На правах рукописи

ЮРПОЛЬСКАЯ ЛЮДМИЛА АНАТОЛЬЕВНА

РЕНТГЕНОВСКАЯ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА

Лучевая диагностика и лучевая терапия – 14.00.19

Автореферат диссертации

на соискание ученой степени доктора медицинских наук

МОСКВА, 2008 г.

Работа выполнена в Научном Центре сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН.

Научные консультанты:
Академик РАМН, доктор медицинских наук,
профессор **Л.А.Бокерия**
Доктор медицинских наук, профессор **В.Н.Макаренко**

Официальные оппоненты:
Член корр.РАМН, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела рентгенохирургических методов лечения заболеваний сердца и сосудов Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им.А.Н.Бакулева РАМН **Алекян Баграт Гегамович**

Доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики Государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Российской Медицинской Академии последипломного образования Росздрава Н**изовцова Людмила Арсеньевна**

Доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Научно-исследовательского института скорой помощи им.Н.В.Склифосовского Департамента здравоохранения г.Москвы **Белозеров Георгий Евгеньевич**

Ведущее учреждение - Государственное учреждение Российский Научный Центр хирургии имени академика Б.В.Петровского РАМН

Защита диссертации состоится “ 31 “ октября 2008 г. в “ 14.00 “ часов на заседании Диссертационного Совета Д.001.15.01. при Научном Центре сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН по адресу: 121552, Москва, Рублевское шоссе, 135.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН.

Автореферат разослан “____“_____2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
доктор медицинских наук **Д.Ш.Газизова**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность проблемы.

Среди заболеваний сердца и сосудов у детей врожденные пороки (ВПС) занимают лидирующее положение. ВПС сердца становятся причиной около 50% младенческих смертей, связанных с пороками развития. Более 50% детей с ВПС погибают в течение первых 30 дней жизни. [Бокерия Л.А., Горбачевский С.В.1996; Бокерия Л.А.,Гудкова Р.Г.2002,2004; Бокерия Л.А.,Подзолков В.П.2001г].

Одними из ведущих методов диагностики ВПС по-прежнему остаются методы визуализации. Из-за высокого риска катетеризации при тяжелом течении порока особо актуальным является применение высокоинформативных и неинвазивных методик, особенно у детей с ВПС первого года жизни.

Первой и основной в ряду таких методик визуализации сердца до настоящего времени остается эхокардиография. Однако в ряде случаев из-за технических и анатомических особенностей не всегда удается получить оптимальные или субоптимальные изображения, и, следовательно, дать исчерпывающую информацию. [Fletcher BD, Jacobstein MD.1986; Chung KJ, Simpson IA, Newman R. et al.1988; Fyfe DA,Parks WJ.2002.]. Развитие новых технологий, быстрое распространение методов компьютерной томографии (КТ) открыли новую страницу в диагностике ВПС. [Bank ER, Hernandez RJ.1988; Boxt LM.1996, 2003,2004; Kaemmerer H, Ibrahim T, Schwaiger M, Hess J.1999; Westra SJ, Hill JA, Alejos JC. et al.1999].

Современная компьютерная томография (МРТ, РКТ) с высокой разрешающей способностью, широким полем визуализации, возможностью различного рода постпроцессорной реконструкции изображений и при этом относящаяся к неинвазивным инструментальным методам, обеспечивает качественно иной, более высокий уровень

диагностики патологии сердечно-сосудистой системы, включая ВПС. [Razavi RS,Hill DL, Muthurangu V. et al.2003; Frakes DH, Smith MJ, Parks J. et al.2005]. Кроме того, спиральная и сверхбыстрая компьютерная томография за короткое время позволяют дать комплексную оценку состояния легких и органов средостения, что делает эти методы привлекательными в диагностике анатомии ВПС у детей до года. [Goo HW, Park IS, Ko JK. et al.2003,2005; McKie SJ, Hardwick DJ, Reid JH, Murchison JT.2005].

До настоящего времени в мировой литературе нет четкого алгоритма использования того или иного метода КТ в конкретной ситуации, некоторые авторы высказывают диаметрально противоположные мнения о применении РКТ и МРТ в диагностике ВПС у детей, особенно грудного возраста. [MacMillan RM.1992; Eichhorn J, Fink C, Delorme S, Ulmer H.2004; Boxt LM.2004; Samyn MM.2004; Weiss F, Habermann CR, Lilje C. et al. 2004].

Как за рубежом, так и в России связано это с рядом сдерживающих факторов: отсутствие тесного взаимодействия врача-клинициста и врача-радиолога, небольшое количество обследованных пациентов с ВПС, особенно детей до года. Многие клиники и диагностические центры нашей страны имеют томографы только базовой комплектации. Поэтому разработка алгоритмов использования методов КТ в диагностике ВПС, с учетом доступных томографов и конкретной клинической ситуации является актуальной задачей.

Оптимальный выбор метода компьютерной томографии в конкретной ситуации позволит улучшить качество диагностики, сократить время обследования пациента, а в некоторых случаях-количество инвазивных процедур, что в конечном итоге будет способствовать

улучшению хирургической помощи пациентам различного возраста с ВПС.

