



Диагностические возможности трансторакальной ЭхоКГ и КТ сердца в предоперационном планировании тотального аномального дренажа легочных вен

©К.А. Хасанова^{1,2*}, М.А. Абрамян^{1,3}, А.В. Бедин¹, В.П. Мирошниченко¹

¹ Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

* К.А. Хасанова, Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы, 119049, Москва, 4-й Добрынинский переулок, д. 1/9, KHasanova@morozdgb.ru

Поступила в редакцию 2 февраля 2024 г. Исправлена 10 марта 2024 г. Принята к печати 11 апреля 2024 г.

Резюме

Введение: Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) – врожденный порок сердца, проявлением которого является отсутствие прямой связи между легочными венами (ЛВ) и левым предсердием (ЛП). Госпитальная летальность пациентов с ТАДЛВ, в зависимости от анатомического типа порока, составляет от 14 до 35%. Дети с обструктивной формой ТАДЛВ без своевременной хирургической коррекции умирают в период новорожденности. Летальность детей с необструктивной формой ТАДЛВ достигает 80% к первому году жизни.

Цель исследования: Оценить возможности трансторакальной ЭхоКГ и КТ сердца в диагностике и хирургическом планировании коррекции тотального аномального дренажа легочных вен.

Материалы и методы: В исследование включено 17 детей с входящим диагнозом – ТАДЛВ. Возраст пациентов составил 28,5 (11; 91) дней. Всем детям выполнялась ЭхоКГ, 15 – КТ сердца, 4 – катетеризация полостей сердца с прямой ангиографией; проводилась оценка и сравнение возможностей методик в диагностике, определении типа порока и сочетанных аномалий. Все данные сопоставлялись с результатами прямой ангиографии и интраоперационными данными. Интервал между ЭхоКГ, КТ сердца и проведенной ангиографией, либо открытым хирургическим вмешательством был менее 5 дней.

Результаты: В диагностике ТАДЛВ точность ЭхоКГ не значительно уступала КТ сердца (88 против 100%), ошибочные результаты по ЭхоКГ были у двух пациентов с синдромом гетеротаксии (правый изомеризм). В определении типа ТАДЛВ оба метода показали 100% диагностическую эффективность. В диагностике обструктивной формы ТАДЛВ точность ЭхоКГ составила 81,2%, КТ сердца – 94%. Статистически значимой разницы диагностической эффективности между КТ и трансторакальной ЭхоКГ как в диагностике ТАДЛВ, так и в определении обструктивных форм порока получено не было.

Обсуждение: Полученные нами результаты демонстрируют высокую эффективность ЭхоКГ в постановке диагноза ТАДЛВ, определении его анатомического типа и выявлении обструктивных форм. Метод имеет ограниченные диагностические возможности в определении ТАДЛВ у пациентов с синдромом гетеротаксии и иными врожденными аномалиями предсердий. КТ сердца показала себя высокоточным инструментом в постановке диагноза ТАДЛВ, в определении его обструктивных форм и сочетанных кардиальных аномалий.

Заключение: У детей с изолированными формами ТАДЛВ и нормальным расположением внутренних органов (situs solitus) при условии хорошего акустического окна трансторакальная ЭхоКГ является инициальным и окончательным инструментом хирургического планирования коррекции порока. У детей с ТАДЛВ и наличием сочетанных кардиальных пороков, с синдромом гетеротаксии и иными аномалиями предсердий, трансторакальная ЭхоКГ должна дополняться проведением КТ сердца. Кардио-КТ у детей с ТАДЛВ является альтернативой инвазивной катетеризации полостей сердца с прямой ангиографией и должна быть предпочтительным уточняющим инструментом.

Прямая ангиография должна применяться у детей с ТАДЛВ в случае необходимости оценки функциональных, а не анатомических параметров порока.

