

УДК: 616-007-053.1

МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА У ДЕТЕЙ ПЕРВЫХ ЛЕТ ЖИЗНИ

А. Н. КОКОВ, С. Е. СЕМЕНОВ, В. Л. МАСЕНКО, А. А. ХРОМОВ, Ю. М. ПОРТНОВ

Федеральное государственное бюджетное учреждение

*«Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»
Сибирского отделения Российской академии наук, Кемерово, Россия*

Цель. Анализ собственного опыта использования мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике врожденных пороков сердца (ВПС) у детей первых лет жизни, определение эффективности данной методики.

Материалы и методы. Проанализированы данные МСКТ пациентов с ВПС ($n = 156$, средний возраст 3,5 (2; 9,7) мес). Обследование проводили на 64-срезовом компьютерном томографе с болюсным введением рентгеноконтрастного препарата.

Результаты. Отмечена высокая диагностическая информативность МСКТ в отношении морфометрии коарктации аорты, открытого артериального протока до и после оперативного вмешательства. Определены возможности метода в отношении больных с тетрадой Фалло и аномальным дренажем легочных вен. С использованием МСКТ у 55 больных с ВПС выявлены также патологические изменения со стороны бронхолегочной системы.

Заключение. Использование МСКТ в диагностике ВПС у детей первых лет жизни позволяет получить точные морфометрические данные, касающиеся ВПС, оценить сопутствующую некардиальную патологию, определить дальнейшую тактику лечения, провести планирование оперативной коррекции порока и оценить результаты хирургического вмешательства.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца, мультиспиральная компьютерная томография.

MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF CONGENITAL HEART DISEASE IN CHILDREN EARLY YEARS

A. N. KOKOV, S. E. SEMENOV, V. L. MASENKO, A. A. KHROMOV, YU. M. PORTNOV

*Federal State Budgetary Institution Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases
under the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Kemerovo, Russia*

Purpose. Analysis of the own experience with multislice computed tomography (MSCT) in the diagnosis of congenital heart disease (CHD) in children in the first years of life and determine the effectiveness of this technique.

Materials and methods. We analyzed MSCT data of patients with CHD ($n = 156$, mean age 3,5 (2; 9,7 mo), which was conducted on a 64-slice CT scanner with a bolus of X-ray contrast.

Results. We found excellent information content of MSCT in morphometry of coarctation of the aorta, ductus arteriosus in patients before and after surgical intervention. Possibilities of the method have been presented for patients with tetralogy of Fallot and anomalous pulmonary venous drainage. Pathological changes in the bronchopulmonary system were revealed in 55 patients with CHD by MSCT.

Conclusion. The use of MSCT in the diagnosis of CHD in children during the first years of life to get accurate morphometric data of the anatomy of CHD and assessment of concomitant noncardial pathology for determining treatment strategy, planning, operational correction and control of the results of surgery.

Key words: congenital heart disease, multislice computed tomography.

Введение

Врожденные пороки сердца (ВПС) представляют собой серьезную медицинскую и социальную проблему для всех стран мира [6]. Высокие затраты на лечение, уход и реабилитацию детей с данной патологией обуславливают приоритетные задачи здравоохранения по разработке и совершенствованию методов диагностики. На протяжении последних десятилетий диагностика врожденных пороков развития сердечно-сосудистой системы претерпела значительные изменения, обуслов-

ленные развитием материально-технической базы, совершенствованием техники хирургической коррекции и развитием реанимационной перинатальной поддержки. Совершенствование ультразвуковой диагностики дало возможность определять нарушения формирования сердца и магистральных сосудов уже на этапе внутриутробного развития. Если еще недавно для прижизненной визуализации анатомии пороков в арсенале лучевых диагностов, помимо ультразвуковых методов, имелось лишь инвазивное зондирование камер сердца, то в настоящее время активно использу-

ются контрастные и бесконтрастные методики магнитно-резонансной (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

МРТ при отсутствии лучевой и контрастной нагрузки уступает МСКТ в пространственном и временном разрешении [8]. Чувствительность МРТ к двигательным артефактам и необходимость длительного пребывания пациента в поле сканера для получения диагностических данных ограничивает использование этого метода для визуализации и диагностики анатомии врожденного порока, состояния органов грудной клетки у детей первых лет жизни, в том числе новорожденных. Необходимость ранней диагностики требует проведения МСКТ у больных этой категории как можно раньше, в том числе на первом месяце жизни [5, 6]. Использование МСКТ в определении тактики и стратегии коррекции врожденных пороков сердца в ФГБУ «НИИ КПССЗ» СО РАМН получило начало в 2009 г.