Выше перечисленные вопросы определили **цель исследования:** разработать методологические аспекты и диагностический алгоритм использования рентгеновской и магнитно-резонансной компьютерной томографии в изучении анатомии сердца у больных с врожденными пороками сердца.

Для достижения поставленной цели были сформулированы **задачи исследования:**

1. Изучить методические аспекты применения различных видов компьютерной томографии (РКТ и МРТ) для изучения анатомии сердца у больных разного возраста с врожденными пороками сердца
2. Сформулировать общие принципы, разработать методику анализа диагностических РКТ и МР-томограмм и предложить оптимальные варианты реконструкции изображений для наглядного представления результатов исследования.
3. Определить диагностическую информативность и целесообразность применения каждого из методов компьютерной томографии в изучении анатомо-морфологического строения сегментов сердца у больных с ВПС.
4. Выработать алгоритм использования магнитно-резонансной и сверхбыстрой рентгеновской компьютерной томографии в динамическом наблюдении пациентов с ВПС до и после операции.
5. На основании сравнительного анализа преимуществ и недостатков методов компьютерной томографии оптимизировать объем томографического исследования сердца у больных с ВПС.

Методы исследования: общеклиническое обследование, эхокардиографическое исследование, магнитно-резонансная томография

сердца, сверхбыстрая рентгеновская компьютерная томография грудной клетки, катетеризация полостей сердца и ангиокардиография.

Научная новизна исследования.

В ходе проведенного исследования впервые в нашей стране проанализированы результаты КТ-обследований сердца 426 больных разного возраста с разнообразными врожденными пороками сердца и сосудов. В результате изучены методические аспекты применения МР-томографии и свербыстрой РКТ при различных ВПС, с учетом возраста пациентов и порока сердца, выработаны общие принципы рационального проведения компьютерной томографии (МРТ и СРКТ) и методика анализа КТ-томограмм, разработаны оптимальные протоколы КТ- сканирования согласно конкретным диагностическим задачам и возрасту пациентов с ВПС.

Руководствуясь сегментным подходом к анализу изображений, выявлены преимущества и недостатки каждого метода КТ в диагностике нарушений формирования сегментов сердца и их связей, а также сопутствующей патологии.

Определены чувствительность и диагностическая информативность сверхбыстрой рентгеновской и магнитно-резонансной компьютерной томографии в базовой комплектации томографа в диагностике врожденных пороков сердца.

На основании сравнительного анализа приоритетов КТ-методов выработан алгоритм их использования в обследовании больных до и после операции в зависимости от диагностических задач и сроков наблюдения.

Практическая значимость результатов исследования.

Разработанные практические рекомендации по применению КТ-методов в обследовании больных с ВПС различных возрастных групп с учетом технического оснащения клиник, клинических задач, общего

состояния пациента и срока наблюдения помогут рационально и с наименьшим риском для больного использовать современные диагностические методики.

Внедрение предложенных протоколов КТ сканирования и методики анализа КТ-томограмм сердца у больных с врожденными пороками может способствовать уменьшению диагностических ошибок.

Результаты данного исследования могут быть применены как в ведущих научных учреждениях, так и в практике многопрофильных медицинских учреждений, т.к. в работе использованы компьютерные томографы стандартной комплектации. Это позволит расширить регион применения методов компьютерной томографии для диагностики ВПС, будет способствовать улучшению качества диагностики ВПС, сокращению объема диагностических инвазивных методик, что приведет в конечном итоге к улучшению хирургического лечения и снижению числа осложнений.

Внедрение в практику.

Основные результаты исследования, научные выводы и практические рекомендации внедрены в клиническую практику и используются в работе отделения КТ и МРТ Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им.А.Н.Бакулева РАМН, а также могут быть использованы в кардиологических, кардиохирургических, педиатрических клиниках, диагностических центрах и многопрофильных медицинских учреждениях, занимающихся диагностикой и лечением сердечно-сосудистой патологии. Материалы диссертации используются в лекциях и научно-практических семинарах для врачей практического здравоохранения.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Исходя из современных требований хирургии врожденных пороков сердца, наиболее рациональным является использование сегментного подхода на всех этапах проведения КТ-исследований сердца (планирование, анализ результатов, формулировка заключений).
2. При планировании конкретного КТ-исследования у больных с ВПС необходимо учитывать поставленные клинические задачи, возраст и общее состояние пациентов, приоритеты каждой из методик, технические параметры доступного оборудования, что позволяет избежать дублирования полученных результатов и в половине случаев (66,3%- при СРКТ, 42,7%-при МРТ) отказаться от катетерной ангиографии либо оптимизировать ее протокол.
3. МР-томографию целесообразно использовать у больных с ВПС в стабильном состоянии в диагностике интракардиальной патологии, наличия патологических потоков в камерах и сосудах, для оценки функциональных показателей, при динамическом наблюдении в отдаленном послеоперационном периоде.
4. Сверхбыструю РКТ лучше применять у пациентов с ВПС грудного возраста, при подозрении на сопутствующую патологию бронхо-легочной системы, в диагностике сосудистых аномалий, у пациентов в критическом состоянии, в раннем послеоперационном периоде, а также в отдаленном послеоперационном периоде при необходимости оценки микрокальциноза протезов и заплат.
5. Предложенный протокол сканирования рентгеновской КТ у новорожденных и детей до года с учетом технических возможностей, физиологических и анатомических особенностей ребенка и имеющегося у него врожденного порока является оптимальным, позволяет получить достоверную диагностическую информацию, необходимую для

планирования хирургического лечения и может быть использован для обследования больных с ВПС на мультиспиральных сканерах.