Ключевые слова: тотальный аномальный дренаж легочных вен, ТАДЛВ, ВПС, врожденные пороки сердца, КТ, МРТ, ЭхоКГ

Цитировать: Хасанова К.А., Абрамян М.А., Бедин А.В., Мирошниченко В.П. Диагностические возможности трансторакальной ЭхоКГ и КТ сердца в предоперационном планировании тотального аномального дренажа легочных вен. *Инновационная медицина Кубани*. 2024;9(3):47–53. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-47-53>

Diagnostic Capabilities of Transthoracic Echocardiography and Cardiac Computed Tomography in Preoperative Planning of Total Anomalous Pulmonary Venous Return Correction

©Ksenia A. Khasanova^{1,2*}, Mikhail A. Abramyan^{1,3}, Aleksey V. Bedin¹, Vladimir P. Miroshnichenko¹

¹ Morozov Children's City Clinical Hospital of the Moscow Healthcare Department, Moscow, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

³ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

* Ksenia A. Khasanova, Morozov Children's City Clinical Hospital of the Moscow Healthcare Department, 4 Dobryninskii pereulok, house 1/9, Moscow, 119049, Russian Federation, KHasanova@morozdgb.ru

Received: February 2, 2024. Received in revised form: March 10, 2024. Accepted: April 11, 2024.

Abstract

Introduction: Total anomalous pulmonary venous return (TAPVR) is a congenital heart defect in which there is no direct connection between pulmonary veins and the left atrium. Hospital mortality in patients with TAPVR, depending on the anatomical type of the defect, ranges from 14% to 35%. Without surgical correction, children with obstructive TAPVR die in the neonatal period. The mortality rate of children with nonobstructive TAPVR reaches 80% by the first year of life.

Objective: To evaluate the capabilities of transthoracic echocardiography (TTE) and cardiac computed tomography (CT) in TAPVR diagnosis and surgical planning of its correction.

Materials and methods: The study included 17 children with an initial diagnosis of TAPVR. The age of the patients was 28.5 (11; 91) days. All the infants underwent TTE; 15 patients underwent cardiac CT, and 4 patients, cardiac catheterization with conventional angiography. We evaluated and compared the capabilities of these methods in the diagnosis and determination of the TAPVR type and concomitant anomalies. All data were compared with conventional angiography findings and intraoperative data. The interval between TTE, cardiac CT, and angiography or open surgery was less than 5 days.

Results: The accuracy of TTE in diagnosing TAPVR was not significantly inferior to that of cardiac CT (88% vs 100%); erroneous results of TTE were found in 2 patients with heterotaxy syndrome (right isomerism). Both methods showed 100% diagnostic efficiency in determining the TAPVR type. The accuracy of TTE in diagnosing obstructive TAPVR was 81.2%, whereas that of cardiac CT, 94%. There was no statistically significant difference in diagnostic efficiency between CT and TTE in the diagnosis of TAPVR and its obstructive forms.

Discussion: Our findings demonstrate the high efficiency of TTE in diagnosing TAPVR, determining its anatomical type, and identifying obstructive forms. This method has limited diagnostic capabilities in determining TAPVR in patients with heterotaxy syndrome and other congenital anomalies of the atria. Cardiac CT has proven to be a highly accurate tool in diagnosing TAPVR and determining obstructive forms and associated heart anomalies.

Conclusions: In children with isolated TAPVR and normal arrangement of the organs (situs solitus) with good acoustic window, TTE is the initial and final tool for surgical planning of TAPVR correction. In children with TAPVR and concomitant heart defects, heterotaxy syndrome and other atrial anomalies, TTE should be supplemented by cardiac CT. Cardiac CT in children with TAPVR is an alternative to invasive cardiac catheterization with conventional angiography and should be a preferred diagnostic tool. Conventional angiography should be used in children with TAPVR for assessment of functional, not anatomical characteristics of the defect.

Keywords: total anomalous pulmonary venous return, TAPVR, CHD, congenital heart defects, CT, MRI, TTE

Cite this article as: Khasanova KA, Abramyan MA, Bedin AV, Miroshnichenko VP. Diagnostic capabilities of transthoracic echocardiography and cardiac computed tomography in preoperative planning of total anomalous pulmonary venous return correction. *Innovative Medicine of Kuban.* 2024;9(3):47–53. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-47-53>

Введение

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) – врожденный порок сердца, проявлением которого является отсутствие прямой связи между легочными венами (ЛВ) и левым предсердием (ЛП) [1].

ТАДЛВ представляет собой врожденный порок сердца (ВПС), эмбриологическим паттерном которого является недостаточная степень выпячивания ЛВ от задней поверхности ЛП для соединения с легочно-венозным сплетением. При ТАДЛВ системный и легочный кровотоки возвращаются в правое предсердие (ПП): отсутствие сообщения между большим и малым кругами кровообращения (БКК и МКК) в виде септальных дефектов фатально для пациента, так как ведет к развитию изолированной легочной циркуляции [1]. В большинстве случаев при ТАДЛВ право-левый шунт и смешивание кровотока происходит за счет наличия

дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП) [1, 2]. Частота ТАДЛВ среди всех ВПС – до 2,5%, среди критических сердечных аномалий – 1,5% [1].

