

САДЫКОВА
ГУЛЬНАЗ КАМАЛЬДИНОВНА

МУЛЬТИПЛАНАРНЫЕ РЕФОРМАЦИИ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПО ОСЯМ
СЕРДЦА, ПРИ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ
АНГИОКАРДИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ СЛОЖНЫХ ВРОЖДЁННЫХ
ПОРОКОВ СЕРДЦА И МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ У ДЕТЕЙ

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург
2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава Российской Федерации

Научный руководитель: доктор медицинских наук, доцент
Рязанов Владимир Викторович

Научный консультант: доктор медицинских наук, доцент
Иванов Дмитрий Олегович

Официальные оппоненты: Савелло Виктор Евгеньевич
доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела лучевой диагностики ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. П.И. Джанелидзе»

Вишнякова Мария Валентиновна
доктор медицинских наук, профессор, руководитель рентгенологического отделения, заведующая кафедрой лучевой диагностики ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад И.П. Павлова» Минздрава России

Защита состоится «___» _____ 2019 г. в ___ час на заседании диссертационного совета Д 208.054.02 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (191014, г. Санкт-Петербург, ул. Маяковского 12).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова и на сайте: <http://www.almazovcentre.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2019 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор Иванова Наталия Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Врожденные пороки сердца (ВПС) и магистральных сосудов занимают лидирующее место и являются частой причиной смерти и инвалидизации новорождённых и детей первого года жизни (Jenkins K.J. et al., 2007; Rosamond W. et al., 2007; Krasuski R.A., Bashore T.M., 2016). По данным зарубежной литературы, за последнее столетие в мире частота ВПС возросла с 0,6 случаев на 1000 живорождённых в 1930–1934 гг. до 9,1 случаев на 1000 живорожденных после 1995 г. (van der Linde D. et al., 2011). Ежегодно у 1,5 миллионов новорожденных детей диагностируют ВПС (Белозеров Ю. М. и соавт., 2014; van der Linde D. et al., 2011). Частота ВПС в Российской Федерации за период 2005–2015 увеличилась на 62,3% среди детей до 14 лет и на 55,3% среди детей 15–17 лет; при этом частота впервые выявленных ВПС за 10 лет возросла на 87,1% и 31% соответственно (Бокерия Л.А. и соавт., 2016).

На сегодняшний день визуализационные методы являются ведущими в диагностике ВПС (Prakash A. et al., 2010; Zoghbi W.A., 2014). Компьютерно-томографическая ангиокардиография (КТ-ангиокардиография) является одной из основных модальностей, используемых для неинвазивной визуализации ВПС (Bu G. et al., 2016, Kulkarni A. et al., 2016; Raimondi F. et al., 2016). В настоящее время анализ данных КТ-ангиокардиографии в диагностике ВПС осуществляется в стандартных ортогональных плоскостях (аксиальной, фронтальной, сагиттальной), в произвольных реформациях. Однако томографические срезы в ортогональных плоскостях не ориентированы по осям сердца, что неизбежно приводит к «искажению» полостей, клапанных структур и стенок камер сердца с затруднением анализа полученных данных, к ошибкам в интерпретации. Для достоверной оценки анатомии и морфометрии сердца и магистральных артерий необходимы срезы, ориентированные по осям сердца (Faletra F. et al., 2008; Goo H.W., 2011). Именно поэтому необходимо исследовать и обосновать выбор применения

мультипланарных реформаций, построенных по осям сердца при интерпретации данных КТ-ангиокардиографии.

Тема исследования является актуальной и может способствовать изучению нормальной анатомии сердца и магистральных сосудов, КТ-семиотики сложных ВПС в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца.

Степень разработанности темы исследования

При КТ-ангиокардиографии основой получения томографического среза сердца и магистральных сосудов служат ортогональные оси: аксиальная, фронтальная, сагиттальная. Ортогональные срезы грудной клетки вдоль плоскостей тела полезны для общей оценки морфологии сердца и магистральных сосудов, лёгких (Вишнякова М.В., 2005; Faletra F. et al., 2008, Al-Mousily F. et al., 2011; Pache G. et al., 2011; Nie P. et al., 2012; Bu G. et al., 2016). Однако оси тела не совпадают с осями сердца. Положение сердца в грудной полости подвержено значительным анатомическим вариациям как в норме, так и при патологии. В связи с этим, томографические срезы сердца и магистральных сосудов в ортогональных плоскостях неизбежно приводят к «искажению» визуализации полостей сердца, клапанных структур и толщины стенок камер сердца (Faletra F. et al., 2008; Goo H.W., 2011; Kulkarni A. et al., 2016; Raimondi F. et al., 2016). Косое сечение полостей и стенок всех камер сердца, магистральных сосудов не позволяет провести точные измерения и может приводить к превышению или занижению измерений (Edwards W.D. et al., 1981; Waller B.F. et al., 1990), не позволяет определить состояние клапанов, точно локализовать дефекты межжелудочковой перегородки, отхождение магистральных сосудов.

При КТ-ангиокардиографии возможности постпроцессорной обработки изображений позволяют анализировать результаты исследования путем построения различных реформаций, однако, большое число изображений, не совпадающих с осями сердца, значительно затрудняет анализ полученных данных и приводит к диагностическим ошибкам.