6. Предложенный и апробированный вариант оптимизации проведения КТ и анализа томограмм может быть использован на любой КТ-технике, имеющей базовую комплектацию томографов, что позволяет существенно повысить качество диагностики ВПС (информативность МРТ составляет 91,2%, СРКТ-80%) и расширить регион применения методов КТ.

Апробация работы.

Апробация диссертации состоялась 19 декабря 2007 года на межотделенческой конференции НЦССХ им.А.Н.Бакулева. Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на: ежегодных сессиях Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им.А.Н.Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых (1999; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007гг.); Всероссийских и Международных съездах кардиохирургов (1999; 2000; 2001; 2003; 2004; 2005; 2006гг., Москва, Новосибирск,Петербург),научно-практических конференциях: Диагностика и лечение кардиомиопатии» (Москва,2000г.), «Современные методы визуализации в сердечно-сосудистой хирургии» (Москва,2001г.), «Креативная кардиология. Новые технологии в диагностике и лечении заболеваний сердца» (Москва,2002г.), «Актуальные вопросы кардиологии раннего детского возраста (Москва,2006г.); Международном Невском радиологическом форуме (Санкт-Петербург,2005;2007гг.), Международном съезде Европейских радиологов (Вена, Австрия, 2005г.).

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 69 работ, из них монография, глава в монографии, 15 статей, 11 из которых- в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура работы.

Диссертационная работа изложена на 247 страницах машинописного текста, состоит из введения, в котором изложены цели, задачи, научная новизна и практическая значимость исследования; обзора литературы; главы, содержащей характеристику методов исследования и контингента больных; главы собственных результатов, включающей методические разработки проведения КТ и анализа томограмм, собственно результаты, полученные при использовании МР-томографии и сверхбыстрой компьютерной томографии; главы обсуждения полученных результатов, а также выводов, практических рекомендаций и указателя литературы, включающего 457 источников. Работа иллюстрирована 24 таблицами и 55 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Клиническая характеристика больных и методы исследования.

Всего в исследование включено 426 пациентов различного возраста с клиническим диагнозом врожденного порока сердца, которым проведена компьютерная томография в НЦССХ им.А.Н.Бакулева с 1999 по 2006 год. Все больные до выполнения КТ были обследованы по принятой в НЦССХ им.А.Н.Бакулева общеклинической схеме для диагностики ВПС, которая включает из инструментальных методов эхокардиографию (ЭхоКГ) и при необходимости-катетерную ангиокардиографию (КАГ). Далее в зависимости от метода КТ пациенты были поделены на группы. Группу больных, обследованных с помощью **сверхбыстрой рентгеновской компьютерной томографии** (СРКТ), составили 255 человек. Средний возраст, рост и вес пациентов указан в таблице 1. Спектр ВПС, представлен на диаграмме 1.

Таблица 1

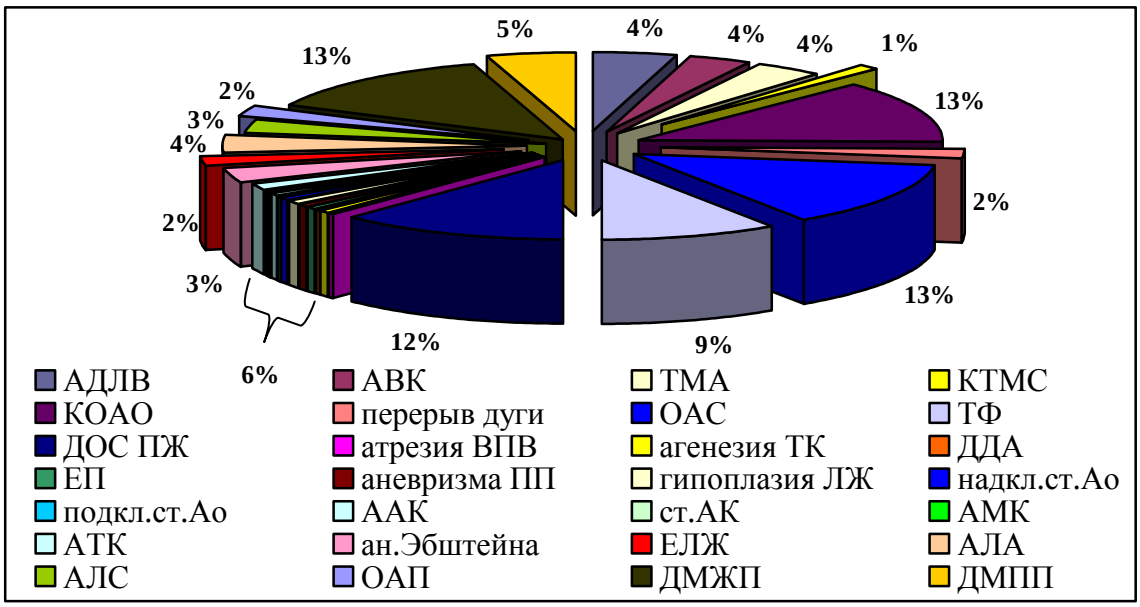
Средний возраст, рост и вес пациентов обследованных на СРКТ