Гемодинамика и клинические проявления ТАДЛВ основаны на увеличении объемной нагрузки на правые отделы сердца с последующим развитием легочной гипертензии. При наличии обструкции легочного венозного возврата, характерной для ТАДЛВ, порок проявляется цианозом, степень выраженности которого зависит от объема легочного венозного возврата относительно системного [2].

Варианты аномального соединения ЛВ с правыми отделами сердца разнообразны. Анатомическая классификация ТАДЛВ основана на уровне аномального дренирования ЛВ и включает в себя 4 формы: супракардиальная форма – дренаж коллектора легочных вен в поперечную вену через вертикальную

или безымянную вену; кардиальная форма – общий коллектор легочных вен дренируется в коронарный синус или каждая ЛВ отдельным устьем впадает в ПП; инфракардиальная форма – аномальное соединение коллектора легочных вен с нижней полой веной (НПВ), воротной или печеночной веной через вертикальную вену, прободающую диафрагму на уровне пищевода отверстия; смешанная форма представляет собой комбинацию всех предшествующих вариантов [1–3]. При ТАДЛВ ЛВ могут соединяться с сердцем и сосудами отдельными устьями или сливаться в единый коллектор [1].

При любом анатомическом типе ТАДЛВ может встречаться обструкция легочного венозного возврата, локализованная на уровне самого коллектора или в области межпредсердной перегородки [4]. Кроме этого, разной степени выраженности обструкции могут возникать за счет компрессии ЛВ внешними структурами (главными бронхами или диафрагмальным отверстием). В большинстве случаев (до 85%) обструктивные формы ТАДЛВ встречаются при инфракардиальном анатомическом типе [2, 5].

Решающее влияние на физиологию порока, гемодинамику и тактику ведения детей с ТАДЛВ оказывают анатомический тип порока и наличие обструкции легочного венозного возврата [5]. Госпитальная летальность пациентов с ТАДЛВ с супракардиальным анатомическим типом составляет 14–15%, с кардиальным – до 12%, с инфракардиальным – до 35%, при смешанном – до 16%. Дети с обструктивной формой ТАДЛВ без своевременной хирургической коррекции умирают в период новорожденности и потому требуется экстренная коррекция порока сразу после постановки диагноза. Летальность детей с необструктивной формой ТАДЛВ достигает 80% к первому году жизни [2].

Основными задачами предоперационной диагностики ТАДЛВ является определение места впадения ЛВ, выявление обструктивных форм порока и сопутствующих интра- и экстракардиальных аномалий [5, 6].

Трансторакальная ЭхоКГ является инициальным и эффективным инструментом диагностики всех ВПС, включая ТАДЛВ [7]. Существует большое количество работ, демонстрирующих возможность проведения радикальной коррекции ТАДЛВ только на основании данных трансторакальной ЭхоКГ диагностики [8, 9]. Определение обструктивных форм ТАДЛВ по ЭхоКГ имеет объективные сложности преимущественно за счет ограничений в акустическом окне и в случаях инфракардиального расположения коллектора.

Стандартом уточняющей диагностики ТАДЛВ остается катетеризация полостей сердца с прямой ангиографией (АГ), которая рекомендована для определения локализации впадения ЛВ и выявления зон обструкции. Главным недостатком прямой АГ является

инвазивность методики и сопряженные с этим риски. Кроме этого, проведение прямой АГ предполагает использование больших объемов рентгеноконтрастных препаратов и длительное воздействие ионизирующего излучения, последние являются ограничивающими факторами широкого использования методики в детской популяции [5, 8].

КТ сердца стала широко используемым, альтернативным инвазивной прямой АГ инструментом в диагностике врожденных сердечных аномалий, позволяющим одномоментно оценить как анатомические особенности порока, так и возможные изменения легочной паренхимы, характерные для аномального легочного кровообращения [9]. Рутинное применение метода также ограничено ввиду сохраняющихся рисков при использовании рентгеноконтрастных препаратов и наличия ионизирующего излучения с более высокими показателями эффективных дозовых нагрузок у детей [9, 10]. Большой интерес со стороны кардиохирургов и кардиологов в диагностике ТАДЛВ вызывает метод МРТ, не требующий введения контрастных веществ для визуализации камер сердца и магистральных сосудов, не сопровождающийся лучевой нагрузкой на пациента и позволяющий за одно исследование провести как морфологическую, так и функциональную оценку сердца. Основным ограничением в широком использовании МРТ сердца у детей является техническая сложность исследования и его длительность, что ведет к пропорциональному увеличению времени нахождения ребенка под наркозом и зачастую является дополнительным риском у детей, находящихся в тяжелом состоянии [11].

