

Г.К. Садыкова, И.С. Железняк,
В.В. Ипатов, В.В. Рязанов

Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике общего артериального ствола при рентгеновской компьютерной томографии

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Обосновывается возможность применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике общего артериального ствола при рентгеновской компьютерной томографии. В исследование включено 140 пациентов с конотрункальными пороками. Из общего числа у 7 пациентов (4 мальчика и 3 девочки) массой тела от 3030 до 3890 г в возрасте от 1 до 19 дней жизни выявлен общий артериальный ствол. При этом у 5 (72%) пациентов он отходил преимущественно от морфологически правого желудочка, у 1 (14%) – полностью от морфологически правого желудочка, ещё у 1 (14%) – равномерно располагался над желудочками. В 4 (57%) случаях трункальный клапан имел три створки, в 2 (28,5%) случаях – две, в одном (14,5%) случае – четыре. У всех пациентов сохранялось митрально-полулунное фиброзное продолжение, наблюдался дефект межжелудочковой перегородки, определялась двухкоронарная система, лёгочные артерии отходили от восходящего отдела общего артериального ствола. Также отмечены отхождение лёгочных артерий единым стволом ($n=4$, 57%) и отдельными устьями ($n=3$, 43%); аномалии дуги аорты: праволжающая дуга аорты ($n=2$); перерыв дуги аорты ($n=1$); перерыв четвёртой аортальной дуги с персистирующей пятой левой аортальной дугой ($n=2$). В целом анализ данных КТ-ангиокардиографии с помощью многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, позволяет дать полную анатомическую характеристику сердца и магистральных сосудов.

Ключевые слова: врождённый порок сердца, конотрункальные пороки, общий артериальный ствол, рентгеновская компьютерная томография, компьютерно-томографическая ангиокардиография, многоплоскостные реформации, ориентированные на оси сердца.

Введение. В настоящее время проблема диагностики врождённых пороков развития сердца сохраняет свою актуальность. Врождённые пороки сердца и магистральных сосудов занимают лидирующее место по распространенности в сравнении с другими пороками развития у детей [13–15, 17] и являются частой причиной смерти и инвалидизации новорождённых и детей первого года жизни [9, 12]. Современные достижения в кардиологии и неонатальной кардиохирургии сделали возможным выживание детей с врождёнными пороками сердца благодаря ранней хирургической коррекции порока.

Общий артериальный ствол (ОАС) – это врождённый порок сердца, характеризующийся наличием единого сосуда, который обеспечивает системное, лёгочное, коронарное кровообращение. Синонимами ОАС являются персистирующий артериальный ствол, общий аортопульмональный ствол, общий ствол, открытый артериальный ствол [6, 12]. Р.Г. Андерсон и др. [1] при отсутствии интраперикардального сегмента лёгочной артерии предлагают вместо термина «общий артериальный ствол» использовать в отношении оставшегося ствола магистральных артерий термин «единственный артериальный ствол».

Анатомические варианты порока определяются типом соединения ОАС с желудочковым сегментом, строением трункального клапана, морфологией межжелудочкового сообщения, состоянием коронарных и лёгочных артерий, конкордантными предсердно-желудочковыми соединениями, сопутствующими аномалиями [1, 2, 6, 9, 12].

Характерным признаком порока является отхождение от желудочков единого магистрального сосуда, содержащего единый полулунный клапан. Наличие трункального клапана отличает эту аномалию от других одноотточных желудочково-артериальных соединений, например от атрезии аорты, атрезии лёгочной артерии [2, 4]. Трункальный клапан может полностью поддерживаться мышечным инфундибулом, начинающимся от правого желудочка, а межжелудочковое сообщение чаще бывает юкстаартериальным. Фиброзный контакт между трункальным и митральным клапанами встречается чаще, чем фиброзный контакт между створками трункального и трёхстворчатого клапана; в последнем случае межжелудочковое сообщение является перимембранозным. Трункальный клапан имеет единое клапанное кольцо и различное количество створок – от одной

до шести. Наиболее часто встречаются 3 створки (~ 70%), 4 створки – ~ в 20% случаев, реже – 2, 5, 6 створок [2–4]. Полулунные створки трупального клапана чаще структурно не изменены, могут быть утолщенными и дисплазированными; размеры створок часто неодинаковые.

Существует две классификации: по R.W. Collett, J.E. Edwards и по Van Praagh et al. [1]. В соответствии с классификацией R.W. Collett, J.E. Edwards выделяют:

Тип 1. ОАС после выхода из сердца разделяется на восходящую аорту и короткий лёгочный ствол, разветвляющийся на правую и левую лёгочные артерии.