Нами проведен анализ результатов обследования пациентов с данной патологией с целью обобщения опыта использования МСКТ в диагностике ВПС у детей первых лет жизни, определения эффективности данной методики.

Материалы и методы

В течение 2009–2012 гг. на базе кабинета рентгеновской компьютерной томографии ФГБУ «НИИ КПССЗ» СО РАМН обследованы 156 пациентов в возрасте от 6 часов до 3 лет (средний возраст 3,5 (2; 9,7) мес). Исследование проводилось на фоне анестезиологического пособия. В 8 случаях иммобилизацию пациентов выполняли путем тугого пеленания. Сканирование выполняли на мультиспиральных компьютерных томографах Somatom Sensation 64 (Siemens, ФРГ) и LightSpeed 64 (GE, США) по протоколу с синхронизацией по сигналу ЭКГ. Использовали толщину реконструируемых срезов 0,6 и 1,5 мм. Внутривенное болюсное введение неионного изоосмолярного контрастного препарата (йодиксанол, концентрация йода 320 мл/мл) в объеме 1,5–2 мл/кг осуществляли с помощью автоматического двухколбового шприца-инжектора. Скорость введения рентгеноконтрастного препарата варьировалась в пределах 0,5–1,0 мл/с. Суммарная эффективная доза облучения при проведении МСКТ колебалась от 3,3 до 4,8 мЗв. Полученные изображения в дальнейшем подвергались постпроцессорной обработке на мультимедийных рабочих станциях Advanced Workstation и Leonardo с построением трехмерных и четырехмерных реконструкций, использованием методов проекции максимальной интенсивно-

сти (англ. maximum intensity projection, сокращенно MIP) и мультипланарной реконструкции (англ. multiplanar reconstruction, сокращенно MPR). Все данные сопоставляли с данными эхокардиографии и интраоперационными данными.

Для количественных признаков результаты представлены в виде медианы (Me) с межквартильным интервалом (25 %; 75 % процентиля). Расчет эффективности метода производили с использованием критериев, предложенных научной группой ВОЗ для визуализирующих методов диагностики (Женева, 1992): чувствительности, специфичности, диагностической точности. Под чувствительностью понимали способность методики выявлять больных из числа лиц, к которым она применялась; под специфичностью – способность методики выявлять пациентов, не имеющих патологии, среди тех, к кому эта методика применялась; под диагностической точностью – соотношение числа правильных заключений (положительных и отрицательных) к общему числу окончательных диагнозов.

Результаты и обсуждение

В основе детальной оценки анатомии и морфометрии врожденного порока сердца лежит изучение тонких поперечных срезов зоны интереса. Последовательный анализ изображений позволяет понять пространственное расположение основных структур, их взаимосвязь и отношение к органам средостения, бронхолегочной системе. Особенности визуализации структур сердца у детей в раннем возрасте на МСКТ является наличие артефактов дыхания, которых невозможно избежать, так как ребенок не выполняет команды по задержке дыхания во время сканирования. Кроме того, высокая частота сердечных сокращений – 120–140 ударов в минуту и изменение самой структуры сердечного цикла в сторону укорочения диастолы приводит к диссинхронии сканирования с ЭКГ и появлению так называемых степ-артефактов, «рвущих» изображение в аксиальной плоскости. Имеющиеся данные литературы указывают на возможность использования бета-адреноблокаторов (пропранолол) у детей младшего возраста для урежения ритма, чтобы достичь качественного изображения [3]. Мы не использовали такой подход из-за риска дестабилизации состояния пациентов. С целью получения наиболее приемлемых изображений при постпроцессорной обработке мы выполняли реконструкции в различные фазы сердечного цикла. Таким образом, оценка структур на интересующем уровне у одного пациента может осуществляться по данным серии

изображений, полученных на протяжении сердечного цикла с шагом в 10 % от интервала R-R. При последующей мультипланарной реконструкции, которая обязательно входит в протокол изучения массива данных, мы получали фактически четырехмерное изображение. Наиболее информативно использование данного этапа в оценке анатомии клапанного аппарата и состояния сократительной функции миокарда.