В отечественной и зарубежной литературе имеется достаточное количество работ по определению клинического значения КТ-ангиокардиографии на основе анализа данных в стандартных плоскостях, в произвольных реформациях в диагностике сложных ВПС. Однако в отечественной и зарубежной литературе нет работ, посвященных изучению применения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, в оценке нормальной и патологической анатомии сердца и магистральных сосудов при КТ-ангиокардиографии. В литературе также не найдены работы по методике построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца.

Цель исследования

Определить возможности применения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, при анализе данных компьютерно-томографической ангиокардиографии в диагностике сложных врожденных пороков сердца и магистральных сосудов у детей.

Задачи исследования

1. Разработать методику последовательного построения мультипланарных реформаций изображений, ориентированных по осям сердца, по данным компьютерно-томографической ангиокардиографии.
2. Изучить внутрисердечные анатомические структуры и характер соединения сердца и магистральных сосудов в норме в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, по данным компьютерно-томографической ангиокардиографии.
3. Изучить особенности компьютерно-томографической семиотики сложных врожденных пороков сердца в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, с определением диагностически информативных реформаций при отдельно взятых пороках.
4. Разработать дифференциально-диагностический алгоритм распознавания сложных пороков развития сердца и магистральных сосудов на

основании построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца.

5. Провести сравнительный анализ информативности изображений в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, с изображениями в стандартных плоскостях по данным компьютерно-томографической ангиокардиографии.

Научная новизна исследования

В мультипланарных реформациях, построенных по осям сердца, по данным КТ-ангиокардиографии изучены внутрисердечные анатомические структуры и характер соединения сердца и магистральных сосудов в норме и при сложных врожденных пороках сердца у детей.

Определены мультипланарные реформации, ориентированные по осям сердца, в которых выявляются характерные признаки, позволяющие диагностировать общий артериальный ствол, дефект аортолегочной перегородки, транспозицию магистральных сосудов, корригированную транспозицию магистральных сосудов, атрезию легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой, атрезию легочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки, тетраду Фалло, отхождение аорты и легочной артерии от правого / левого желудочка.

По результатам анализа данных КТ-ангиокардиографии в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, выделены ключевые признаки, на основе которых построен дифференциально-диагностический алгоритм при сложных врожденных пороках сердца: характеристика выходного отдела правого желудочка, количество и взаимоотношение магистральных сосудов.

Теоретическая и практическая значимость

В ходе исследования разработана методика последовательного построения мультипланарных реформаций изображений, ориентированных по осям сердца, по данным КТ-ангиокардиографии.

Мультипланарные реформации, ориентированные по осям сердца,

позволяют визуализировать характерные компьютерно-томографические особенности нормального и патологического строения сердца и магистральных сосудов.

Представленный перечень мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, позволяет стандартизировать алгоритм оценки внутрисердечных структур и магистральных сосудов.

Разработанная методика последовательного построения и анализа мультипланарных реформаций изображений, ориентированных по осям сердца, может быть рекомендована к применению в медицинских учреждениях, специализирующихся в диагностике и лечении сердечно-сосудистой патологии.

Методология и методы исследования

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов.

На первом этапе изучалась отечественная и зарубежная литература, посвященная проблеме диагностики ВПС у детей. Всего проанализировано 153 источника, из них 27 отечественных и 126 зарубежных.

На втором этапе научной работы был проведен анализ данных КТ-ангиокардиографии детей без врожденных пороков сердца. В ходе работы по данным КТ-ангиокардиографии был разработан алгоритм построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, с определением показателей нормально сформированного сердца и магистральных сосудов в каждой реформации.

На третьем этапе диссертационного исследования с помощью мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, проанализированы данные КТ-ангиокардиографии у детей с общим артериальным стволом, дефектом аортолегочной перегородки, транспозицией магистральных сосудов, корригированной транспозицией магистральных сосудов, атрезией легочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой, атрезией легочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородкой, тетрадой Фалло, отхождением аорты и легочной артерии от правого / левого желудочка.

На последнем этапе диссертационного исследования проведена статистическая обработка полученных результатов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разработанная методика последовательного построения по данным КТ-ангиокардиографии мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, позволяет поэтапно оценить внутрисердечные анатомические структуры и характер соединения сердца и магистральных сосудов.

2. Мультипланарные реформации, ориентированные по осям сердца, необходимо применять с целью точного определения наиболее значимых КТ-критериев для дифференциальной диагностики сложных пороков сердца: характеристика выходного отдела правого желудочка и магистральных сосудов, наличие митрально-фиброзного продолжения, дефект межжелудочковой перегородки.

3. Внедрение анализа мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, в алгоритм оценки нормального и патологического строения сердца, взаимоотношения желудочков и магистральных сосудов, взаимоотношения между магистральными сосудами при КТ-ангиокардиографии, позволит усовершенствовать диагностические подходы при сложных врожденных пороках сердца.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов (n=176), применением современных методов исследования (КТ-ангиокардиография), выполненных на сертифицированном оборудовании, а также обработкой полученных данных современными статистическими методами.

Основные положения и результаты работы доложены на: Международном Конгрессе и школе для врачей «Кардиоторакальная радиология» (СПб., 2016; М., 2018); Общероссийской конференции с международным участием «Перинатальная медицина: от прегравидарной подготовки к

здоровому материнству и детству» (СПб., 2016); Невском радиологическом форуме (СПб., 2017 и 2018 гг.); XIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении» (СПб., 2018); научно-практической конференции «Современные технологии контрастирования в диагностике сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний» (Новосибирск, 2018); Международном медицинском форуме Донбасса «Наука побеждать... болезнь» (Донецкая Народная Республика, г. Донецк, 2018).