Тип 2. Лёгочный ствол отсутствует, правая и левая лёгочные артерии отходят отдельно непосредственно от левой задней стенки ОАС.

Тип 3. Лёгочный ствол отсутствует, правая и левая лёгочные артерии отходят отдельно от разных стенок ОАС.

Тип 4. «Псевдотрункус». От ОАС лёгочные артерии не отходят, кровоснабжение осуществляется через бронхиальные артерии, отходящие от нисходящей части грудной аорты.

Van Praagh et al. классифицировали сердца с общими артериальными стволами на две группы: с межжелудочковым сообщением (тип А) и без межжелудочкового сообщения (тип В). Кроме того, они отметили, что больных с ОАС можно разделить по степени доминантности аортальной и лёгочной частей внутри ОАС [1]. Чаще доминирует аортальная часть ОАС. Реже наблюдаются практически одинаковые аортальная и лёгочная части ОАС внутриперикардially. Реже всего встречаются случаи с доминирующей лёгочной частью ОАС у пациентов с гипоплазией аортальной части ОАС при коарктации или перерыве дуги аорты.

В своей классификации Van Praagh et al. выделяют 4 типа ОАС:

Тип 1. ОАС после выхода из сердца разделяется на восходящую аорту и короткий лёгочный ствол, разветвляющийся на правую и левую лёгочные артерии.

Тип 2. Лёгочный ствол отсутствует, правая и левая лёгочные артерии отходят отдельными устьями непосредственно от ОАС.

Тип 3. Лёгочный ствол отсутствует, правая и левая лёгочные артерии отходят отдельно, при этом одна из артерий отходит от ОАС, а другая наполняется через артериальный проток, который может закрыться.

Тип 4. Сердце с ОАС и обструкцией системного кровотока от гипоплазии до перерыва дуги аорты.

Установлено, что ОАС чаще локализуется над гребнем межжелудочковой перегородки, равномерно распределяясь над правым и левым желудочками, или отходит преимущественно или полностью от морфологически правого желудочка (более 80% случаев). Гораздо реже ОАС отходит преимущественно или полностью от морфологически левого желудочка

(менее 20% случаев) [1, 2, 4, 16]. Кроме того, ОАС сопровождается другими сердечно-сосудистыми аномалиями, среди которых – отсутствие артериального протока (50% случаев), праволёжащая дуга аорты (до 35% случаев), коарктация аорты, аномальный дренаж лёгочных вен [1, 2, 4, 6, 16].

На дооперационном этапе важно определить места отхождения коронарных артерий, так как часты аномальные локализации устьев коронарных артерий (~ 50% случаев) [2]. Если трупальный клапан имеет четыре синуса, то артерии обычно отходят от правого и левого синусов. Чаще в корне ОАС три синуса, тогда отхождение коронарных артерий атипичное. Часто присутствует единственная коронарная артерия [4]. Если есть две коронарные артерии, то устье левой коронарной артерии часто расположено выше синотубулярного соединения с интрамуральным ходом в стенке ОАС. Левая коронарная артерия может начинаться вблизи устьев лёгочных артерий.

Для коррекции данного порока необходимо оперативное вмешательство в специализированном кардиохирургическом стационаре. При планировании эффективного хирургического вмешательства следует детально установить все вышеописанные анатомические особенности сердца и общего ствола. В настоящее время компьютерно-томографическая (КТ) коронарография является наиболее перспективной неинвазивной лучевой методикой для достижения данной цели [8, 11].

Цель исследования. Обосновать возможность анализа данных КТ-кардиоангиографии путём построения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца.

Материалы и методы. В исследование были включены 140 пациентов в возрасте от 1 до 19 дней жизни массой тела от 3030 до 3890 г с конотрункальными пороками, которым были выполнены трансторакальная эхокардиография, КТ-ангиокардиография без электрокардиографической (ЭКГ) синхронизации, оперативное лечение. Из общего числа пациентов с конотрункальными пороками 7 пациентов были с ОАС.