Показатель	До 1 года n=203 (79,6%)	1-3 года n=31 (12,2%)	3-5 лет n=11 (4,3%)	Старше 5 лет n=6 (2,3%)	Взрослые n =4 (1,6%)
Возраст	5,2±3,3 мес	21,2±7,7 мес	42,8±7,9 мес	14,3±7,0 лет	30,1±9 лет
Вес (кг)	5,1±1,8	10,5±2,3	14,9±5,4	43,4±15,8	66,8±13
Рост (см)	60,8±7,5	82,2±8,3	98,1±8,1	144,6±27,3	173,3±8,3

В группу больных, обследованных с помощью **магнитно-резонансной томографии** (МРТ), включено 171 пациент от 0 до 54 лет. Из них лиц мужского пола было 85 человек (49,7%), лиц женского пола- 86 (50,3%). Дети до года (58 больных) составляли 33,9%: 38 мальчиков и 20 девочек. Их средний возраст оказался - 7,04 ± 4,2 месяцев, средний вес- 6,3 ± 2,3 кг. Спектр ВПС представлен на диаграмме 2.

Рисунок 1

Доля в % каждого ВПС в группе СРКТ

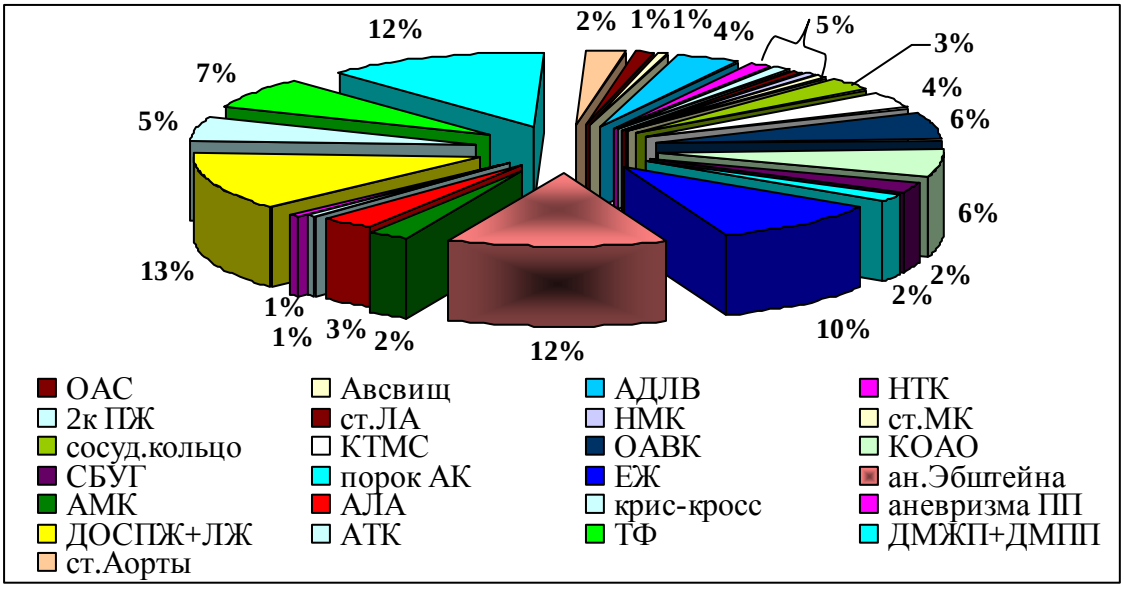


Примечание к рис.1 и 2. АДЛВ- аномальный дренаж легочных вен, КОАО- коарктация аорты, ДОСПЖ- двойное отхождение сосудов от ПЖ (ЛЖ), ЕП- единое предсердие, Ао- аорта, АТК- атрезия трехстворчатого клапана, АЛС- аорто-легочное сообщение, АВК- атриовентрикулярный канал, ВПВ- верхняя полая вена, ПП- правое предсердие, ААК- атрезия аортального клапана, ОАП-

открытый артериальный проток, ТМА- транспозиция магистральных сосудов, ОАС- общий артериальный ствол, ТК- трехстворчатый клапан, АК- клапан аорты, ЕЖ- единственный желудочек (ЛЖ, ПЖ), ДМЖП- дефект межжелудочковой перегородки, КТМС- коррегированная транспозиция магистральных сосудов, ТФ- тетрада Фалло, ДДА- двойная дуга аорты, АМК- атрезия митрального клапана, АЛА- атрезия легочной артерии, ДМПП- дефект межпредсердной перегородки, НТК и НМК- недостаточность трехстворчатого клапана или митрального клапана, СБУГ-синдром Бланда-Уайта-Гарланда