Личный вклад автора

Тема и план диссертационной работы, основные идеи и содержание разработаны совместно с научным руководителем и научным консультантом на основании многолетних целенаправленных исследований.

Автор самостоятельно сформулировала и обосновала актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Лично автором была создана электронная база данных пациентов.

Диссертант лично разработала методику построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, самостоятельно провела анализ результатов компьютерно-томографической ангиокардиографии пациентов с нормальной анатомией и сложными пороками развития сердца и магистральных сосудов, проводила обработку полученных данных.

Личный вклад автора в изучение литературы, сбор, обобщение, анализ клинических материалов и написание диссертации – 100%.

Методы статистической обработки результатов исследования

По результатам обследования была сформирована база данных в формате MS Excel. Для статистического анализа использовали следующие программы: StatXact (точный критерий Фишера), LePAC (интервальное оценивание долей их разностей, их отношений). Для определения и сравнения информативности изображений в стандартных плоскостях и в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, производился расчет показателей чувствительности, специфичности и точности. Для оценки

статистической достоверности рассчитанных критериев применялись показатели и таблицы критических значений для приемлемых уровней значимости (p) с определением следующих уровней достоверности: высокий ($p < 0,001$), средний ($p < 0,01$), предельный ($p < 0,05$) и недостоверный ($p > 0,05$).

Публикации по теме диссертации

По теме диссертационного исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 3 публикации в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК Министерства образования и науки РФ. Внедрено 1 рационализаторское предложение (№14487/6 от 17.11.2016 г.).

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста. Диссертационная работа состоит из введения, списка сокращений, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка используемой литературы и приложения. Материалы исследования содержат 59 рисунков и 15 таблиц. Список использованной литературы включает 153 источника (27 отечественных и 126 зарубежных авторов).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

В ходе работы обследовано 176 детей. Группа с ВПС включала 148 детей с подтвержденным диагнозом ВПС (мальчиков $n=86$, 58%; девочек $n=62$, 42%). Группу без ВПС составили 28 детей с нормальной анатомией сердца и магистральных сосудов (мальчиков $n=9$, 33%; девочек $n=19$, 67%).

В обеих группах основную часть составляли дети периода новорожденности и младенчества. Частоты этих периодов были статистически неразличимы. Прочие периоды в группе без ВПС наблюдались в 3 раза статистически значимо чаще, чем в группе с ВПС (с 95%-м ДИ от 1,4 до 8,4). В группе с ВПС малую часть ($n=11$, 7,5%) составили недоношенные дети.

Доля мальчиков в группе с ВПС в 9 раз статистически значимо выше (с 95%-м ДИ от 5 до 19), чем в группе без ВПС. Доли девочек в этих группах

статистически неразличимы. Среди детей в группе с ВПС антенатально диагноз был поставлен у 97 (65%), а постнатально у 51 (35%). АЛА с ИМЖП, установленная антенна-тально, наблюдалась в 5 раз статистически значимо чаще, чем установленная постнатально (с 95%-м ДИ от 1,2 до 19). ОМС, установленное антенатально, наблюдалось в 4 раза статистически значимо чаще, чем установленное постнатально (с 95%-м ДИ от 1,7 до 13). Частоты иных пороков были неразличимы. У 6% (n=9) детей имелась отягощенность по порокам развития сердца и магистральных сосудов у родственников первой линии родства. У 115 (77%) детей с ВПС других пороков выявлено не было. Частота пороков других органов в сочетании с врожденными дефектами сердца составила 23% (n=33). Наибольшая частота внесердечных пороков была обнаружена в случаях ТФ, АЛА с ДМЖП, ОМС. В 10 (7%) случаях ВПС были составной частью определённого синдрома, при этом чаще встречались пороки с веноартериальным сбросом (ТФ, АЛА с ДМЖП) и сложные шунты (ОМС). Всем детям обследование проводили на 128-срезовых КТ-сканерах (Somatom Definition, Siemens; Philips Ingenuity) в положении лежа на спине и поднятыми над головой руками. Применялось внутривенное введение неионных контрастных препаратов с концентрацией йода 350-370 мг/мл из расчёта 1,5-2 мл на 1 кг массы тела ребенка со скоростью 1,0-3,0 мл.

Методика построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, при анализе данных КТ-ангиокардиографии

Разработанная нами методика последовательного построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, при анализе данных КТ-ангиокардиографии, заключается в последовательном построении 7 наиболее информативных реформаций, при этом предшествующая мультипланарная реформация служит основой для построения последующей:

1. По длинной оси приносящего тракта правого желудочка.
2. Левых камер сердца.
3. Приточных отделов желудочков.
4. По длинной оси магистрального сосуда.

5. По длинной оси левого желудочка.
6. По короткой оси сердца на уровне желудочков.
7. По короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов.