На основе данных КТ-ангиокардиографии были построены многоплоскостные реформации, ориентированные на оси сердца. При анализе реформаций определяли место отхождения общего артериального ствола, лёгочных артерий, наличие дефекта межжелудочковой перегородки, количество створок трупального клапана, уточняли количество и место отхождения коронарных артерий, оценивали митрально-полулунное фиброзное продолжение, соотношение камер сердца. Результаты, полученные при анализе многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, на основе данных КТ-ангиокардиографии сравнивались с данными трансторакальной эхокардиографии, а также с

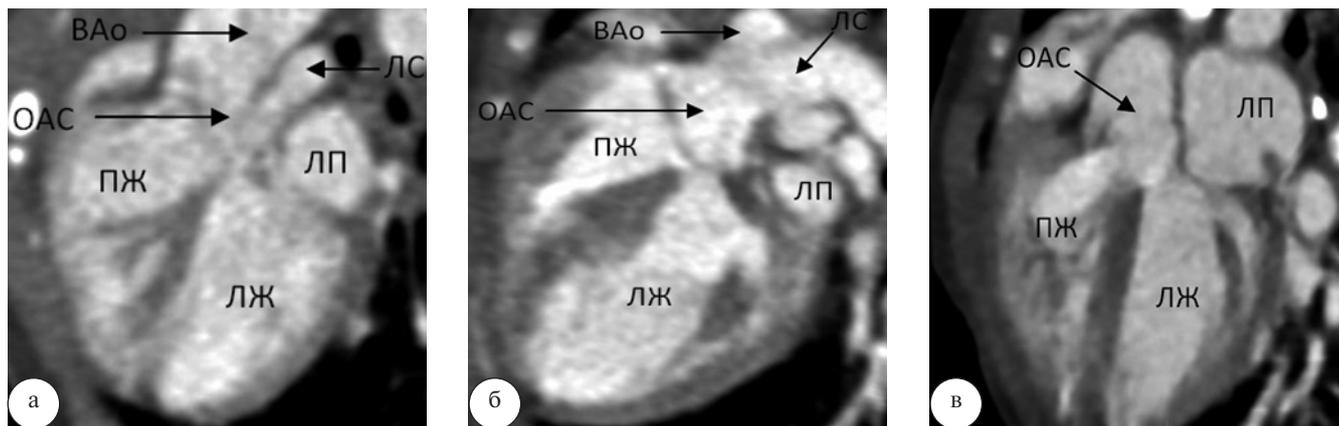


Рис. 1. Варианты отхождения ОАС в реформации по длинной оси левого желудочка: а – преимущественно от правого желудочка; б – полностью от морфологически правого желудочка; в – от обоих желудочков. ВАо – восходящая аорта; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие; ЛС – лёгочный ствол; ОАС – общий артериальный ствол; ПЖ – правый желудочек

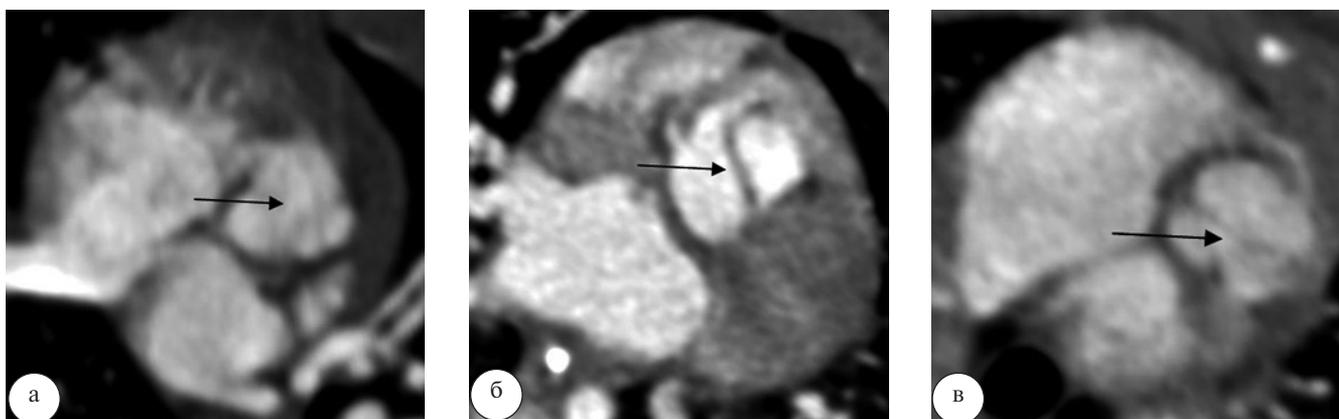


Рис. 2. Реформация по короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов: а – трёхстворчатый трункальный клапан, б – двухстворчатый трункальный клапан, в – четырёхстворчатый трункальный клапан