В определении анатомических особенностей структур сердца и магистральных сосудов нами традиционно используется сегментный подход с последовательной оценкой предсердного, желудочкового сегментов, предсердно-желудочкового сообщения, желудочково-артериального сообщения и состояния аорты, легочной артерии и их клапанов [11]. Дополнительному изучению подвергаются анатомия венозных структур, наличие коллатерального кровообращения.

Структура врожденных пороков сердца, диагностированных в кабинете МСКТ, отличается от данных статистики ВПС на территории Кемеровской области [2]. Это обусловлено дифференциальным подходом к выбору данного метода обследования в случаях неудовлетворительных или неполных данных эхокардиографии, а также при определении тактики хирургической коррекции (табл. 1).

Таблица 1

Структура диагностированных врожденных пороков по данным МСКТ (2009–2012 гг.)			
Показатель	n	%	Возраст, мес
Коарктация аорты	58	37,2	7,1 (1,5; 13)
Тетрада Фалло	33	21,2	3 (1; 5,5)
Аномальный дренаж легочных вен	19	12,2	19 (8; 29)
Транспозиция магистральных сосудов	14	8,9	4,5 (1,75; 5,75)
Стеноз легочной артерии	10	6,4	3,25 (1; 4)
ДМПП (без прочих ВПС)	7	4,5	5 (3; 9)
Двойное отхождение магистральных сосудов	5	3,2	2 (1; 5)
ДМЖП (без прочих ВПС)	4	2,6	4 (1; 7,25)
Атрезия трикуспидального клапана	3	1,9	2 (2; 5)
Атриовентрикулярная коммуникация	3	1,9	1,2 (0,85; 1,6)
Всего	156	100	3,5 (2; 9,7)

Именно в связи с предоперационным планированием, выбором метода хирургической коррекции

наибольшее количество диагностических процедур выполнено у больных с коарктацией аорты. Исходные изображения в аксиальной плоскости не позволяют достоверно оценить эту патологию. Поэтому основной анализ данных должен осуществляться на основании кососагиттальных плоскостных МПР реформаций, построенных вдоль осей восходящего и нисходящего отделов грудной аорты, и трехмерных реконструкций (рис. 1).

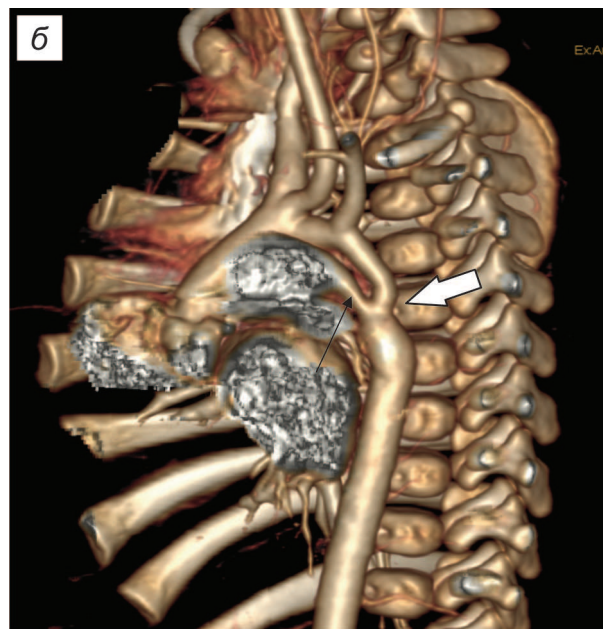
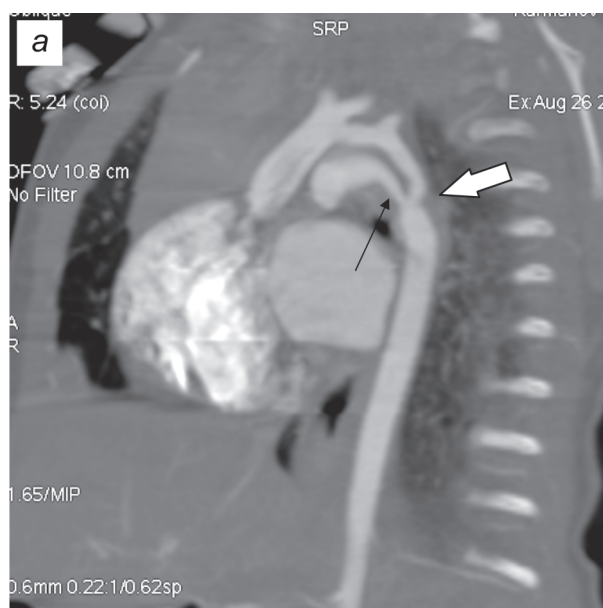


Рис. 1. Коарктация аорты.

