированного хирургического подхода, сочетающего артериальный switch с операцией Растелли, представляет значительный интерес.

Рентгенография органов грудной клетки и ЭКГ сохраняют диагностическую ценность при первичном обследовании, хотя их находки характеризуются низкой специфичностью.

Трансторакальная ЭхоКГ является методом выбора диагностики ТМА. В мировой практике существуют разные точки зрения о возможности использования ЭхоКГ как единственной и окончательной методики

в планировании тактики ведения детей с ТМА и хирургическом планировании [9]. Активное развитие томографических методик обуславливают интерес кардиологов и кардиохирургов к пониманию диагностических возможностей КТ и МРТ сердца в оценке хирургических рисков у детей с ТМА на первичном дооперационном этапе.

Диагноз устанавливается с помощью ЭхоКГ, позволяющей получить детальные морфологические данные, необходимые для будущего хирургического лечения. Возможно напрямую визуализировать аномальную анатомию с аортой и легочным стволом, лежащими параллельно без скрещивания (лучше всего видно при виде основания сердца плода).

Метод доплерографии с использованием цветового картирования потока может значительно улучшить визуализацию расположения коронарных сосудов [10].

Использование КТ-ангиокардиографии с построением многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца позволяет определить характерные анатомические признаки транспозиции и скорректированной транспозиции магистральных



Рис. 14. МСКТ, 3D-реконструкция. Расширенные венечные вены.

Fig. 14. MSCT, 3D reconstruction. Dilated coronary veins.

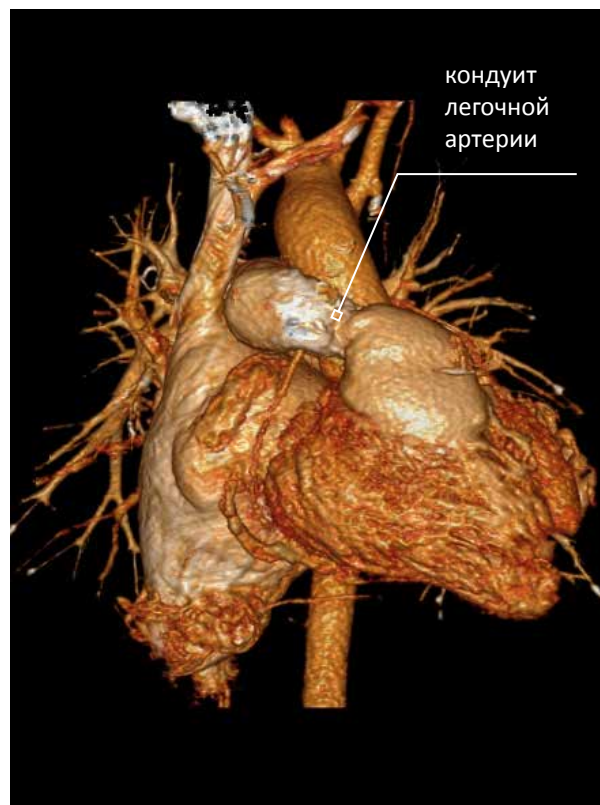


Рис. 15. МСКТ, 3D-реконструкция. Состояние после коррекции ВПС, кондуит легочной артерии с обызвествлением стенок.

Fig. 15. MSCT, 3D reconstruction. Condition after correction of CHD, pulmonary artery conduit with calcification of the walls.

сосудов (ТМС). Кроме того, этот метод помогает выявить внутрисердечную и внесердечную патологии, что улучшает тактику при определении объема и времени хирургического вмешательства [11–13]. Так, в исследовании Хасановой К. А. и соавт. диагностическая точность КТ сердца в комплексном определении сопутствующих аномалий магистральных сосудов, коронарных артерий и экстракардиальной патологии составила 98 % (AUC = 98,9 %) [13].

МРТ позволяет точно оценивать сложные анатомо-морфологические особенности, включая относительно малые структуры у детей [2, 14]. При этом возможна оценка гемодинамики: применяется последовательность киносигналов. В частности, SSFP (Steady-State Free Precession – стационарная свободная прецессия) является основным режимом визуализации и обеспечивает превосходный контраст между полостью сердца (кровью) и миокардом по сравнению со стандартными МР последовательностями. Также эта методика позволяет рассчитать объемы желудочков (конечный диастолический, конечный систолический), фракцию выброса и массу миокарда.

Применение МР-ангиографии играет существенную роль в оценке структуры сосудов и гемодинамики при ТМС.

В представленном клиническом наблюдении пациента с декомпенсированным врожденным пороком сердца после операции Растелли КТ с контрастированием и ЭКГ-синхронизацией продемонстрировала преимущества перед ЭхоКГ, став определяющим методом для выбора дальнейшей стратегии лечения. Была выявлена причина декомпенсации: КТ подтвердила критический стеноз и обызвествление кондуита легочной артерии, измерив минимальный просвет (2,5 × 4 мм), что недоступно ЭхоКГ с такой точностью.