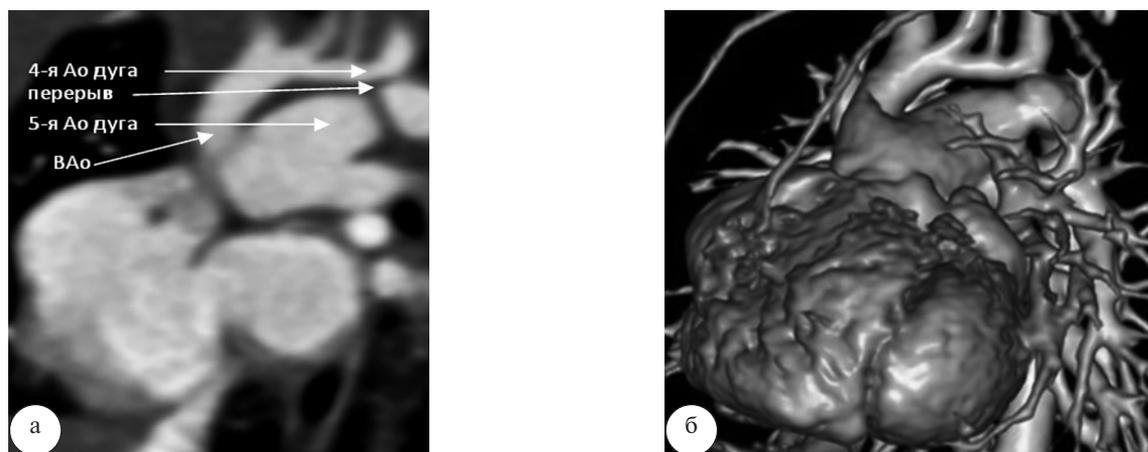


Рис. 3. Сложная аномалия дуги аорты в виде перерыва четвёртой аортальной дуги дистальнее левой подключичной артерии и наличия персистирующей пятой левой аортальной дуги: а – реформация по длинной оси сосуда, б – трёхмерное изображение. ВАо – восходящая аорта; перерыв – уровень прерывания четвёртой аортальной дуги

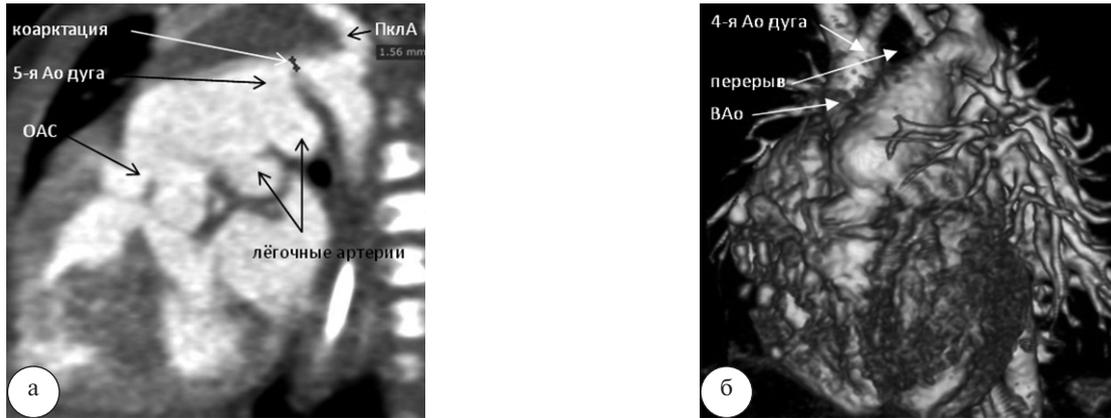


Рис. 4. Сложная аномалия дуги аорты в виде перерыва четвертой аортальной дуги дистальнее левой подключичной артерии и наличия персистирующей пятой левой аортальной дуги: а – реформация по длинной оси сосуда; б – трёхмерное изображение. ВАо – восходящая аорта; перерыв – уровень прерывания четвертой аортальной дуги; ОАС – общий артериальный ствол; ПкЛА – подключичная артерия