Данные МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием у ребенка 1,5 мес.:

а – МПР реконструкция по продольной оси аорты;
б – трехмерная VRT реконструкция.
Белой стрелкой отмечена коарктация, дуга аорты гипоплазирована, визуализирован открытый артериальный проток (тонкая стрелка)

Мы проводили морфометрию аорты, коарктации, расстояния ее до ветвей дуги, определяли пространственное положение всех отделов восходящей аорты относительно других сосудистых структур, трахеи, пищевода. В 56 случаях (97 %) было отмечено сужение просвета аорты в области перешейка по преддуктальному типу, дистально от устья левой подключичной артерии на 1,2 (5; 1,75) мм, на протяжении 0,75 (0,3; 1,1) мм. Полный перерыв аорты с развитием коллатерального кровотока через спинальные и костальные ветви отмечали у двух пациентов (3 %). Также при полном перерыве аорты визуализировался открытый артериальный проток. У остальных пациентов с коарктацией аорты открытый артериальный проток присутствовал в 73 % случаев. Диаметр его варьировался от 1 до 8,5 мм. Коарктация аорты зачастую сопровождалась гипоплазией дуги (22 больных, 37,9 %) в виде тубулярного уменьшения ее диаметра более чем на 5 % относительно восходящего отдела. Ассоциация коарктации с дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП) в 27,6 % (16 пациентов) и формированием двухстворчатого аортального клапана в 15,5 % (9 пациентов) может свидетельствовать в пользу теории о влиянии внутрисердечных дефектов на снижение артериального кровотока в левых отделах и, как следствие, развитие гипоплазии и коарктации аорты [1]. Дистальный кровоток аорты в большинстве случаев не имел каких-либо особенностей, за исключением 4 больных, у которых отмечали протяженное сужение просвета брюшной аорты до 3 мм. В последующем у этих детей после хирургической коррекции коарктации произошло наполнение дистального русла и нормализация морфометрических параметров аорты. Оценка коллатерального кровообращения при коарктации не вызывала затруднений в случае визуализации расширенных (более 1 мм) костальных артерий, ход которых четко прослеживался до переток в систему брахиоцефальных артерий. Но в большинстве случаев (67,2 %) нам не удалось однозначно проследить систему коллатералей из-за субмиллиметрового калибра артерий. В 11 случаях МСКТ была проведена в сроки 8–15 месяцев после хирургической коррекции с целью определения состояния анастомоза аорты, для исключения рекоарктации, визуализации Боталлова протока. Было отмечено полное восстановление проходимости аорты, четко визуализированы анастомозы. Коллатеральное кровообращение в постоперационном периоде значительно редуцировалось. С учетом изменения пространственной анатомии области перешейка и дуги в постоперационном периоде заслуживает

внимания состояние трахеи, легочных артерий, вен (рис. 2). Данные МСКТ сравнивали с интраоперационными данными, в результате чего отметили полное соответствие морфометрических показателей аорты (чувствительность – 100 %, специфичность – 100 %, диагностическая точность – 100 %). В отношении визуализации коллатеральных сосудов и открытого артериального протока данные несколько разошлись. Функционирующий Боталлов проток не удалось убедительно визуализировать в 3 случаях из-за артефактов (чувствительность – 92 %). Но при этом не было отмечено ни одного ложноположительного результата. Таким образом, специфичность МСКТ в определении открытого артериального протока составила 100 %. Чувствительность и специфичность метода в отношении коллатералей составила 86 и 90 % соответственно, что вполне соответствует данным литературы [7, 10].

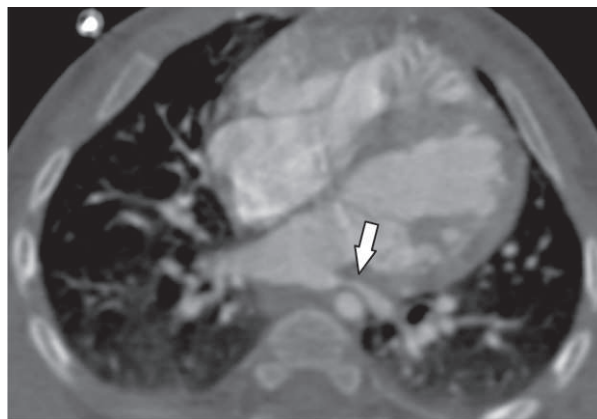


Рис. 2. Экстравазальная компрессия единственной левой легочной вены нисходящей аортой. Данные МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием у ребенка 9 мес. в постоперационном периоде через 6 мес после пластики дуги аорты, аксиальный срез