Рисунок 2

Доля в % каждого ВПС в группе МРТ



Сводная общая характеристика больных, обследованных методами КТ, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика больных, включенных в исследование (n=426)

Показатель (чел, (%))	**СРКТ (n=255 чел)**	**МРТ (n=171чел)**
Пол (муж/жен)	130/125 (51/49 %)	85/86(49,7/50,3%)
Дети до 1 года (чел)	203 (79,6%)	58 (33,9%)
Дети 1-3 года (чел)	31 (12,2%)	26 (15,2%)
Осмотрены амбулаторно	7 (2,7%)	24 (14,0%)
Без КАГ (чел)	169 (66,3%)	73 (42,7%)
Без операции (чел)	36 (14,1%)	44 (25,7%)
Умерло (чел) в т.ч. без операции	55 (26,6%) 2 чел	12 (7,0%) 4 чел
Осмотрено после операции	26 (10,2%)	24 (14,0%)
С патологией легких	171 (67,1%)	9 (5,3%)

Магнитно-резонансная томография. МР-исследования сердца проводили на сверхпроводящем МР-томографе «Signa» фирмы “GE” напряженностью поля 1тесла, в базовой комплектации. Сканирование осуществляли при обязательной проспективной синхронизации с ЭКГ и дыханием с использованием «спин-эхо» импульсной последовательности (SE-ИП) для оценки анатомии и «градиент-эхо» (кино-сканирование, GRE) для оценки функциональных показателей.

Для младенцев применяли поверхностную катушку для головы. У грудных детей и детей до 3 лет исследование проводили натощак с использованием внутривенного наркоза по стандартной методике, принятой в НЦССХ им.А.Н.Бакулева, под наблюдением анестезиолога.

Срезы ориентировали в трех стандартных плоскостях (поперечной-аксиальной, сагиттальной, фронтальной), в плоскостях аналогичных 4-х и 2-х камерным проекциям в эхокардиографии, а также в косых плоскостях, согласно зонам интереса, если того требовали задачи исследования.

Сверхбыстрая компьютерная томография (СРКТ). СРКТ-исследования сердца с в/в болюсным контрастированием проводили на сверхбыстром компьютерном томографе «Evolution C-150» в режиме пошагового сканирования с обязательной проспективной синхронизацией с ЭКГ (задержка триггера 40-80% от интервала R-R), с толщиной среза 1,5 и 3 мм. Максимальная скорость сканирования составляет 100мсек на один срез. РКТ-исследование проводили натощак. У грудных детей применяли медикаментозную седацию. Дети находились под наблюдением анестезиолога.

Первоначально выполняли две сканограммы во фронтальной и боковой проекции с обязательным захватом области интереса и близлежащих зон. Далее осуществляли «нативное» сканирование от нижнего края легочных синусов до надключичной области (включая

проксимальный сегмент брахиоцефальных сосудов). Следующим этапом выполняли собственно КТ-сканирование с в/в болюсным контрастированием, состоящее из двух блоков сканирования, с толщиной срезов 1,5 и 3мм, в зависимости от роста ребенка и протяженности зоны сканирования.

Для введения контрастного вещества использовали пункционную катетеризацию любой доступной вены. Введение осуществляли вручную или с помощью автоматического инъектора «MEDRAD MARK V». Время задержки начала сканирования колебалось от 15 до 45сек и зависело от выбранного доступа, диаметра канюли, частоты сердечных сокращений, веса, роста пациента и конкретных задач, стоявших перед исследованием.

В качестве контрастных веществ применяли только неионные контрастные препараты Омнипак-300, 350; Визипак-270, 320 в объеме 1,5-2,0 мл/кг веса со скоростью 0,2-0,6 мл/сек Осложнений при проведении исследования не отмечено.

Во всех случаях исследования были диагностически значимыми. Плотность контрастирования камер колебалась от 130 до 270 ед.Н.

Анализ и обработку всех полученных КТ-изображений осуществляли на рабочей станции “Advantage Windows 2.0” с применением пакета программ для различных видов реконструкции интересующего объекта.

С целью снижения вероятности диагностических ошибок и недооценки различных структур при анализе полученных всех КТ-изображений мы руководствовались модифицированным сегментным подходом, принятым в НЦССХ им.А.Н.Бакулева, включающим в себя последовательный анализ каждого сегмента сердца и их сообщений. Все данные КТ были сопоставлены с данными других исследований, операционными и/или. секционными данными.

Статистическая обработка включала вычисление корреляции между выборками, а также определение вероятностей, и проводилась автоматически на персональном компьютере с использованием математического пакета «Maple». Величина вероятности успешной диагностики тем или иным методом или их сочетанием моделировалась на основе экспериментальных данных в качестве дискретной случайной величины с распределением Бернулли, при этом определение вероятности успешной диагностики методов определялось в соответствии с правилами классической теории вероятностей.

Результаты и обсуждение.

Методические особенности проведения КТ у новорожденных и детей младшей возрастной группы. При разработке протоколов КТ-сканирования были учтены такие факторы, как техническое оснащение, имеющийся врожденный порок сердца, возраст ребенка, его физиологические и анатомические данные и диагностические задачи, поставленные клиницистами.