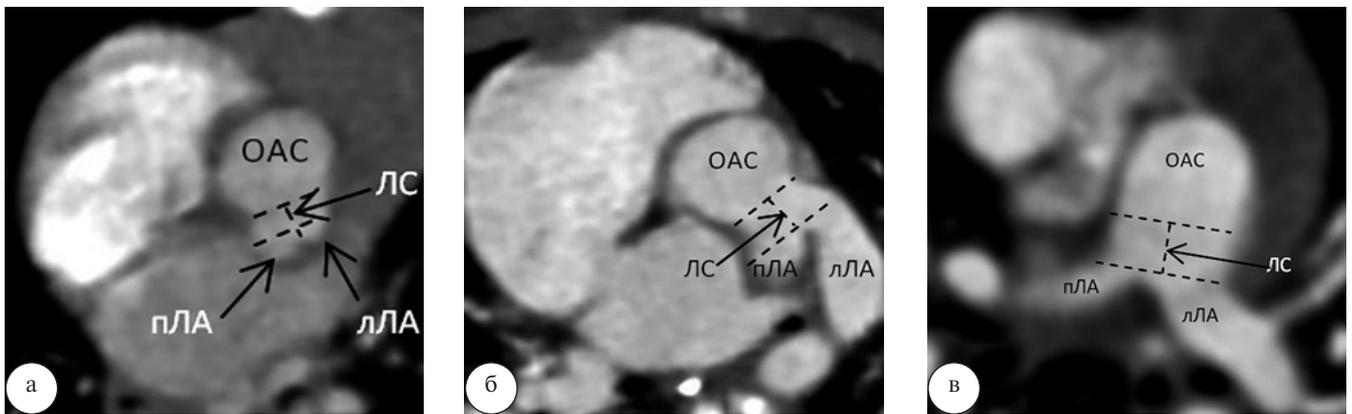


Рис. 5. Реформация по короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов: а – лёгочный ствол отходит от левой заднебоковой стенки ОАС; б – от левой боковой стенки; в – от правой заднебоковой стенки. ЛС – лёгочный ствол; лЛА – левая лёгочная артерия; пЛА – правая лёгочная артерия; ОАС – общий артериальный ствол. Между штрих-линиями обозначена протяжённость лёгочного ствола

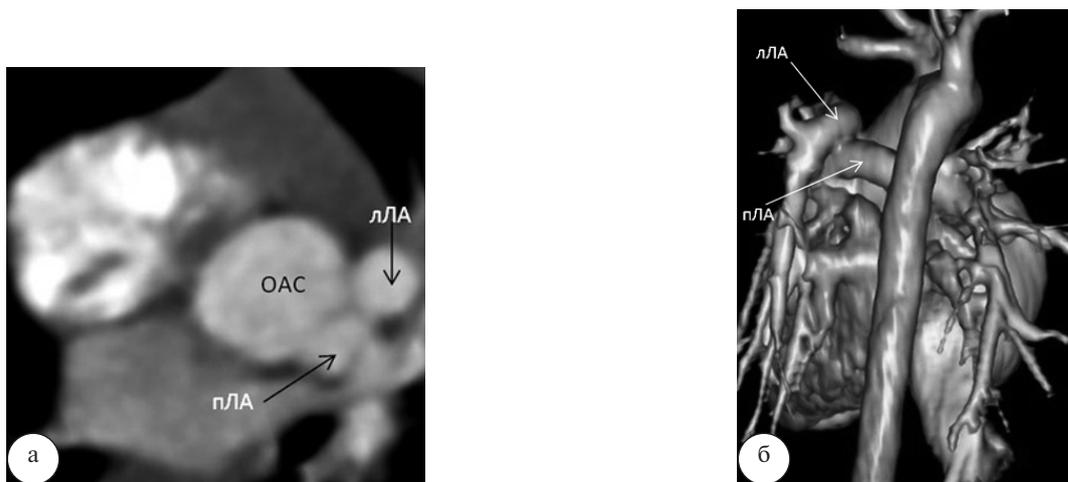


Рис. 6. Реформация по короткой оси сердца: а – на уровне магистральных сосудов; б – трёхмерное изображение, вид сзади. Лёгочные артерии отходят раздельными устьями от левой заднебоковой стенки общего ОАС. ОАС – общий артериальный ствол; лЛА – левая лёгочная артерия; пЛА – правая лёгочная артерия