Исследование пациентов с тетрадой Фалло (ТФ) составило пятую часть объема МСКТ, выполненного у больных с ВПС. Как и в случае остальных врожденных пороков, у детей с ТФ можно выделить две цели направления на МСКТ: первичную предоперационную диагностику и постоперационный контроль. Оба диагностических алгоритма при этом имеют свои особенности. Из-за того что выраженные формы ТФ сопровождаются ранней манифестацией клиники, возраст детей, проходивших МСКТ при подготовке к операции, варьировался от недели до 4 месяцев, в среднем 1,5 (0,5; 2,5) месяца. Основной диагностической задачей в такой ситуации является определение степени стеноза легочной артерии, степени декстрапозиции аорты, наличия больших

аорто-легочных коллатералей, пространственной анатомии структур сердца и магистральных артерий. В 80 % случаев выявленной декстропозиции аорты отмечали симметричное расположение фиброзного кольца аортального клапана над межжелудочковой перегородкой. Смещение аорты в сторону левого или правого желудочка более 50 % было выявлено в равном количестве случаев. Более вариабельно у больных с ТФ представляется анатомия выводного пути правого желудочка. Атрезия клапана легочного ствола была выявлена у 3 пациентов, что было подтверждено данными селективной ангиографии и интраоперационно. Эффективно подтвердить подклапанный стеноз, обусловленный гипертрофией правого желудочка, с помощью МСКТ не удалось. Стеноз на уровне клапана в большинстве случаев удалось визуализировать (чувствительность – 83 %), но определить степень стеноза по данным МСКТ было сложно (специфичность – 65 %). Причинами неудач явились наложение артефактов высокой ЧСС и резкая динамическая подвижность структур малого размера (фиброзное кольцо, створки клапана). Чтобы получить представление об изменениях надклапанных отделов легочного ствола и легочных артерий, зачастую достаточно изучения аксиальных изображений (рис. 3а). Однако мы всегда использовали кососагиттальные МР реконструкции вдоль продольной оси легочного ствола для детальной оценки просвета. Из-за расположения этих сосудистых образований крани-

ально относительно активно движущихся структур сердца наложение на них артефактов высокой ЧСС практически отсутствует. Это позволило с высокой диагностической точностью определить состояние проходимости легочного ствола и легочных артерий (чувствительность – 98 %, специфичность – 96 %). Стенотические изменения легочных артерий зачастую сопровождаются формированием патологической коллатеральной сети, так называемых больших аорто-легочных коллатеральных артерий (БАЛК), посредством которых осуществляется дополнительный приток крови к легким (рис. 3б). Выявление БАЛК, определение точной локализации устья и дальнейшего хода артерии имеет значение для планирования операции и формирования гемодинамики малого круга в постоперационном периоде [10]. Учитывая конечную разрешающую способность метода МСКТ, имеет значение диаметр БАЛК. По нашим данным, достоверное определение аорто-легочных коллатералей возможно при диаметре более 1,3 мм (табл. 2).

Таблица 2

Диагностика больших аорто-легочных коллатералей по данным МСКТ

Диаметр БАЛК (мм)	Чувствительность, %	Специфичность, %	Точность, %
Более 1,3	100	100	100
1,0–1,3	93	88	91
Менее 1,0	75	93	81