С помощью КТ-исследования была получена детальная 3D-модель анатомических структур (размеры камер, кондуита, легочной артерии, аневризмы, большая аортолегочная коллатераль, вариант аорты) и выявлены критические риски (обызвествленный тромб в левом предсердии), без которых планирование безопасной реоперации по замене кондуита невозможно. КТ позволила провести комплексную диагностику не только сердца, но и выявить признаки системной декомпенсации, включая асцит, спленомегалию, изменения печени и отек легких, что существенно для оценки общего риска.

Хотя ЭхоКГ остается первым и незаменимым методом для оценки функции сердца и клапанных нарушений, в ситуациях сложных реопераций у взрослых с врожденными пороками сердца, особенно при подозрении на патологию кондуитов, кальцификацию или внесердечные осложнения, КТ становится методом выбора благодаря своей точности, воспроизводимости и способности предоставить исчерпывающую анатомическую информацию для принятия жизненно важных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После достижения положительных результатов оперативного вмешательства у пациентов с ТМА необходимо дальнейшее наблюдение. Следует отметить важность периодического послеоперационного контроля состояния пациента в течении жизни. Рентгенологические методы визуализации позволяют в должной степени проводить оценку отсроченных физиолого-анатомических изменений после различных кардиоваскулярных операций, проведенных в раннем возрасте, с целью дальнейшей коррекции состояния пациента и улучшения качества жизни.

Список источников

1. Ferguson EC, Krishnamurthy R, Oldham SA. Classic imaging signs of congenital cardiovascular abnormalities. *Radiographics*. 2007 Sep-Oct;27(5):1323–1334. <https://doi.org/10.1148/rg.275065148>
2. Panayiotou A, Thorne S, Hudsmith LE, Holloway B. CT of transposition of the great arteries in adults. *Clin Radiol*. 2022 Apr;77(4):e261–e268. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2021.12.006>
3. Бокерия Л. А., Беришвили Д. О., Нефедова И. Е., Баринштейн Д. Б., Степаничева О. А. Хирургическая коррекция транспозиции магистральных артерий с тотальным дренажем легочных вен в портальную вену. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2019;20(1):77–80. <https://doi.org/10.24022/1810-0694-2019-20-1-77-80>
4. Leschka S, Oechslin E, Husmann L, Desbiolles L, Marincek B, Genoni M, Prêtre R, Jenni R, Wildermuth S, Alkadhi H. Pre- and postoperative evaluation of congenital heart disease in children and adults with 64-section CT. *Radiographics*. 2007 May-Jun;27(3):829–846. <https://doi.org/10.1148/rg.273065713>
5. Шаталов К. В., Джиджихия К. М. Эволюция хирургического лечения сложной транспозиции магистральных артерий. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021;63(4):261–270. <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2021-63-4-261-270>
6. Gaur L, Cedars A, Diller GP, Kutty S, Orwat S. Management considerations in the adult with surgically modified d-transposition of the great arteries. *Heart*. 2021 Oct;107(20):1613–1619. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318833>

7. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, Budts W, Chessa M, Diller GP, et al.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2021 Feb 11;42(6):563–645. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa554>
8. Cohen MS, Mertens LL. Educational series in congenital heart disease: Echocardiographic assessment of transposition of the great arteries and congenitally corrected transposition of the great arteries. *Echo Res Pract*. 2019 Dec 1;6(4):R107–R119. <https://doi.org/10.1530/erp-19-0047>
9. Kiener A, Kelleman M, McCracken C, Kochilas L, St Louis JD, Oster ME. Long-Term Survival After Arterial Versus Atrial Switch in d-Transposition of the Great Arteries. *Ann Thorac Surg*. 2018 Dec;106(6):1827–1833. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.06.084>
10. Садыкова Г. К., Иванов Д. О., Багатурия Г. О., Ипатов В. В., Рязанов В. В. Возможности рентгеновской компьютерной томографии с построением многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике транспозиций магистральных сосудов. *Педиатр*. 2018;9(4):28–35. <https://doi.org/10.17816/ped9428-35>
11. Xie LJ, Jiang L, Yang ZG, Shi K, Xu HY, Li R, Diao KY, Guo YK. Assessment of transposition of the great arteries associated with multiple malformations using dual-source computed tomography. *PLoS One*. 2017 Nov 20;12(11):e0187578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187578>
12. Хасанова К. А., Терновой С. К., Абрамян М. А. Роль трансторакальной ЭхоКГ, КТ и МРТ сердца в оценке легочных артерий у детей с тетрадой Фалло. *REJR*. 2023;13(3):39–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-3-39-50>
13. Малов А. А., Калиничева Ю. Б., Садыкова Д. И., Красноперова О. В., Петрушенко Д. Ю., Мельникова Ю. С. Возможности магнитно-резонансной томографии сердца и магнитно-резонансной ангиографии магистральных сосудов у детей с транспозицией магистральных сосудов. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2021;36(2):115–122. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-2-115-122>
14. Cuypers JA, Eindhoven JA, Slager MA, Opić P, Utens EM, Helbing WA, Witsenburg M, van den Bosch AE, Ouhlous M, van Domburg RT, Rizopoulos D, Meijboom FJ, Bogers AJ, Roos-Hesselink JW. The natural and unnatural history of the Mustard procedure: long-term outcome up to 40 years. *Eur Heart J*. 2014 Jul 1;35(25):1666–1674. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu102>
15. Борисков М. В., Ефимочкин Г. А., Карахалис Н. Б., Серова Т. В. Результаты коррекции врожденных пороков сердца с использованием кондуитов в легочной позиции у новорожденных и младенцев. *Инновационная медицина Кубани*. 2016;2:35–41.