С учетом высоких диагностических возможностей трансторакальной ЭхоКГ в диагностике ТАДЛВ вопрос о целесообразности применения томографических методик остается актуальным.

Цель

Оценить возможности трансторакальной ЭхоКГ и КТ-сердца в диагностике и хирургическом планировании коррекции тотального аномального дренажа легочных вен.

Материалы и методы

В исследование включено 17 детей с входящим клиническим диагнозом – тотальный аномальный дренаж легочных вен. Возраст пациентов составил 28,5 (11; 91) дней (минимальное значение – 1 день, максимальное – 8 мес.).

Все дети были обследованы по общеклинической схеме, принятой в ГБУЗ «Морозовская ДГКБ ДЗМ» для ведения пациентов с ВПС, которая из инструментальных методов диагностики включает в себя проведение ЭхоКГ и рентгенографии органов грудной клетки. В рамках предоперационного планирования,

для уточнения морфологических особенностей порока 15 пациентам была проведена КТ сердца с внутривенным контрастным усилением, 4 – катетеризация полостей сердца с прямой АГ. Кардио-МРТ не выполнялась ввиду тяжелого общего состояния всех пациентов в группе.

ЭхоКГ выполняли на ультразвуковом аппарате фирмы GE ViVid E95 и Philips iE33 xMatrix с использованием секторных поличастотных датчиков с частотой 3–8 МГц. Исследование включало протоколы двухмерной эхокардиографии, доплерографии и цветного доплеровского картирования (ЦДК).

КТ сердца проводилась на фоне общей медикаментозной седации на 256-срезовом компьютерном томографе Philips Brilliance iCT, с шириной детектора – 8 см без ЭКГ-синхронизации. Использовали толщину реконструируемых срезов 0,625 и 1,5 мм. В качестве контрастного вещества применяли неионный низкоосмолярный контрастный препарат – Ультравист-350, внутривенное введение осуществляли с помощью двухколбового шприца-инжектора в объеме 1,5–2 мл/кг со скоростью 0,4–1,5 мл/с. Постпроцессорная обработка выполнялась на мультимодальных рабочих станциях с построением трехмерных реконструкций.

Катетеризация полостей сердца с прямой АГ была проведена у 4-х детей, исследование осуществлялось

на ангиографическом комплексе Philips Allura Centron под общей анестезией с выполнением ретроградной катетеризацией аорты, правой и левой вентрикулографии, аортографии и венографии. В качестве контрастного вещества также, как и при КТ использовали неионный низкоосмолярный контрастный препарат Ультравист-350.

При проведении ЭхоКГ и КТ сердца проводились оценка и сравнение возможностей методик в постановке диагноза, в определении локализации аномального дренирования легочных вен, в диагностике обструкции легочного венозного возврата и сопутствующих интра- и экстракардиальных аномалий.

Все данные ЭхоКГ и КТ сердца были сопоставлены с интраоперационными результатами. Интервал между трансторакальной ЭхоКГ, КТ сердца и проведенной АГ, либо открытым хирургическим вмешательством был менее 5 дней.

Результаты

Большинство пациентов в выборке (11/17) имели супракардиальную форму ТАДЛВ, 4/17 (25%) – кардиальную форму, у 2/17 (12%) была определена инфракардиальная форма (рис.). Смешанная форма ТАДЛВ в группе пациентов нашего исследования не встречалась.