СРКТ. Прежде всего, благодаря особенностям дыхания новорожденного при спокойном дыхании органы средостения смещаются незначительно, поэтому для нативного (бесконтрастного) СРКТ-исследования достаточно простого обездвиживания пациента путем неглубокого медикаментозного сна или даже тугого пеленания после кормления. При использовании внутривенного болюсного контрастирования необходимо обеспечить адекватный уровень аналгезии, чтобы при неглубоком сне исключить любую двигательную реакцию.

В ходе выполнения работы в качестве стандартного был определен следующий протокол СРКТ новорожденных и детей до года: «нативное» сканирование, состоящее всегда из двух этапов: 1- топограмма в прямой и боковой проекциях, 2- собственно аксиальные срезы, включая зону от

нижнего края легочных синусов до надключичной области; затем- «контрастное» сканирование, которое включало два блока: срезы 1,5мм в каудо-краниальном и срезы по 1,5 или 3мм в обратном направлениях. Завершали протокол постобработкой данных, заключающейся в реконструкции из «сырых» данных новых аксиальных изображений с сегментацией и увеличением зоны интереса, с применением «сглаживающих» и «подчеркивающих» «фильтров» для более точной локализации и детализации объекта исследования. Построение MPR-изображений и различные трехмерные реконструкции в виде SSD и/или VRT изображений использовали в качестве дополнения к стандартному протоколу.

При определении объема и протокола исследования, прежде всего, по нативному сканированию уточняли протяженность зоны интереса, ее анатомию, при этом особое внимание уделяли венозным сосудам по пути следования контрастного болюса. Затем оценивали продолжительность сканирования в зависимости от частоты сердечного ритма и возможный темп введения контрастного вещества: от 0,2 до 0,6мл/сек. Продолжительность введения контрастного вещества примерно соответствовала продолжительности сканирования, отставая от него на время задержки.

Время задержки введения контрастного препарата зависело от: удаленности используемого доступа, протяженности зоны интереса, наличия массивного сброса крови, сокращающего транзит болюса, от ЧСС, от возможной скорости введения контрастного вещества (последняя может быть ограничена болевой реакцией и, соответственно, двигательной активностью ребенка на быстрое введение). В нашем исследовании время задержки введения контраста составляло в среднем- 16,2 $\pm$ 3,6 секунд.

Мы считаем неоправданным использование тест-болюса для определения времени задержки у грудных детей с ВПС, часто находящихся в тяжелом и критическом состоянии. Во-первых, при использовании тест-болюса увеличивается суммарная лучевая нагрузка, а во-вторых, идет дополнительная нагрузка объемом, что для младенцев с ВПС крайне не желательно.

В качестве доступа для в/в введения контрастного вещества мы использовали вены верхней конечности в 82,4% случаев (210 человек), нижней конечности-в 0,8% (2), подкожные вены головы–в 2,7% (7) и яремную вену–в 6,7% случаев (17). В 4,3% (11 пациентов) и 3,3% (8) контрастное вещество вводили через центральный катетер, стоящий в ВПВ или НПВ соответственно. В среднем общая вводимая нами доза контрастного препарата составила 17,8±16,7мл, а средняя скорость введения была 0,5±0,55мл/сек. При этом плотность контрастирования колебалась в пределах 150 – 270 ед.Н, что было достаточно для адекватной оценки ВПС, т.к. более высокая плотность затрудняет оценку мелких внутрисердечных структур и дефектов.

У новорожденных и младенцев, находящихся в критическом состоянии контрастный препарат при СРКТ вводили вручную (196 пациентов-76,9%). В отличие от введения препарата с помощью автоматического инъектора, ручной способ введения у такой категории детей оказался более предпочтительным, так как емкость используемого фрагмента венозного русла новорожденного невозможно предугадать и всегда существует вероятность болевой реакции или экстравазации контрастного вещества, а в некоторых случаях и декомпенсации состояния при увеличении ОЦК. Кроме того, особенности выбора времени задержки начала контрастирования, а также темпа контрастирования диктуют предпочтение ручного введения болюса контрастного вещества.

Разработанный в ходе исследования данный протокол позволил получить РКТ-изображения достаточно хорошего качества. Очень хорошее качество КТ-томограмм достигнуто у большинства пациентов- 199 человек (78,0%), у 46 больных (18,0%) томограммы были хорошего качества и только у 10 пациентов (4,0%) качество изображений оказалось удовлетворительным, но во всех случаях качество томограмм было диагностически значимое и существенно не влияло на интерпретацию данных.

МРТ. Наиболее сложным выглядит МР-исследование детей младшей возрастной группы, особенно детей первого года жизни. Во-первых, сканирование таких детей требует постоянного мониторинга не только ЭКГ, но и дыхания, во-вторых, для обеспечения хорошей визуализации необходимо, чтобы пациент был неподвижен все время сканирования, что у детей обеспечивается только в условиях полной анестезии. Однако вопрос анестезии при МРТ должен решаться индивидуально в каждом случае. Если у детей до 2 лет избежать анестезиологического пособия нам не удавалось, то некоторые дети 2-3 лет вполне были способны спокойно полежать в течение определенного времени исследования, находясь в зале с родителями и/или с лечащим врачом. Единственным критерием отказа от анестезии в данном случае была возможность сократить время сканирования без ущерба для решения диагностических задач.