Нормальная КТ-анатомия сердца и магистральных сосудов в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца

Для нормально сформированного и кордантного соединения сердца и магистральных сосудов, нормального взаимоотношения магистральных сосудов в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, выделены ключевые анатомические признаки, выявленные у всех детей в группе без ВПС (100% с 95%-м ДИ от 88% до 100%) в каждой реформации:

- по длинной оси приносящего тракта правого желудочка – ушко морфологически правого предсердия треугольной формы с тупой вершиной, слабой дольчатостью, широким соединением сообщается с предсердной полостью (рисунок 1а, стрелка); нижняя полая вена (наддиафрагмально) и коронарный синус дренируются в морфологически правое предсердие;

- левых камер сердца – ушко морфологически левого предсердия узкой вытянутой формы с заострённой вершиной, с выраженной дольчатостью, узким соединением сообщается с предсердной полостью; лёгочные вены дренируются в морфологически левое предсердие (рисунок 1б, стрелка);

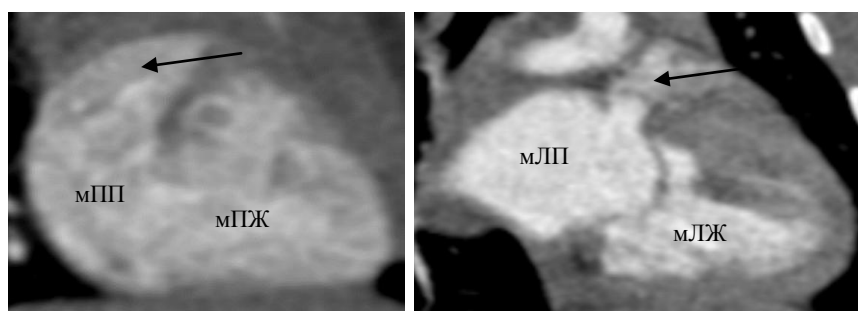
- приточных отделов желудочков – морфологически левый желудочек соединяется с морфологически левым предсердием, морфологически правый желудочек соединяется с морфологически правым предсердием; межжелудочковая и межпредсердная перегородки на пересечении с атриовентрикулярными клапанами формируют «крест» сердца (рисунок 2а, круг);

- по длинной оси сосуда – аорта без участков сужений и перерывов (рисунок 2б);

- по длинной оси левого желудочка – визуализируются все отделы левого желудочка, МФП, непрерывающаяся межжелудочковая перегородка (рисунок 3а);

- по короткой оси на уровне желудочков – левый желудочек округлой формы с относительно толстыми стенками расположен центрально, правый желудочек серповидной формы, с относительно тонкими стенками, прилежит сверху и справа к левому желудочку; межжелудочковая перегородка выпуклой стороной обращена в полость правого желудочка (рисунок 3б);

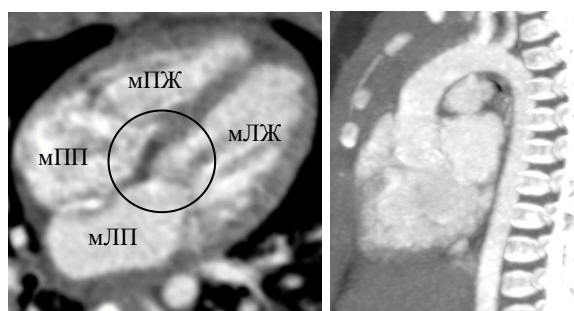
- по короткой оси на уровне магистральных сосудов – ВОПЖ не сужен, аорта в поперечном сечении расположена центрально, ствол лёгочной артерии, огибающий аорту спереди и слева до уровня его бифуркации (рисунок 4а,б).



а

б

Рисунок 1. – Мультипланарная реформация по длинной оси приносящего тракта (а – ребёнок Ф., 1 месяц; 159FRI); мультипланарная реформация левых камер сердца (б – ребёнок Л., 1,5 месяца; 165LPO). мЛЖ – морфологически левый желудочек; мЛП – морфологически левое предсердие; мПЖ – морфологически правый желудочек; мПП – морфологически правое предсердие



а

б

Рисунок 2. – Мультипланарная реформация приточных отделов желудочков (а – ребёнок В., 1,5 года; 175VMA), мультипланарная реформация по длинной оси магистрального сосуда (б – ребёнок А., 6 месяцев; 163AMV). мЛЖ – морфологически левый желудочек; мЛП – морфологически левое предсердие; мПЖ – морфологически правый желудочек; мПП – морфологически правое предсердие

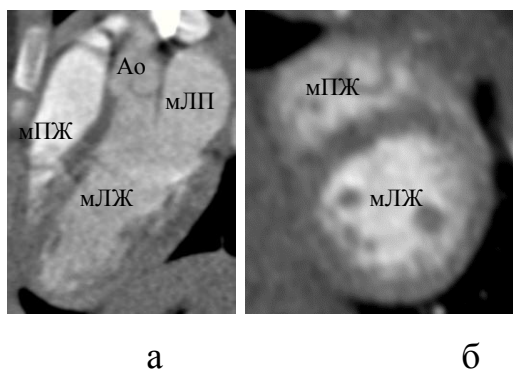


Рисунок 3. – Мультипланарная реформация по длинной оси левого желудочка (б – ребёнок М., 3 года; 153MVA); мультипланарная реформация по короткой оси на уровне желудочков (а – ребёнок С., 2 года; 173SGK). Ao – аорта; мЛЖ – морфологически левый желудочек; мЛП – морфологически левое предсердие; мПЖ – морфологически правый желудочек