References

1. Ferguson EC, Krishnamurthy R, Oldham SA. Classic imaging signs of congenital cardiovascular abnormalities. *Radiographics*. 2007 Sep-Oct;27(5):1323–1324. <https://doi.org/10.1148/rg.275065148>
2. Panayiotou A, Thorne S, Hudsmith LE, Holloway B. CT of transposition of the great arteries in adults. *Clin Radiol*. 2022 Apr;77(4):e261–e268. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2021.12.006>
3. Bockeria LA, Berishvili DO, Nefedova IE, Barinshteyn DB, Stepanicheva OA. Surgical correction of transposition of the great arteries with total anomalous drainage of pulmonary veins into the portal vein. *Bakoulev Journal for Cardiovascular Diseases*. 2019;20(1):77–80. (In Russ.). <https://doi.org/10.24022/1810-0694-2019-20-1-77-80>
4. Leschka S, Oechslin E, Husmann L, Desbiolles L, Marincek B, Genoni M, Prêtre R, Jenni R, Wildermuth S, Alkadhi H. Pre- and postoperative evaluation of congenital heart disease in children and adults with 64-section CT. *Radiographics*. 2007 May-Jun;27(3):829–846. <https://doi.org/10.1148/rg.273065713>
5. Shatalov KV, Dzhidzhikhiya KM. Evolution of surgical approaches for treatment of complex transposition of the great arteries. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;63(4):261–270. (In Russ.). <https://doi.org/10.24022/0236-2791-2021-63-4-261-270>
6. Gaur L, Cedars A, Diller GP, Kutty S, Orwat S. Management considerations in the adult with surgically modified d-transposition of the great arteries. *Heart*. 2021 Oct;107(20):1613–1619. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318833>
7. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, Budts W, Chessa M, Diller GP, et al.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2021 Feb 11;42(6):563–645. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa554>
8. Cohen MS, Mertens LL. Educational series in congenital heart disease: Echocardiographic assessment of transposition of the great arteries and congenitally corrected transposition of the great arteries. *Echo Res Pract*. 2019 Dec 1;6(4):R107–R119. <https://doi.org/10.1530/erp-19-0047>
9. Kiener A, Kelleman M, McCracken C, Kochilas L, St Louis JD, Oster ME. Long-Term Survival After Arterial Versus Atrial Switch in d-Transposition of the Great Arteries. *Ann Thorac Surg*. 2018 Dec;106(6):1827–1833. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.06.084>
10. Sadykova GK, Ivanov DO, Bagaturia GO, Ipatov VV, Ryazanov VV. The possibilities of computed tomography using heart-axis-oriented multiplanar reformations in diagnostics of the great arteries transposition. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2018;9(4):28–35. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/ped9428-35>

11. Xie LJ, Jiang L, Yang ZG, Shi K, Xu HY, Li R, Diao KY, Guo YK. Assessment of transposition of the great arteries associated with multiple malformations using dual-source computed tomography. *PLoS One*. 2017 Nov 20;12(11):e0187578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187578>
12. Khasanova KA, Ternovoy SK, Abramyan MA. Transthoracic echocardiography, cardiac CT and MRI in pulmonary arteries assessment in children with tetralogy of Fallot. *REJR*. 2023;13(3):39–50. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2023-13-3-39-50>
13. Malov AA, Kalinicheva YB, Sadykova DI, Krasnoperova OV, Petrushenko DYU, Melnikova YS. Capabilities of cardiac magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography of the great vessels in children with transposition of the great vessels. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2021;36(2):115–122. (In Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-2-115-122>
14. Cuypers JA, Eindhoven JA, Slager MA, Opić P, Utens EM, Helbing WA, Witsenburg M, van den Bosch AE, Ouhlous M, van Domburg RT, Rizopoulos D, Meijboom FJ, Bogers AJ, Roos-Hesselink JW. The natural and unnatural history of the Mustard procedure: long-term outcome up to 40 years. *Eur Heart J*. 2014 Jul 1;35(25):1666–1674. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu102>
15. Boriskov MV, Efimochkin GA, Karakhalis NB, Serova TV. Management of congenital heart diseases with conduit application in pulmonary position in newborns and infants. *Innovative Medicine of Kuban*. 2016;2:35–41. (In Russ.).