При направлении на МР- исследование детей младшей возрастной группы, клинические задачи должны быть строго определены, конкретны и ограничены. Это позволяет сократить время исследования и избежать дублирования методов, в частности эхокардиографии. Примером может служить программа МР-обследования, разработанная нами специально для пациентов с единственным желудочком. При таком обследовании мы решали только те задачи, которые не могли быть решены с применением

других методов. Наиболее значимым были: оценка формы ДМЖП, которая чаще всего бывает неправильная, и измерение площади ДМЖП, чего нельзя добиться ни одним другим методом. Кроме того, проводили измерения аорты на нескольких уровнях (уровень диафрагмы, дуга, восходящая аорта, клапан аорты, субаортальный конус) в систолу, оценивали наличие высокоскоростного потока в аорте, оценивали расположение рудиментарной полости, атрио-вентрикулярные и вентрикуло-артериальные связи. На основании полученных данных и площади поверхности тела ребенка проводили расчеты для диагностики обструкции кровотоку и выявления уровня этой обструкции.

В целом, что любое МР-исследование сердца у детей с ВПС необходимо начинать со «спин-эхо»-сканирования в 3-х стандартных плоскостях. Затем протокол будет зависеть от поставленных клиницистом задач: при поиске аномалий или для изучения анатомии отдельного сегмента сердца применяют SE-ИП в плоскости зоны интереса. В таблице 3 приведены параметры МР-сканирования- стандартные для каждого нашего протокола.

Таблица 3

Основные МРТ-параметры «SE-ИП**» у детей разного возраста с ВПС**

Параметры	**Дети до 3 лет**	**Дети старше 4 лет и взрослые**
Полная анестезия	Использовали	Не использовали
TR, мс	2RR	1RR-2RR(от ЧСС)
TE, мс	17-25	17-25
Количество усреднений	2-4	2
Матрица	256x128 или 256x160	256x128
Толщина срезов, мм	3-4	5-7 (реже 4)
Интервал между срезами	10-25% от толщины	10-25% от толщины
Количество срезов	16-18	16-18
Поле изображения, см	18-30	25-40
Графическая пресатурация	Использовали всегда	Использовали редко
Время сканирования, мин	40-50	30-40

Если необходимы динамические показатели или диагностика наличия стенозов и патологических сбросов, то используют динамическое кино-МР-сканирование (GR-ИП) с ориентацией в плоскости зоны интереса. Таким образом, учитывая все особенности, нам удалось получить МР-изображения высокого качества у 51 пациента (29,8%), при чем 14 из них были дети до года, 12 человек- дети до 3 лет, 12 детей было старше 5 лет, только двое детей было в возрасте 3-5 лет и 11 человек были взрослые. МР-томограмм хорошего качества были получены нами у 86 пациентов (50,3%). Только у 34 человек (19,9%) качество томограмм было удовлетворительным и только у 4 человек такое качество вызвало затруднение в визуализации. Поэтому, несмотря на то, что МР-томография- весьма чувствительный метод к любым, даже самым минимальным движениям (особенно это касается детей), предлагаемый нами протокол, с учетом всех ситуационных особенностей, вполне может применяться для решения различных диагностических задач у пациентов любого возраста с ВПС, использоваться на любом МР-томографе при наличии ЭКГ-синхронизации, даже в отсутствии специального пакета кардиопрограмм.

Общая схема КТ-исследований. Общие методические аспекты анализа томограмм, представление результатов и формулировка заключений. Основополагающими в схеме проведения КТ-исследования являются цели и диагностические задачи, которые определяет лечащий врач и представляет в направлении на КТ-исследование. В результате общая схема КТ-исследований должна включать: ознакомление с направлением на исследование, с историй болезни, жалобами и соматическим статусом пациента; составление плана КТ-исследований с выбором наиболее оптимального метода КТ (СРКТ или МРТ) для решения поставленных задач; собственно КТ-сканирование, в зависимости от выбранного метода

(СРКТ или МРТ): определение протокола сканирования, предварительный анализ получаемых во время исследования данных с решением вопросов о необходимости расширения или изменения протокола дальнейшего сканирования в зависимости от ситуации; анализ полученных КТ-данных с необходимыми расчетами и построением реконструкций; сопоставление полученных данных КТ с данными других методов или с предыдущими КТ-данными; окончательная формулировка заключений, представление результатов.

В ходе проведенного исследования был выработан общий подход к анализу томограмм. Так, анализ любых КТ- томограмм больных с ВПС должен включать общий осмотр всех серий и проекций с оценкой качества изображений и анатомо-физиологических особенностей пациента; поструктурный анализ органов и систем, представленных на каждом снимке и серии с изучением мягких тканей, тимуса (если он имеется), плевры, перикарда и всех органов грудной клетки в целом; также необходимые измерения и количественную оценку данных. При оценке собственно анатомии сердца и магистральных сосудов необходимо руководствоваться сегментным подходом, включающим в себя последовательный анализ каждого из сегментов сердца и их сообщений, что исключает возможность недооценки различных структур.