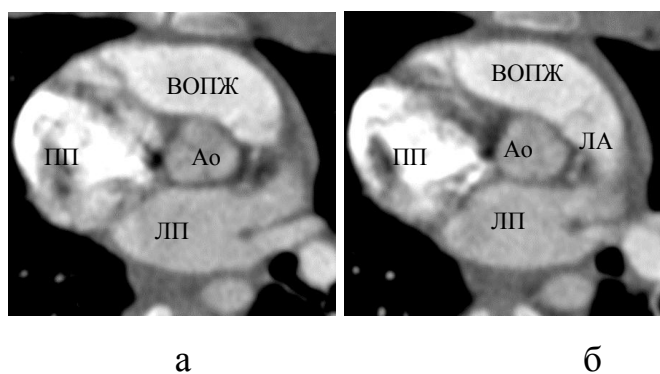


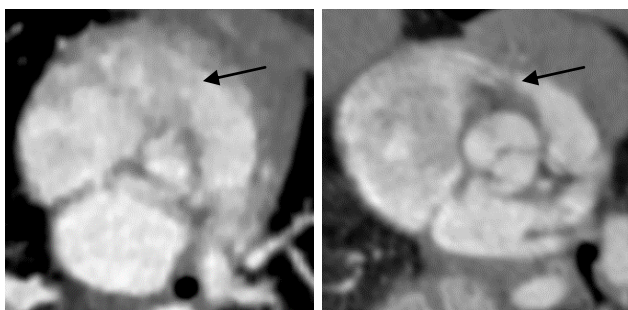
Рисунок 4. – Мультипланарная реформация по короткой оси на уровне магистральных сосудов (ребёнок М., 3 года; 153MVA). Ao – аорта; ВОПЖ – выходной отдел правого желудочка; ЛА – лёгочная артерия; ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие

Результаты анализа мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, при компьютерно-томографической ангиокардиографии в диагностике сложных врождённых пороков сердца у детей

При анализе данных КТ-ангиокардиографии детей со сложными ВПС в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, мы выделили пять анатомических признака, каждый из которых оценивали в определённой мультипланарной реформации: выходной отдел правого желудочка (ВОПЖ), сосуды, митрально-полулунное фиброзное продолжение (МФП), дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП), желудочки.

Для диагностики сложных ВПС из 5 анатомических показателей наиболее важными оказались два, оцениваемые в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов. Первый показатель – ВОПЖ. Второй показатель – количество сосудов в поперечном сечении и наличие лёгочного ствола, огибающего аорту спереди и слева.

ВОПЖ без признаков стенозирования визуализировали у 25 (17%) детей со сложными ВПС: во всех случаях ДАЛП (n=4) и АЛА с ИМЖП (n=12); АЛА с ДМЖП (n=6); ОМС (n=3) (рисунок 5а, стрелка). ВОПЖ с разной степенью стеноза визуализировали у 76 (51%) детей со сложными ВПС: во всех случаях ТФ (n=64); ОМС (n=8); АЛА с ДМЖП (n=4) (Рисунок 5б, стрелка).



а

б

Рисунок 5. – Мультипланарная реформация по короткой оси на уровне магистральных сосудов: а – ребёнок Д., 1 месяц; 008DAM; ДАЛП; б – ребёнок И., 4 месяца; 052IМА; ТФ

При отсутствии визуализации ВОПЖ у детей со сложными ВПС (n=47, 32%) были выделены два варианта. В первом варианте у 18 (12%) детей: во всех случаях ОАС (n=7), в половине случаев АЛА с ДМЖП (n=11), определялся только один сосуд в поперечном сечении (рисунок 6а, стрелка); во втором варианте у 29 (20%) детей: у всех пациентов с ТМС (n=13) и КТМС (n=4), а также у половины пациентов с ОМС с мальпозицией магистральных сосудов (n=12), визуализировались два сосуда в поперечном сечении (Рисунок 6б, стрелки).

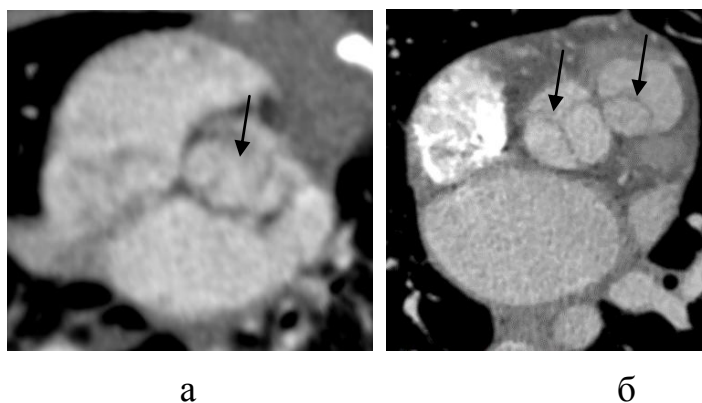


Рисунок 6. – Мультипланарная реформация по короткой оси на уровне магистральных сосудов: а – новорождённый Р., 1-й день жизни, 001NoP; ОАС; б – ребёнок Д., 12 лет; 026DYUA; КТМС

При сложных ВПС в мультипланарной реформации по длинной оси левого желудочка отсутствие МФП встречалось у 30 (20%) пациентов (Рисунок 7а, стрелка), ДМЖП выявлен у 125 (84%) пациентов (Рисунок 7б, стрелка). Расположение желудочков «бок-о-бок» в мультипланарной реформации по короткой оси сердца на уровне желудочков определено только у 4 (3%) пациентов со сложным ВПС (рисунок 7в).