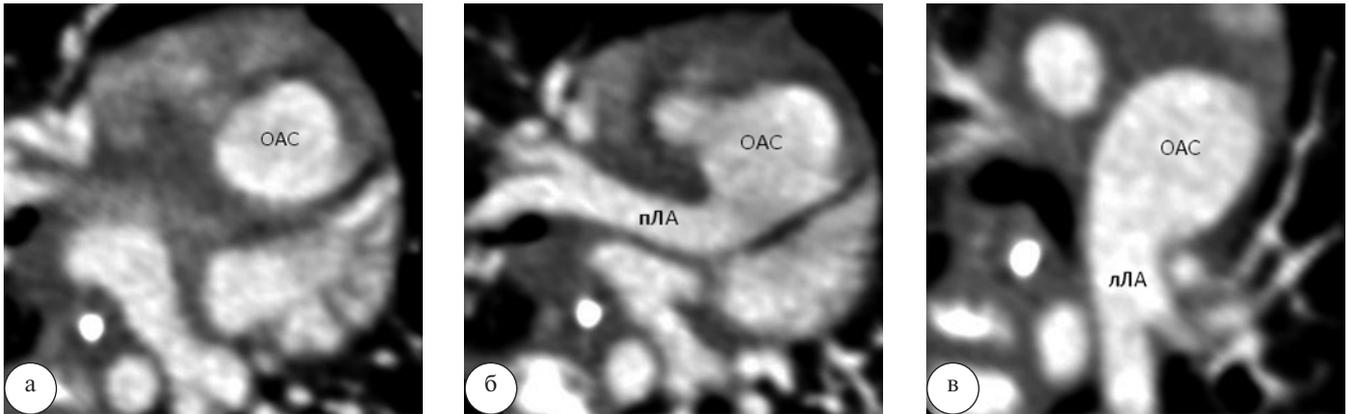


Рис. 7. Реформация по короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов (а–в): во всех случаях лёгочные артерии отходят отдельными устьями от правой боковой стенки общего артериального ствола. ОАС – общий артериальный ствол; лЛА – левая лёгочная артерия; рЛА – правая лёгочная артерия

данными, полученными при анализе результатов КТ-ангиокардиографии в аксиальной плоскости и реформаций стандартной и произвольной ориентации, интраоперационной ревизии.

Результаты и их обсуждение. Из 7 пациентов с ОАС у 5 (72%) пациентов он отходил преимущественно от морфологически правого желудочка (рис. 1а), у 1 (14%) больного – полностью от морфологически правого желудочка (рис. 1б), ещё у 1 больного (14%) – был равномерно расположен над обоими желудочками (рис. 1в).

В 4 случаях (57%) трункальный клапан имел три створки (рис. 2а), в 2 случаях (28,5%) – две (рис. 2б), в 1 случае (14,5%) – четыре (рис. 2в). У всех пациентов сохранялось митрально-полулунное фиброзное продолжение. Во всех случаях определялся дефект межжелудочковой перегородки.

ОАС у 5 пациентов сопровождался аномалией дуги аорты: у двух пациентов определялась праволёжащая дуга аорты, у одного – обнаружен перерыв дуги аорты после отхождения левой подключичной артерии, при этом трункус продолжался в артериальный ствол, переходящий в нисходящую аорту. У двух пациентов наблюдалась редко встречающаяся сложная аномалия дуги аорты: перерыв четвёртой аортальной дуги (в одном случае дистальнее левой подключичной артерии (рис. 3а, б), в другом – дистальнее левой общей сонной артерии (рис. 4а, б)) и наличие персистирующей пятой левой аортальной дуги с коарктацией. Типичное отхождение ветвей дуги аорты отмечалось у 2 пациентов, у остальных наблюдались анатомические варианты отхождения.

У всех пациентов определялась двухкоронарная система, при этом у одного – отмечалось высокое отхождение правой коронарной артерии.

Лёгочные артерии у всех пациентов отходили от восходящего отдела ОАС. Отхождение лёгочных

артерий единым стволом отмечалось у 4 больных, отдельными устьями – у 3. Лёгочный ствол в 2 случаях отходил от левой заднебоковой стенки трункуса (рис. 5а), в одном случае – от левой боковой стенки (рис. 5б), ещё в одном – от правой заднебоковой стенки (рис. 5в).

При отхождении лёгочных артерий отдельными устьями у 2 пациентов устья располагались близко друг к другу (по задней стенке и по левой заднебоковой стенке трункуса (рис. 6а, б), у одного пациента устья располагались на расстоянии друг от друга (по правой боковой стенке) (рис. 7 а–в).

Таким образом, ведущими в диагностике врождённых пороков сердца являются неинвазивные методики визуализации. В настоящее время самым доступным и распространённым методом, позволяющим в реальном режиме времени получить важную информацию о внутрисердечных структурах, остаётся эхокардиография [5, 7, 8, 10, 11]. При трансторакальной эхокардиографии плоскости сечений ориентируются на основные оси сердца, а не по отношению к осям тела пациента. В двухмерном режиме трансторакальной эхокардиографии базой для получения стандартных сечений являются основные плоскости сердца. Эта характерная особенность эхокардиографии позволяет индивидуально подбирать сечения, которые учитывают различные повороты и смещения сердца [7].