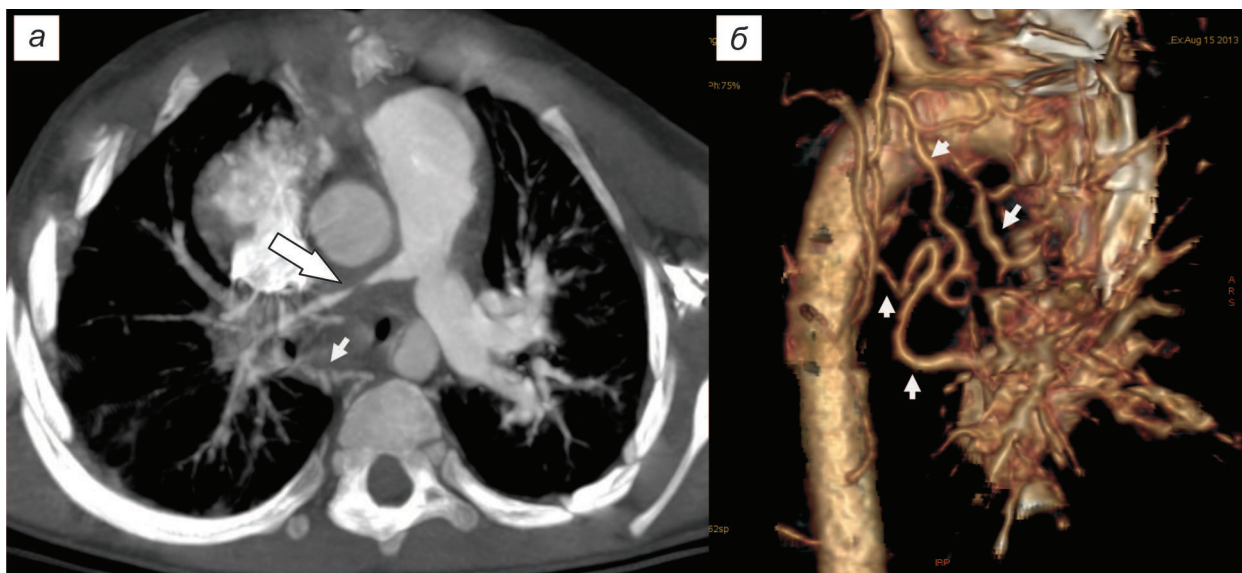


Рис. 3. Стеноз правой легочной артерии, БАЛК. Данные МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием у ребенка 5 мес.: а – МР реконструкция в аксиальной проекции; б – трехмерная VRT реконструкция.

Большой стрелкой отмечен стеноз правой легочной артерии, визуализируется расширение легочного ствола и левой легочной артерии. Имеется выраженный коллатеральный кровоток от аорты к ветвям правой легочной артерии (маленькие стрелки)

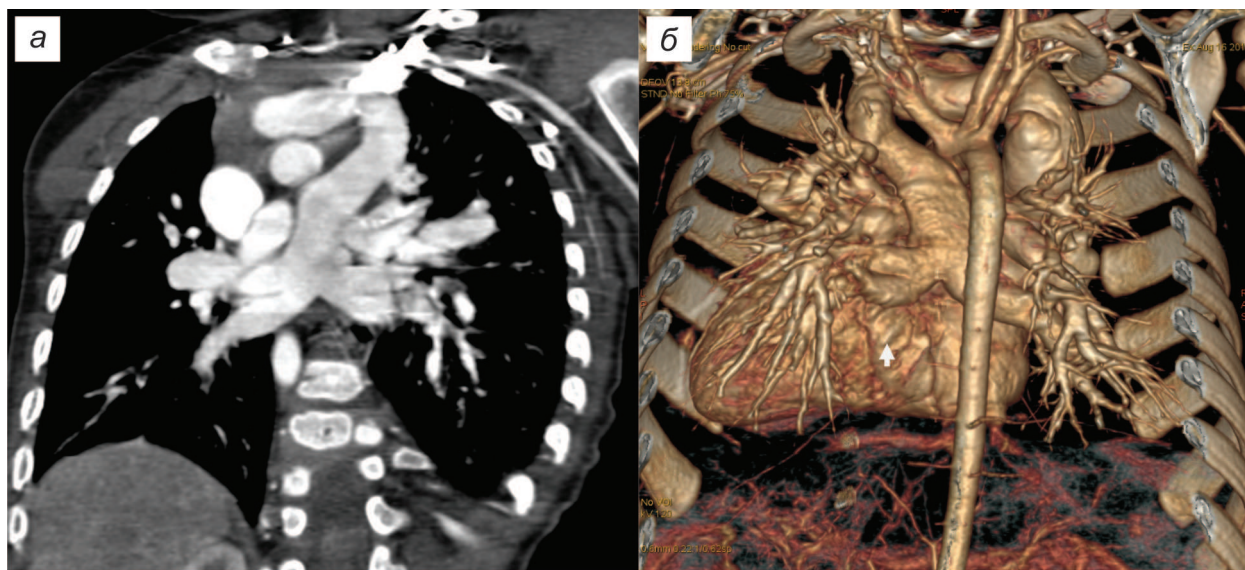


Рис. 4. Тотальный anomальный дренаж легочных вен, супракардиальная форма.
 Данные МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием у ребенка 6 мес.:
 а – MIP реконструкция во фронтальной проекции; б – трехмерная VRT реконструкция (вид сзади)

В послеоперационном периоде МСКТ проводилась через 12 (9; 16) месяцев. Дополнительно к стандартному объему исследования у таких пациентов выполняли оценку пластики легочного клапана, легочного ствола. При закрытии дефекта межжелудочковой перегородки определяли наличие перетока между желудочками в раннюю фазу прохождения болюса контраста. У 5 больных визуализирован подключично-легочной анастомоз, который был наложен на первом этапе хирургического лечения; проходимость шунта во всех случаях не была нарушена.