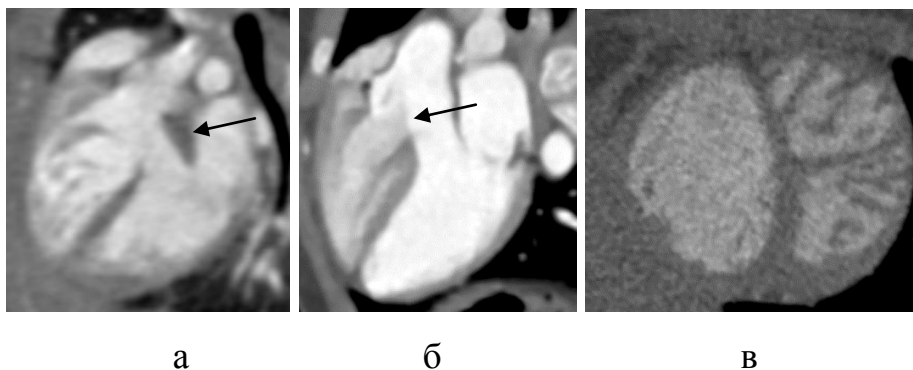


Рисунок 7. – а – мультипланарная реформация по длинной оси левого желудочка; ребёнок Г., 8-й день жизни; 129GAA; ОМС; б – мультипланарная реформация по длинной оси левого желудочка; ребёнок Б., 2-й день жизни; 032BDA; ТФ; в – мультипланарная реформация по короткой оси сердца на уровне желудочков; ребёнок Д., 12 лет; 026DYUA; КТМС

На рисунке 8 представлен предлагаемый нами алгоритм дифференциальной диагностики сложных пороков развития сердца и магистральных сосудов, основанный на характеристике выходного отдела

правого желудочка и магистральных сосудов в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов.

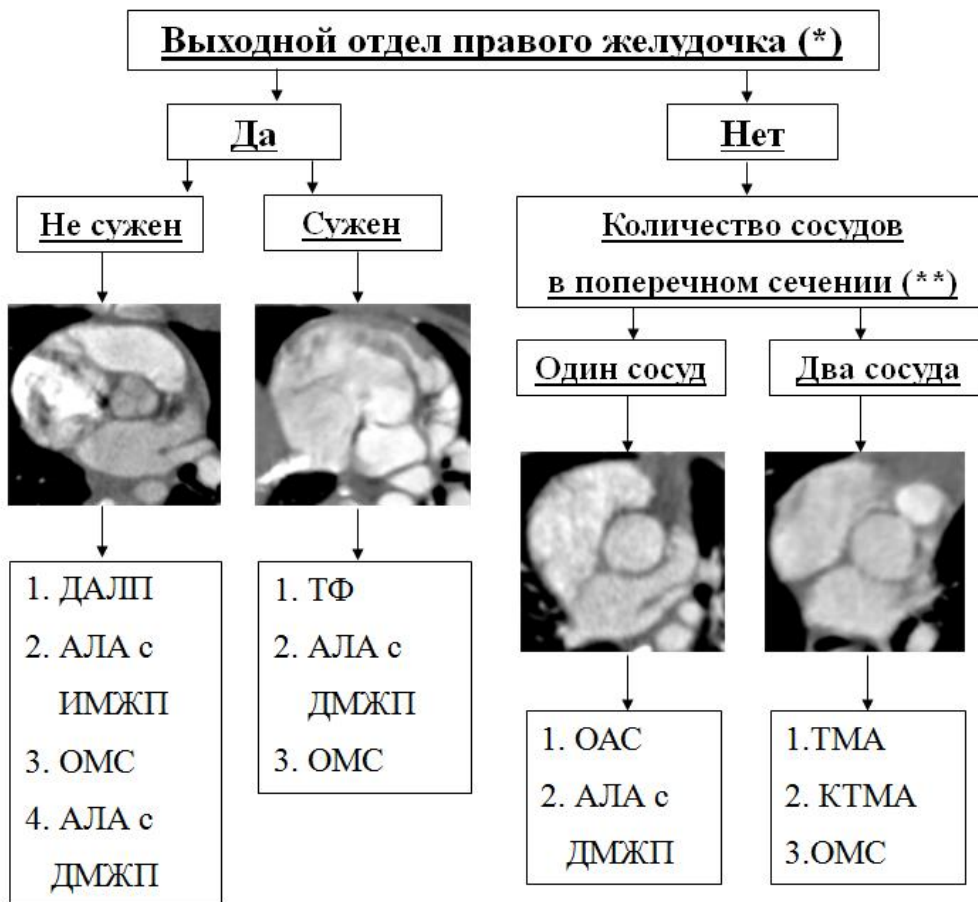


Рисунок 8. – Алгоритм дифференциальной диагностики сложных врождённых пороков сердца и магистральных сосудов у детей. Выходной отдел правого желудочка (*) – оценивается наличие («Да») или отсутствие («Нет») в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов. Количество сосудов в поперечном сечении (**) определяется в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов

Таким образом, исследование показало, что группы с ВПС и без ВПС значительно различались по следующим анатомическим показателям: характеристике ВОПЖ ($p=6 \cdot 10^{-13}$) и магистральных сосудов ($p=1,6 \cdot 10^{-5}$) в мультипланарной реформации по короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов; наличию МФП ($p=0,0034$), ДМЖП ($p=10^{-18}$) в мультипланарной реформации по длинной оси левого желудочка. Группы значимо не различались по расположению желудочков в мультипланарной

реформации по короткой оси сердца ($p=0,75$), но этот показатель также был включен в исследование как значимый фактор патологии.