Можно поспорить с утверждением, что результаты ультразвуковых исследований и их надёжность в значительной степени зависят от того, кто их получает. На самом деле все визуализационные методы зависят от умения и опыта врача. При КТ-кардиоангиографии важно не только грамотно провести сканирование, но и проанализировать полученные изображения. Поиск сонографистом оптимальной проекции – это самое важное, трудное и интересное («операторозависимость»). Построение на рабочей станции оптималь-

ных, информативных реформаций – не менее важный и трудоёмкий процесс для врача-рентгенолога.

При КТ-кардиоангиографии получают изображения в аксиальной плоскости, реформации во фронтальной и коронарной плоскости. При КТ срезы ориентированы на оси тела: аксиальную, сагиттальную и фронтальную, однако они не совпадают с собственными осями сердца. Даже в норме положение сердца в грудной клетке подвержено значительным анатомическим отклонениям, не говоря уже об аномалиях расположения сердца, что при анализе данных КТ-коронарографии может явиться причиной неправильной оценки сердечных структур, а следовательно, неприемлемо при ряде пороков. В отличие от вышеуказанного, построение реформаций, ориентированных на собственные оси сердца, позволяет получать изображения, аналогичные эхокардиографическим, в результате чего появляется возможность их непосредственного сравнения, а также более привычного и доступного восприятия врачами-кардиологами и сердечно-сосудистыми хирургами, при этом достоверность визуализации структур самого сердца повышается за счёт соответствия их истинной анатомической ориентации.

Из всего перечня многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, нам потребовалось только три, на которых были выявлены признаки, характерные для общего артериального ствола:

1. Наличие единого широкого сосуда (трункуса), отходящего от обоих желудочков.
2. Обнаружение лёгочного ствола или лёгочных артерий, отходящих от общего артериального ствола.
3. Наличие дефекта межжелудочковой перегородки.
4. Отсутствие септально-аортального продолжения, наличие митрально-полулунного продолжения.
5. Дополнительный признак – оценка морфологии трупального клапана (количество створок, признаки дисплазии), анатомии устьев коронарных артерий.

Выбор оптимальных сечений при ультразвуковом исследовании и построение реформаций при КТ-кардиоангиографии имеют много общего. При трансторакальной эхокардиографии можно получить множество сечений, как и при КТ-кардиоангиографии – построить множество мультипланарных реконструкций. Вопрос в том, насколько информативны полученные изображения в оценке анатомических структур.

Заключение. Общий артериальный ствол является редко встречающимся, однако клинически и гемодинамически значимым врождённым пороком сердца, требующим незамедлительного кардиохирургического вмешательства. Для планирования хирургического лечения важна точная информация об анатомическом строении внутрисердечных и внесердечных структур. Данные, получаемые при КТ-ангиографии в аксиальной плоскости и при анализе

реформаций стандартной и произвольной ориентации, не позволяют однозначно дифференцировать количество створок в трупальном клапане, количество и место отхождения коронарных артерий, точно локализовать место отхождения лёгочных артерий, правильно охарактеризовать аномалии дуги аорты, определить отхождение трункуса от конкретных желудочков, визуализировать митрально-полулунное фиброзное продолжение. Анализ компьютерно-томографических данных с помощью многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, позволяет выявить указанные изменения и, как следствие, дать полную анатомическую характеристику сердца и магистральных сосудов.