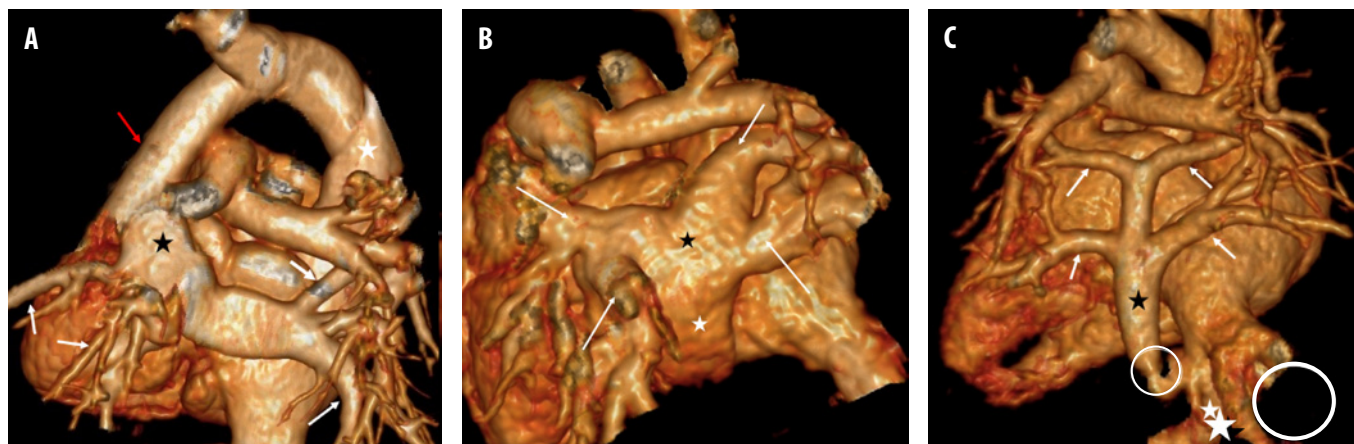


Рисунок. Анатомические варианты тотального аномального дренажа. КТ сердца с внутривенным контрастным усилением в условиях медикаментозной седации. Венозная фаза

А. Супракардиальная форма ТАДЛВ. Все 4 легочные вены (белые стрелки) впадают в общий венозный коллектор (черная звездочка), дренирующий в вертикальную вену (красная стрелка), которая соединяется с верхней полой веной (белая звездочка)

В. Кардиальная форма ТАДЛВ. Все 4 легочные вены (белые стрелки) впадают в общий венозный коллектор (черная звездочка), дренирующий в расширенный коронарный синус (белая звездочка)

С. Инфракардиальная форма ТАДЛВ (обструктивный тип). Все 4 легочные вены (белые стрелки) впадают в общий венозный коллектор (черная звездочка), дренирующий в нижнюю полую вену (белая звездочка). Стеноз коллектора (круг)

Figure. Anatomical variants of total anomalous pulmonary venous return (TAPVR). Contrast-enhanced (medical sedation) cardiac computed tomography (CT). Venous phase

А. Supracardiac TAPVR. All 4 pulmonary veins (white arrows) drain into a common venous collector (black asterisk) that drains into a vertical vein (red arrow), which connects to the superior vena cava (white asterisk)

В. Cardiac TAPVR. All 4 pulmonary veins (white arrows) drain into a common venous collector (black asterisk) that drains into the dilated coronary sinus (white asterisk)

С. Infracardiac TAPVR (obstructive type). All 4 pulmonary veins (white arrows) drain into a common venous collector (black asterisk) that drains into the inferior vena cava (white asterisk). Stenosis of the collector (circle)

У 7 из 17 пациентов ТАДЛВ был изолированным, без сопутствующих сердечных аномалий; у 10 (59%) детей ТАДЛВ сочетался с различными формами ВПС (всего 13 сочетанных аномалий): у 2 (12%) детей – с гипоплазией дуги и перешейка аорты (Ао), у 3 (19%) детей – с добавочной верхней поллой веной (ВПВ), у 2-х детей – открытый артериальный проток (12%), у 1 (6%) пациента было диагностировано трехпредсердное сердце. У 2-х детей с правым изомеризмом были определены: двойное отхождение магистральных артерий от правого желудочка с транспозицией магистральных артерий и некоммутированным дефектом межжелудочковой перегородки; атрезия легочной артерии 2-го типа. Сводная информация распределения пациентов, в зависимости от формы ТАДЛВ и сопутствующих аномалий, представлена в таблице 1.