Одним из отличий МСКТ от селективной ангиографии является возможность одномоментного получения данных как об артериальном, так и венозном русле. Определение нарушения анатомии венозных коллекторов малого круга кровообращения послужило основанием для проведения МСКТ в нашем исследовании у 19 пациентов. Наиболее тяжелой формой данной патологии является тотальный anomальный дренаж легочных вен. Этот порок на МСКТ отмечали у 6 детей, из них в 5 случаях дренаж осуществлялся в систему верхней полой вены (супракардиальная форма ТАДЛВ). У одного пациента отмечена инфракардиальная форма порока. При формировании оттока из легочных вен в верхнюю полую вену отмечали два типа анатомии. По нашим наблюдениям, наиболее часто (80 %) вены обоих легких формировали единый коллектор, располагающийся в средостении паравертебрально слева и впадающий в безымянную вену (рис. 4). Единичное наблюдение касалось перехода единой вены левого легкого в правую половину

грудной клетки, соединения ее с правыми легочными венами и впадение в верхнюю полую вену. У пациентов с ТАДЛВ при проведении обследования очень важно верифицировать наличие септального дефекта между предсердиями и состояние Боталлова протока для решения вопроса об атриосептотомии [4]. Визуализация дефекта межпредсердной перегородки на МСКТ отмечена у всех больных с ТАДЛВ. Оценивать диагностическую эффективность метода в отношении размеров септального дефекта на столь малом количестве наблюдений было бы неправомерно, но можно отметить тенденцию высокой отрицательной прогностической значимости МСКТ в отношении крупных, более 1 см, дефектов. Наличие при ТАДЛВ функционирующего открытого артериального протока является спасительным механизмом оксигенации крови большого круга кровообращения в первые дни жизни пациента [9]. Достоверно определить наличие кровотока через Боталлов проток по данным МСКТ нам удалось у всех 6 пациентов с ТАДЛВ. При этом у 4 (66,7 %) детей отмечали закрытие протока или его субмиллиметровый просвет, что определило активную хирургическую тактику в их отношении.

До настоящего времени отсутствуют убедительные эхокардиографические критерии, позволяющие диагностировать частичный anomальный дренаж легочных вен (ЧАДЛВ) [4]. С использованием МСКТ нам удалось визуализировать непосредственно сам anomальный венозный сосуд, проследить его ход и локализовать устье дренажа. У всех 13 больных патологический сброс из мало-

го круга осуществлялся через правые легочные вены. В 9 случаях (69 %) отмечали супракardiaльную форму дренажа в систему верхней полой вены, интракардиальную форму диагностировали у 4 пациентов (31 %). Такое соотношение соответствовало распространенности данных форм ЧАДЛВ [4, 7]. Инфракардиальный тип ЧАДЛВ и сброс крови из левых легочных вен в нашей практике не встречались. Среди всех пациентов с ЧАДЛВ изолированный порок отмечали лишь в единичном случае. У остальных детей аномальный дренаж сочетался с дефектами межпредсердной (92,3 %), межжелудочковой перегородки (38,5 %), транспозицией магистральных сосудов (23 %), тетрадой Фалло (15,4 %) и единственным желудочком (8 %).

При сравнительном анализе интраоперационных данных, а также данных дополнительного зондирования камер сердца можно отметить высокую значимость МСКТ в диагностике транспозиции магистральных сосудов, двойного отхождения магистральных сосудов от правого желудочка, атриовентрикулярной коммуникации и патологии клапанного аппарата. Ни в одном из этих случаев не выявлено расхождения данных об анатомии порока. Однако малое количество наших наблюдений таких ВПС не позволяет достоверно оценить диагностическую точность методики. Дальнейший набор материала даст возможность статистически подтвердить эффективность МСКТ при данных пороках развития.