Нами был проведен сравнительный анализ диагностической эффективности изображений в стандартных плоскостях и мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, в визуализации изменений внутрисердечных структур и характере соединения сосудов с сердцем, характерных для сложных ВПС. При уровне достоверности $p<0,05$ были получены следующие результаты: чувствительность, специфичность и точность визуализации изменений, характерных для стеноза выходного отдела желудочков ($n=76$), составили 94,7%, 97,2% и 97,3% для реформаций, ориентированных по осям сердца, по сравнению с 76,3%, 90,3% и 83,1% в стандартных плоскостях, соответственно; для ДМЖП ($n=125$) данные показатели составили 99,2%, 91,3% и 98,0% по сравнению с 97,6%, 78,3% и 94,6% соответственно; для мальпозиции магистральных сосудов – 91,7%, 97,8% и 97,3% по сравнению с 58,6%, 90,8% и 77,7% соответственно. Полученные результаты объясняются тем, что сечение полостей и стенок сердца под углом относительно межпредсердной и межжелудочковой перегородок в стандартных плоскостях затрудняют визуализацию структур и определение точного анатомического и пространственного взаимоотношения желудочков и магистральных сосудов. Необходимо отметить, что в отдельных случаях точная идентификация изменений может быть затруднена и в реформациях, ориентированных по осям сердца, из-за артефактов от движения сердца, а ЭКГ-синхронизация не всегда позволяет значительно улучшить качество изображений вследствие высокой частоты сердечных сокращений у новорожденных. Всё вышеуказанное осложняет точную интерпретацию лучевых изображений, тем не менее, использование мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца в подавляющем большинстве случаев, является более эффективным, чем анализ изображений в стандартных плоскостях.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика последовательного построения мультипланарных реформаций изображений, ориентированных по осям сердца, при анализе данных компьютерно-томографической ангиокардиографии, позволяет точнее оценить внутрисердечные анатомические структуры и характер соединения сердца и магистральных сосудов за счет визуализации в сечениях по соответствующим осям сердца и сосудов.

2. В каждой мультипланарной реформации, построенной по оси сердца, при компьютерно-томографической ангиокардиографии выделены признаки нормально сформированного сердца и кордантного соединения сердца и магистральных сосудов.

3. К значимым факторам патологии относятся: характеристика ВОПЖ ($p=6 \cdot 10^{-13}$) и магистральных сосудов ($p=1,6 \cdot 10^{-5}$) в мультипланарной реформации по короткой оси сердца на уровне магистральных сосудов; наличие МФП ($p=0,0034$), ДМЖП ($p=10^{-18}$) в мультипланарной реформации по длинной оси левого желудочка. Выявлена связь расположения желудочков по типу «бок-о-бок» при КТМС, в то время как при остальных пороках этот показатель был незначим.

4. Разработан дифференциально-диагностический алгоритм распознавания сложных пороков развития сердца и магистральных сосудов, основанный на характеристике выходного отдела правого желудочка и магистральных сосудов в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов.

5. Сравнительный анализ диагностической информативности изображений в различных реформациях при КТ-ангиокардиографии показал, что визуализация изменений сердца и магистральных сосудов, характерных для сложных ВПС, более достоверна в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, по сравнению с изображениями в стандартных плоскостях. Чувствительность, специфичность и точность визуализации изменений, характерных для стеноза выходного отдела

желудочков, составили 94,7%, 97,2% и 97,3% для реформаций, ориентированных по осям сердца, по сравнению с 76,3%, 90,3% и 83,1% в стандартных плоскостях, соответственно; для ДМЖП – 99,2%, 91,3% и 98,0% по сравнению с 97,6%, 78,3% и 94,6% соответственно; для мальпозиции магистральных сосудов – 91,7%, 97,8% и 97,3% по сравнению с 58,6%, 90,8% и 77,7% соответственно.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Анализ данных КТ-ангиокардиографии у детей со сложными врождёнными пороками сердца и магистральных сосудов рекомендуется проводить путём последовательного построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца.

2. В каждой мультипланарной реформации, ориентированной по оси сердца, рекомендуется оценить анатомические признаки нормально сформированного сердца.

3. Дифференциальную диагностику сложных врожденных пороков сердца и магистральных сосудов у детей целесообразно начинать с двух анатомических показателей в мультипланарной реформации по короткой оси на уровне магистральных сосудов: выходного отдела правого желудочка, магистральных сосудов.

4. Рекомендуется использовать разработанный алгоритм в дифференциальной диагностике сложных врожденных пороков сердца и магистральных артерий у детей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа данных КТ-ангиокардиографии разработана методика последовательного построения мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца.

В ходе исследования уточнены особенности визуализации анатомических взаимосвязей сердца и магистральных сосудов в норме. Определена картина изменений сердца и магистральных сосудов при сложных ВПС, не

определяющихся при оценке изображений в стандартных плоскостях при КТ-ангиокардиографии. Представлен дифференциально-диагностический алгоритм, значительно упрощающий процесс анализа КТ-ангиокардио-графических изображений при сложных ВПС.

Сравнительный анализ информативности мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца, с КТ-изображениями в стандартных плоскостях показал преимущества предлагаемой нами методики в выявлении признаков сложных ВПС.