В диагностике ТАДЛВ трансторакальная ЭхоКГ и КТ сердца имеют высокие показатели эффективности: 88 (AUC 93,6) и 100% соответственно (AUC 1,0). Снижение точности ЭхоКГ было за счет двух ложноотрицательных (ЛО) результатов у пациентов с правым изомеризмом. Сложности в интерпретации ТАДЛВ были у ребенка с трехпредсердным сердцем, однако диагноз был заподозрен, поэтому не расценивался нами ошибочным. Некорректных трактовки формы ТАДЛВ, по данным методов кардиовизуализации, получено не было (точность 100%, AUC 1,0). Из 17 пациентов с ТАДЛВ у 6 (38%) интраоперационно была диагностирована обструкция легочного венозного возврата (у 3-х детей с инфракardiaльной формой, у двух – с кардиальной формой и у одного пациента с супракардиальной формой). Трансторакальная ЭхоКГ корректно определила обструктивную форму ТАДЛВ в 4-х случаях: 2 ЛО результата были у пациентов с кардиальной

Таблица 1
Распределение пациентов с тотальным аномальным дренажом легочных вен в зависимости от формы порока

Table 1
Distribution of patients with TAPVR, depending on the TAPVR form

Тип ТАДЛВ	Изолированный ТАДЛВ	ТАДЛВ + сочетанные кардиальные аномалии	Всего
супракардиальный	4	7	11
кардиальный	2	2	4
инфракардиальный	1	1	2
смешанный	0	0	0
всего	7	10	17

и инфракardiaльной формами ТАДЛВ – точность метода составила 81,2%. Точность КТ сердца в определении обструкции легочного возврата составила 94%: один ЛО результат был у ребенка с кардиальной формой ТАДЛВ с наличием фиброзной перемычки в коллаторе легочных вен, препятствующей оттоку крови. При сравнении показателей точности трансторакальной ЭхоКГ и КТ сердца в определении обструктивных форм ТАДЛВ статистически значимой разницы получено не было ($p=0,092$).

В определении сочетанных интра- и экстракардиальных аномалий по ЭхоКГ было получено 3 ЛО результата: 2 случая добавочной ВПВ, 1 случай – гипоплазия дуги и перешейка аорты (точность 77%, AUC 87,4). Ошибочных результатов в определении сочетанных аномалий по КТ сердца получено не было (точность 100%, AUC 1,0). Сводная информация диагностических возможностей трансторакальной ЭхоКГ и КТ сердца у детей с ТАДЛВ отображена в таблице 2.

Таблица 2
Сравнение показателей диагностической эффективности КТ сердца и трансторакальной ЭхоКГ у детей с тотальным аномальным дренажом легочных вен

Table 2
Comparison of diagnostic efficiency of cardiac CT and transthoracic echocardiography in children with TAPVR

Параметр	ЭхоКГ			КТ сердца			p-критерий попарного сравнения точности
	Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC, %	Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC, %	
Диагностика ТАДЛВ	88	100	93,6	100	100	100	$p=0,081$
Определение типа ТАДЛВ	100	96	100	100	100	100	NGV*
Диагностика обструктивной формы ТАДЛВ	69	92	89	87	100	96	$p=0,092$
Диагностика сочетанных аномалий	72	90	87,4	100	100	100	$p=0,079$

Прим.: *NGV – нет вариаций в выборке

Note: *NGV, no group variations

Обсуждение

До появления и широкого применения неинвазивных методов кардиовизуализации, таких как КТ или кардио-МРТ, катетеризация полостей сердца с прямой АГ была единственным инструментом дообследования детей с ТАДЛВ в рамках предоперационного планирования [9]. Широко изучались возможности трансторакальной ЭхоКГ, как окончательного диагностического инструмента в определении хирургической тактики ведения детей с ТАДЛВ. M.L. Lee и соавт. (2001) пришли к выводу об отсутствии необходимости в использовании каких-либо дополнительных визуализационных методик у пациентов с ТАДЛВ ввиду высокой диагностической эффективности трансторакальной ЭхоКГ (точность 87%) как в определении локализации дренажа ЛВ, так и в оценке наличия обструкции венозного возврата [8]. Ограничивающим фактором проведенного коллегами исследования являлось исключение из выборки пациентов с синдромом гетеротаксии, который, согласно результатам работы F. Ali и соавт. (2018), является самой частой причиной ошибочных результатов ЭхоКГ в интерпретации ТАДЛВ [12].