Литература

1. Андерсон, Р.Г. Хирургическая анатомия сердца по Уилкоксу: пер. с англ. / Р.Г. Андерсон [и др.]. – М.: Логосфера, 2015. – 456 с.
2. Банкл, Г. Врождённые пороки сердца и крупных сосудов; пер. с англ. / Г. Банкл. – М.: Медицина, 1980. – 312 с.
3. Бокерия, Л.А. Хирургическая анатомия сердца. 2-е изд., испр. и доп. / Л.А. Бокерия, И.И. Беришвили. – М.: НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2009. – Т. 1. – 406 с.
4. Бокерия, Л.А. Хирургическая анатомия сердца. 2-е изд., испр. и доп. / Л.А. Бокерия, И.И. Беришвили. – М.: НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2009. – Т. 3. – 312 с.
5. Воробьев, А.С. Амбулаторная эхокардиография у детей: руководство для врачей / А.С. Воробьев. – СПб.: СпецЛит, 2010. – 543 с.
6. Зиньковский, М.Ф. Врождённые пороки сердца / М.Ф. Зиньковский. – К.: Книга плюс, 2008. – 1168 с.
7. Митина, И.Н. Неинвазивная ультразвуковая диагностика врождённых пороков сердца / И.Н. Митина, Ю.И. Бондарев. – М.: Видар-М, 2004. – 304 с.
8. Рентгеновская компьютерная томография / под ред. проф. Г.Е. Труфанова [и др.]. – СПб.: ФОЛИАНТ, 2008. – 1200 с.
9. Саперова, Е.В. Врождённые пороки сердца у детей: распространённость, факторы риска, смертность / Е.В. Саперова, И.В. Вахлова // Вопросы современной педиатрии. – 2017. – Т. 16, № 2. – С. 126–133.
10. Сухарева, Г.Э. Опыт применения магнитно-резонансной томографии в детской кардиологической практике / Г.Э. Сухарева [и др.] // Здоровье ребёнка. – 2010. – № 4. – С. 30–37.
11. Сухарева, Г.Э. Роль современных методов визуализации в диагностике сложных врождённых пороков сердца у детей / Г.Э. Сухарева [и др.] // Здоровье ребёнка. – 2010. – № 1. – С. 22–28.
12. Шарыкин, А.С. Врождённые пороки сердца. Руководство для педиатров, кардиологов, неонатологов, 2-е изд. / А.С. Шарыкин. – М.: БИНОМ, 2009. – 394 с.
13. Gilboa, S.M. Mortality resulting from congenital heart disease among children and adults in the United States, 1999 to 2006 / S.M. Gilboa [et al.] // Circulation. – 2010. – Vol. 122, № 22. – P. 2254–2263.
14. Jenkins, K.J. Noninherited risk factors and congenital cardiovascular defects: current knowledge: a scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young: endorsed by the American Academy of Pediatrics / K.J. Jenkins [et al.] // Circulation. – 2007. – Vol. 115, № 23. – P. 2995–3014.
15. Krasuski, R.A. Congenital heart disease epidemiology in the United States: blindly feeling for the charging elephant / R.A. Krasuski, T.M. Bashore // Circulation. – 2016. – Vol. 134, № 2. – P. 110–113.

16. Lim, C. Truncus arteriosus with coarctation of persistent fifth aortic arch / C. Lim [et al.] // Ann. thorac. surg. – 2002. – Vol. 74, № 5. – P. 1702–1704.
17. Rosamond, W. Heart disease and stroke statistics – 2007 update / W. Rosamond [et al.] // Circulation. – 2007. – Vol. 115, № 5. – P. e69–e171.

G.K. Sadykova, I.S. Zheleznyak, V.V. Ipatov, V.V. Ryazanov

The possibilities of computed tomography heart-axis-oriented multiplanar reformations in diagnostics of common arterial trunk

Abstract. *The possibility of using multiplanar reformations oriented on the axis of heart in diagnosing the common arterial trunk with X-ray computed tomography is substantiated. Examination data of 140 patients aged 1–19 days of life, 3030–3890 g body weight with conotruncal congenital heart diseases was analyzed, and common arterial trunk was detected in 7 patients (4 – boys, 3 – girls). In 5 (72%) patients, it developed mainly from the morphological right ventricle, 1 (14%) – completely from the morphologically right ventricle, and 1 more (14%) – evenly located above the ventricles. In four (57%) cases, the trunk valve had three leaflets, in two (28,5%) cases – two, in one (14,5%) case – four. All the patients had mitral-semilunar fibrous prolongation, intraventricular septal defects, doubled coronary arteries system, and the pulmonary arteries had their origin from ascendant part of common trunk. Pulmonary arteries had also their own common trunk in 4 (57%) cases, separate estuary in 3 (43%) cases. Aortic arc abnormalities included dextral aortic arc (2 cases), discontinuity of aortic arc (1 case), discontinuity of fourth aortic arc with persistence of fifth left aortic arc (2 cases). In general, computed tomographic angiocardiology heart-axis-oriented multiplanar reformations permit full and correct assessment of heart and main vessels, which is important for surgical treatment planning in congenital heart diseases.*

Key words: *congenital heart disease, conotruncal heart disease, common arterial trunk, computed tomography, computed tomographic angiocardiology, heart-axis-oriented multiplanar reformations.*

Контактный телефон: +7-953-375-45-92; e-mail: kokonya1980@mail.ru