Информация об авторах:

Титова Лилия Александровна – д.м.н., заведующая кафедрой инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-3411>, eLibrary SPIN: 9157-4149, AuthorID: 606593, Scopus Author ID: 57200567055

Грицай Андрей Александрович [✉] – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Гончаренко Елена Михайловна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация

Маркс Светлана Ивановна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4156-127X>, eLibrary SPIN: 2762-5466, AuthorID: 736516

Ищенко Наталья Владимировна – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1806-0306>, eLibrary SPIN: 7735-9012, AuthorID: 606595

Анисимов Михаил Викторович – к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
eLibrary AuthorID: 260467

Гончарова Анна Юрьевна – ассистент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0719-8078>, eLibrary SPIN: 7754-2647, AuthorID: 1094817

Баранов Илья Альбертович – ассистент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-7906>, eLibrary SPIN: 7640-5197, AuthorID: 1094842

Язова Екатерина Александровна – ассистент кафедры инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж, Российская Федерация
eLibrary SPIN: 4630-3285, AuthorID: 1137607

Тимошина Александра Ивановна – врач-рентгенолог Клиники семейной медицины «Олимп здоровья», г. Воронеж, Российская Федерация

Information about authors:

Liliya A. Titova – Dr. Sci. (Medicine), Head of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8421-3411>, eLibrary SPIN: 9157-4149, AuthorID: 606593, Scopus Author ID: 57200567055

Andrey A. Gridsay [✉] – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8237-3907>, eLibrary SPIN-код: 4311-6986, AuthorID: 1246982

Elena M. Goncharenko – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

Svetlana I. Marks – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4156-127X>, eLibrary SPIN: 2762-5466, AuthorID: 736516

Natalia V. Ischenko – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1806-0306>, eLibrary SPIN: 7735-9012, AuthorID: 606595

Mikhail V. Anisimov – Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

eLibrary AuthorID: 260467

Anna Yu. Goncharova – Assistant of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0719-8078>, eLibrary SPIN: 7754-2647, AuthorID: 1094817

Ilya A. Baranov – Assistant of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-7906>, eLibrary SPIN: 7640-5197, AuthorID: 1094842

Ekaterina A. Yazova – Assistant of the Department of Instrumental Diagnostics, Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

eLibrary SPIN: 4630-3285, AuthorID: 1137607

Aleksandra I. Timoshina – Radiologist Family Medicine Clinic "Olymp Zdorovya" (Health Olympus), Voronezh, Russian Federation

Участие авторов:

Титова Л. А. – разработка идеи исследования, редактирование текста, унификация терминологии;

Грицай А. А. – планирование методологии, выбор диагностических критериев, проверка соответствия международным рекомендациям;

Гончаренко Е. М. – анализ литературных данных, обоснование актуальности;

Маркс С. И. – проведение инструментальных исследований (ЭхоКГ, рентгенография);

Ищенко Н. В. – анализ лабораторных показателей, ведение медицинской документации;

Анисимов М. В. – обработка данных КТ/МРТ, подготовка иллюстративного материала;

Гончарова А. Ю. – подготовка первоначального варианта рукописи;

Баранов И. А. – сопоставление клинических и инструментальных данных;

Язова Е. А. – сравнительный анализ с литературными источниками;

Тимошина А. И. – подготовка первоначального варианта рукописи.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Titova L. A. – development of a research idea, text editing, unification of terminology; Gritsay A. A. – methodology planning, selection of diagnostic criteria, verification of compliance with international recommendations;

Goncharenko E. M. – analysis of literary data, substantiation of relevance;

Marks S. I. – conducting instrumental examinations (EchoCG, radiography);

Ishchenko N. V. – analysis of laboratory parameters, maintenance of medical records;

Anisimov M. V. – CT/MRI data processing, preparation of the illustrations;

Goncharova A. Yu. – preparation of the initial draft of the manuscript;

Baranov I. A. – comparison of clinical and instrumental data;

Yazova E. A. – comparative analysis with literary sources;

Timoshina A. I. – preparation of the initial version of the manuscript.

All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.