В нашем исследовании у детей с нормальным расположением предсердий и внутренних органов (situs solitus) трансторакальная ЭхоКГ корректно диагностировала ТАДЛВ во всех случаях, 2 ошибочных результата были получены у детей с синдромом гетеротаксии (правый изомеризм). У одного ребенка с трехпредсердным сердцем по ЭхоКГ также были объективные ограничения в определении предсердия, в которое дренируются ЛВ. Таким образом, в проведенном нами исследовании сложности в корректной постановке диагноза ТАДЛВ с помощью трансторакальной ЭхоКГ были у всех пациентов с различными аномалиями предсердий. В исследовании F. Ali и соавт. (2018) ограничения акустического окна и сопутствующие аномалии предсердий, включая правый изомеризм, были единственными факторами, которые существенно снижали точность трансторакальной ЭхоКГ в диагностике ТАДЛВ ($p < 0,05$) [12]. Важным прогностическим фактором, определяющим сроки оказания хирургической помощи детям с ТАДЛВ, является обструкция легочного венозного возврата, которая должна быть диагностирована в кратчайшие сроки [2, 13]. Определение обструктивного типа ТАДЛВ при проведении трансторакальной ЭхоКГ может иметь объективные ограничения, связанные с плохим акустическим окном [9–11]. В исследовании K.H. Oh и соавт. (2009) точность ЭхоКГ в определении обструктивной формы ТАДЛВ составила 69% [10]. В нашей работе точность трансторакальной ЭхоКГ в определении обструкции венозного возврата составила 81% и статистически значимо не отличалась от показателей

диагностической эффективности КТ, однако выявленные изменения в виде стеноза вертикальной вены или обструкции венозного коллектора при проведении КТ во всех случаях меняли тактику ведения пациентов и сроки проведения радикальной коррекции ТАДЛВ.

Заключение

У детей с изолированными формами ТАДЛВ и нормальным расположением внутренних органов (situs solitus) при условии хорошего акустического окна трансторакальная ЭхоКГ является инициальным и окончательным инструментом хирургического планирования коррекции порока. У детей с ТАДЛВ и наличием сочетанных кардиальных пороков, с синдромом гетеротаксии и иными аномалиями предсердий трансторакальная ЭхоКГ должна дополняться проведением КТ сердца. Кардио-КТ у детей с ТАДЛВ является альтернативой инвазивной катетеризации полостей сердца с прямой ангиографией и должна быть предпочтительным уточняющим инструментом.

Прямая ангиография должна применяться у детей с ТАДЛВ в случае необходимости оценки функциональных, а не анатомических параметров порока.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна исследования:

К.А. Хасанова

Сбор, анализ и интерпретация данных: К.А. Хасанова,

В.П. Мирошниченко, А.В. Бедин

Проведение статистического анализа: К.А. Хасанова

Подготовка и редактирование текста: М.А. Абрамян

Author contributions

Concept and design: Khasanova

Acquisition, analysis, or interpretation of data: Khasanova, Miroshnichenko, Bedin

Statistical analysis: Khasanova

Manuscript drafting and revising: Abramyan

Литература/References

1. Шарыкин А.С. *Врожденные пороки сердца. Руководство для педиатров, кардиологов, неонатологов.* БИНОМ; 2009.
2. Sharykin AS. *Congenital Heart Defects. Guide for Pediatricians, Cardiologists, Neonatologists.* BINOM; 2009. (In Russ.).
3. Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. *Клинические рекомендации «Тотальный аномальный дренаж легочных вен».* Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России; 2021.
4. Russian Association of Cardio-Vascular Surgeons. *Clinical Guidelines. Total Anomalous Pulmonary Venous Return.* Russian Association of Cardio-Vascular Surgeons; 2021. (In Russ.).
5. Stein P. Total anomalous pulmonary venous connection. *AORN J.* 2007;85(3):509–524. PMID: 17352891. [https://doi.org/10.1016/S0001-2092\(07\)60123-9](https://doi.org/10.1016/S0001-2092(07)60123-9)
6. Kanter KR. Surgical repair of total anomalous pulmonary venous connection. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2006;40–44. PMID: 16638546. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2006.02.015>

5. Files MD, Arya B. Preoperative physiology, imaging, and management of transposition of the great arteries. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2015;19(3):210–222. PMID: 25900899. <https://doi.org/10.1177/1089253215581851>

6. Мовсесян Р.Р., Морозов А.А., Голубева М.В., Федорова Н.В. Роль мультиспиральной компьютерно-томографической ангиографии в диагностике различных анатомических вариантов дренирования легочных вен у детей с тотальным аномальным дренажом легочных вен. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2019;16(4):254–258. <https://doi.org/10.24022/1810-0686-2019-16-4-254-258>