Таким образом, на основании проведенного исследования разработан новый методический подход к интерпретации КТ-изображений сердца, имеющий значение для оптимизации лучевой диагностики ВПС у детей, что позволяет рекомендовать его к использованию в практическом здравоохранении.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие перспективы могут быть связаны с изучением КТ-семиотики других сложных врождённых пороков сердца и магистральных сосудов у детей в мультипланарных реформациях, ориентированных по осям сердца, дальнейшей разработкой дифференциально-диагностического алгоритма, внедрением методики анализа в учреждения, занимающихся сердечно-сосудистой патологией.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Садыкова, Г.К. Возможности применения унифицированных стандартных сечений, ориентированных на оси сердца, в диагностике патологии сердца и магистральных сосудов / Г.Е. Труфанов, Г.К. Садыкова, В.В. Рязанов // Кардиоторакальная радиология: Материалы IV Межд. конгр. и шк. для врачей. – СПб., 2016. – С. 100–101.

2. Садыкова, Г.К. Алгоритм постпроцессорной обработки компьютерно-томографических изображений сердца при врождённых пороках / Г.К.

Садыкова, Г.Е. Труфанов, В.В. Рязанов и соавт. // Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: Сб. – СПб., 2017. – С. 159.

3. Садыкова, Г.К. Возможности постпроцессорной обработки компьютерно-томографических изображений сердца при врожденных пороках / Г.К. Садыкова, Г.Е. Труфанов, В.В. Рязанов и соавт. // Невский радиологический форум; Лучевая диагностика и терапия. – 2017. – № 2 (8). – С. 109.

4. Садыкова, Г.К. Компьютерно-томографическая оценка изображений сердца при врожденных пороках: алгоритм постпроцессорной обработки / Г.К. Садыкова, В.В. Ипатов, В.В. Рязанов и соавт. // Балтийский медицинский форум: Сб. работ VI Всерос. межрег. конгр. – СПб., 2017. – С. 111.

5. Садыкова, Г.К. Алгоритм постпроцессорной обработки компьютерно-томографических изображений и построения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, у пациентов с транспозицией магистральных сосудов / Г.К. Садыкова, И.С. Железняк, В.В. Ипатов и соавт. // Актуальные вопросы клиники, диагностики и лечения больных в многопрофильном лечебном учреждении: Сб. работ XIII Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2018. – С. 165–166.

6. Садыкова, Г.К. Анализ изображений, полученных при компьютерной томографии, у пациентов с транспозицией магистральных артерий с применением многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца / Г.К. Садыкова, Д.О. Иванов, В.В. Ипатов и соавт. // Сборник работ X международного Невского радиологического форума. – СПб., 2018. – С. 96–97.

7. Садыкова, Г.К. Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике общего артериального ствола при рентгеновской компьютерной томографии / Г.К. Садыкова, И.С. Железняк, В.В. Ипатов и соавт. // **Вестник Российской Военно-медицинской академии.** – 2018. – № 1 (61). – С. 132–139.

8. Садыкова, Г.К. Возможности применения многоплоскостных

реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике общего артериального ствола при рентгеновской компьютерной томографии / Г.К. Садыкова, Д.О. Иванов, В.В. Ипатов и соавт. // Кардиоторакальная радиология: Материалы V Юбилейного межд. конгр. и шк. для врачей. – М., 2018. – С. 89-91.

9. Садыкова, Г.К. Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике атрезии лёгочной артерии при рентгеновской компьютерной томографии / Г.К. Садыкова, Г.Е. Труфанов, В.В. Ипатов и соавт. // **Российский электронный журнал лучевой диагностики.** – 2018. – № 8 (3). – С. 155–163.

10. Садыкова, Г.К. Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике отхождения аорты и легочной артерии от правого/левого желудочка при рентгеновской компьютерной томографии / Г.К. Садыкова, Г.Е. Труфанов, В.В. Рязанов // Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: Сб. – М., 2018. – С. 136–137.

11. Садыкова, Г.К. Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике тетрады Фалло при рентгеновской компьютерной томографии / Г.Е. Труфанов, Г.К. Садыкова, В.В. Рязанов // Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: Сб. – М., 2018. – С. 163.

12. Садыкова, Г.К. Возможности рентгеновской компьютерной томографии с построением реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике транспозиции магистральных сосудов/ Г.К. Садыкова, Д.О. Иванов, Г.О. Багатурия и соавт. // **Педиатр.** – 2018. – №9 (3). – С. 28–36.

13. Садыкова, Г.К. Диагностика у детей общего артериального ствола и дефекта аорто-лёгочной перегородки при компьютерно-томографической ангиокардиографии с использованием мультипланарных реформаций, ориентированных по осям сердца / Г.К. Садыкова, Д.О. Иванов, В.В. Ветров и соавт. // Медико-социальные проблемы семьи. – 2018. – № 23 (2). – С. 41–51.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЛА с ДМЖП – атрезия лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки
- АЛА с ИМЖП – атрезия лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой
- ВОПЖ – выходной отдел правого желудочка
- ВПС – врождённый порок сердца
- ДАЛП – дефект аортолёгочной перегородки
- ДИ – доверительный интервал
- ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки
- КТ-ангиокардиография – компьютерно-томографическая ангиокардиография
- КТ-семиотика – компьютерно-томографическая семиотика
- КТМС – корригированная транспозиция магистральных сосудов
- МФП – митрально-полулунное фиброзное продолжение
- ОАС – общий артериальный ствол
- ОМС – отхождение аорты и лёгочной артерии от правого / левого желудочка
- ТМС – транспозиция магистральных сосудов
- ТФ – тетрада Фалло