Необходимо отметить диагностические возможности МСКТ в отношении сопутствующей некардиальной патологии у больных с ВПС. Мы расширили стандартный протокол обследования дополнительной постпроцессорной реконструкцией с изучением легочных полей в «мягкотканном» и «легочном» окнах. Изменения со стороны легких у обследованных пациентов в основном были представлены застойными явлениями, но в ряде случаев были отмечены сегментарная гиповентиляция одного из легких (5 пациентов), лобарная секвестрация (2 пациента), стенотические изменения бронхиального дерева (3 пациента). В 45 случаях дополнительно диагностированы инфильтративные изменения, характерные для пневмонии.

Использование МСКТ, безусловно, сопряжено с контрастной и лучевой нагрузкой на пациента. Но необходимо отметить, что использование дифференцированного подхода к выбору рентгенконтрастного препарата, подбору дозировки и скорости введения позволило снизить риск развития контраст-индуцированной нефропатии у наших пациентов. Оптимизация протокола сканирования

с подбором минимальных параметров дала возможность снизить суммарную эффективную дозу облучения при проведении МСКТ до 3,3–4,8 мЗв. Кроме того, выполнение данной диагностической процедуры позволило в большинстве случаев избежать инвазивного зондирования камер сердца.

Заключение

Использование мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике врожденных пороков сердца у детей первых лет жизни позволяет получить точную анатомическую картину структур сердца, магистральных сосудов, морфометрические данные, касающиеся ВПС, оценить сопутствующую некардиальную патологию. Полученные данные определяют дальнейшую тактику лечения, планирование оперативной коррекции порока, дают возможность оценить результаты хирургического вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисков М. В., Петшаковский П. Ю., Серова Т. В. Коарктация аорты у новорожденных // Хирургия. 2010. № 10. С. 89–94.
2. Шмелевич С. А. Распространенность и структура врожденных пороков сердца на территории Кемеровской области // Вестник Кузбасского научного центра. Вып. 11: Актуальные вопросы здравоохранения: материалы Восьмой науч.-практ. конф. Кемерово, 2010. С. 221.
3. ALCAPA: the role of myocardial viability studies in determining prognosis / L. Browne [et al.] // *Pediatr Radiol*. 2010. Vol. 40. P. 163–167.
4. Dillman J., Yarram S., Hernandez R. Imaging of Pulmonary Venous Developmental Anomalies // *Am. J. Roentg*. 2009. Vol. 192. P. 1272–1285.
5. Dillman J. Role of CT in the evaluation of congenital cardiovascular disease in children // *Am. J. Roentg*. 2009. Vol. 192. P. 121–1231.
6. Congenital heart disease in the general population : changing prevalence and age distribution / A. J. Marelli [et al.] // *Circulation*. 2007. Vol. 115. P. 163–172.
7. CT of congenital heart disease: normal anatomy and typical pathologic conditions / H. W. Goo [et al.] // *Radiographics*. 2003. Vol. 23. P. 147–165.
8. Gutierrez F., Mai-Lan Ho, Siegel M. Practical applications of magnetic resonance in congenital heart disease // *Magn. Reson. Imaging. Clin. N. Am.* 2008. Vol. 16. P. 403–435.
9. Kim T. H., Kim Y. M., Suh C. H. Helical CT angiography and three-dimensional reconstruction of total anomalous pulmonary venous connections in neonates and infants // *Am. J. Roentg*. 2000. Vol. 175. P. 1381–1386.
10. Three-dimensional helical computed tomographic angiography in neonates and infants with complex congenital heart disease / T. Kawano [et al.] // *Am. Heart. J.* 2000. Vol. 139. P. 654–660.
11. Van Praagh R. Terminology of congenital heart disease: glossary and commentary // *Circulation*. 1977. Vol. 56. P. 139–143.

Статья поступила 05.09.2013

Ответственный автор за переписку:

Коков Александр Николаевич –
заведующий лабораторией рентгеновской
и томографической диагностики
ФГБУ «НИИ КПССЗ» СО РАМН

Адрес для переписки:

Коков А.Н., 650002, г. Кемерово,
Сосновый бульвар, д. 6
Тел: 8(3842) 64-35-19
E-mail: kokoan@cardio.kem.ru

Corresponding author:

Alexander N. Kokov –
head of roentgen and tomography diagnostics
laboratory of FSBI RI for CICVD,
SB RAMS

Correspondence address:

A. N. Kokov, 6, Sosnoviy blvd.,
Kemerovo, 650002
Tel.: +7 (3842) 64-35-19
E-mail: kokoan@cardio.kem.ru