Movsesyan RR, Morozov AA, Golubeva MV, Fedorova NV. The role of the routine use of computed tomography angiography for diagnosis of different anatomical type of pulmonary venous drainage in children with total anomalous pulmonary venous connection. *Children's Heart and Vascular Diseases*. 2019;16(4):254–258. <https://doi.org/10.24022/1810-0686-2019-16-4-254-258>

7. Соколов А.А., Кривошеков Е.В., Сморгон А.В., Ковалев И.А. Особенности эхокардиографического исследования у больных с завершённой гемодинамической коррекцией врождённых пороков сердца с функционально единственным желудочком. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2021;11(3):95–106. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-95-106>

Sokolov AA, Krivoshchekov EV, Smorgon AV, Kovalev IA. Features of echocardiographic examination in patients with completed Fontan operation. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2021;11(3):95–106. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-95-106>

8. Lee ML, Wu MH, Wang JK, Lue HC. Echocardiographic assessment of total anomalous pulmonary venous connections in pediatric patients. *J Formos Med Assoc*. 2001;100(11):729–735. PMID: 11802530.

9. Ren ST, Wang Y, Zhou JH, et al. Echocardiographic diagnosis of infracardiac total anomalous pulmonary venous connection. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2017;49(5):883–888. (In Chinese). PMID: 29045974.

10. Oh KH, Choo KS, Lim SJ, et al. Multidetector CT evaluation of total anomalous pulmonary venous connections: comparison with echocardiography. *Pediatr Radiol*. 2009;39(9):950–954. PMID: 19506848. <https://doi.org/10.1007/s00247-009-1309-3>

11. Festa P, Ait-Ali L, Cerillo AG, De Marchi D, Murzi B. Magnetic resonance imaging is the diagnostic tool of choice in the preoperative evaluation of patients with partial anomalous pulmonary venous return. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2006;22(5):685–693. PMID: 16547601. <https://doi.org/10.1007/s10554-005-9070-7>

12. Ali F, Qureshi S, Amanullah M, Atiq M. Accuracy of echocardiography in diagnosing total anomalous pulmonary venous return. *Pak J Med Sci*. 2018;34(5):1094–1098. PMID: 30344556. PMC6191797. <https://doi.org/10.12669/pjms.345.15766>

13. Аتماшкин А.А., Ким А.И., Григорьянц Т.Р., Рогова Т.В., Курганов Р.М., Попов А.Е. Пятнадцатилетний опыт хирургического лечения тотального аномального дренажа легочных вен. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2021;18(3):176–183. <https://doi.org/10.24022/1810-0686-2021-18-3-176-183>

Atmashkin AA, Kim AI, Grigor'yants TR, Rogova TV, Kurganov RM, Popov AE. 15-year experience of surgical treatment total anomalous pulmonary venous connections. *Children's Heart and Vascular Diseases*. 2021;18(3):176–183. (In Russ.). <https://doi.org/10.24022/1810-0686-2021-18-3-176-183>

Сведения об авторах

Хасанова Ксения Андреевна, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); заведующая отделением лучевой диагностики, Морозовская детская городская клиническая больница (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6926-3165>

Абрамян Михаил Арамович, д. м. н., профессор кафедры педиатрии, факультет непрерывного медицинского образования, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы; заведующий отделением экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии, Морозовская детская городская клиническая больница (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4018-6287>

Бедин Алексей Владимирович, врач сердечно-сосудистый хирург отделения экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии, Морозовская детская городская клиническая больница (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-8489-6438>

Мирошник Владимир Петрович, врач функциональной диагностики отделения экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии, Морозовская детская городская клиническая больница (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4140-8777>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Ksenia A. Khasanova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Diagnostic Radiology and Radiotherapy Department, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Head of the Diagnostic Radiology Unit, Morozov Children's City Clinical Hospital (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6926-3165>

Mikhail A. Abramyan, Dr. Sci. (Med.), Professor at the Department of Pediatrics, Faculty of Continuing Medical Education, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; Head of the Unit of Emergency Cardiac Surgery and Interventional Cardiology, Morozov Children's City Clinical Hospital (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4018-6287>

Aleksey V. Bedin, Cardiovascular Surgeon, Unit of Emergency Cardiac Surgery and Interventional Cardiology, Morozov Children's City Clinical Hospital (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-8489-6438>

Vladimir P. Miroshnichenko, Functional Diagnostics Specialist, Unit of Emergency Cardiac Surgery and Interventional Cardiology, Morozov Children's City Clinical Hospital (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4140-8777>

Conflict of interest: none declared.