Наш подход к проведению КТ позволил получить достоверные результаты и во многих случаях отказаться от КАГ (в 66,3% в группе СРКТ и в 42,7% в группе МРТ).

В целом можно сказать, что КТ-обследование больных с ВПС, особенно новорожденных и детей до года, должно быть строго обоснованным, применяться только для решения конкретных задач, не решаемых другими неинвазивными методами, а протоколы сканирования должны быть достаточно жестко лимитированы и основаны на учете

анатомо-физиологических данных пациентов, имеющегося ВПС и технического оснащения клиники.

МРТ в диагностике ВПС. 1. Диагностическая информативность МР-томографии. Для более детального изучения возможностей МРТ, а также для определения чувствительности и специфичности МР-томографии мы постарались учесть не только имеющийся у больного врожденный порок сердца, но и другие сопутствующие аномалии. В результате анализу подверглись 556 изменений, которые, по предварительным данным, имели пациенты.

При качественном сопоставлении оказалось, что МР- томография, выполненная без применения программ МР-ангиографии, уступала КАГ в диагностике аорто-легочных коллатералей, артерио-венозных свищей, в некоторых случаях- типов аномальных дренажей легочных вен и в некоторых случаях- артериального протока. По сравнению с эхокардиографией МРТ была менее информативной в диагностике патологии клапанов сердца, а именно: в обнаружении вегетаций при инфекционном эндокардите; количества створок, преимущественно у АВ-клапанов, а также в диагностике аномального прикрепления хорд АВ-клапанов.

В итоге, при МР-диагностике 556 аномалий чувствительность и специфичность метода оказались достаточно высокими- 97,4% и 93,3% соответственно. Учитывая, что катетерная ангиография (КАГ) проводилась не всем больным, для сопоставлении МР-результатов по общей диагностике ВПС с данными других методов мы выделили группу с КАГ-98 человек (57,3%) и группу без КАГ- 73 человека (42,7%). Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Диагностическая информативность инструментальных методов

Информативность	**Группа с КАГ n=98 (57,3%)**	**Группа без КАГ n=73 (42,7%)**
Информативны только МРТ+ЭхоКГ	1 чел (1%)	57 чел (78,1%)
Не информативны МРТ+ЭхоКГ	4 чел (4,1%)	1 чел (1,4%)
Информативна только МРТ	3 чел (3,1%)	12 чел (16,4%)
Информативна только ЭхоКГ	1 чел (1%)	3 чел (4,1%)
Информативны только КАГ + МРТ	12 чел (12,2%)	-
Информативны только КАГ+ ЭхоКГ	4 чел (4,1%)	-
Информативны КАГ+МРТ+ЭхоКГ	71 чел (72,5%)	-
Безрезультатны три метода	2 чел (2%)	-

2. МР-томография в посегментном анализе анатомии сердца при ВПС. ПРЕДСЕРДНЫЙ СЕГМЕНТ. Как известно анатомия предсердного сегмента может быть представлена одним из трех вариантов: *обычный тип*, *инвертированный*- с обратным расположением предсердий и *неопределенный тип* с предсердной изомерией. С помощью МРТ возможна прижизненная комплексная диагностика нарушений предсердного и висцерального ситуса. Наилучшей плоскостью для визуализации была фронтальная или косо-фронтальная (по бифуркации трахеи), также для диагностики можно воспользоваться и поперечной плоскостью. Обычный тип отмечен нами у большинства пациентов-153(89,5%), инвертированный- у 7 (4,1%), неопределенный тип встретился у 11 больных (6,4%).

ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЕ СООБЩЕНИЯ. На МР-томограммах в поперечной плоскости и в плоскости 4-х камерной проекции удалось четко проследить какое предсердие и как сообщается с соответствующим желудочком. На МР-изображениях хорошо дифференцировались морфологические признаки правого желудочка (модераторный пучек, инфундибулум, трабекулярность, множественные сосочковые мышцы).

Створки клапанов иногда визуализировались плохо, однако фиброзные кольца и место крепления створок, уровень расположения клапанов всегда были доступны для визуализации.

Достаточно трудным для дифференцировки предсердно-желудочковых сообщений по МР-изображениям оказались различные виды общего входа с общим АВ-клапаном. Сложности МР-диагностики были связаны с трудной визуализацией общего клапана, особенно у грудных детей, где все структуры довольно мелкие и многое зависело от качества полученной томограммы. При достаточно качественном МР-изображении удавалось определить наличие одного фиброзного кольца, однако количество створок клапана у грудных детей точно идентифицировать практически было невозможно.

Всего нам встретилось 10 типов АВ-сообщений: конкордантные-120 (70,2%), дискордантные-7 (4,1%), неопределенный тип-3 (1,8%), общий бивентрикулярный вход-4 (2,3%), общий вход в ПЖ-4 (2,3%), общий вход в ЛЖ-3 (1,7%), атрезия левого АВ-клапана-4 (2,3%), атрезия правого АВ-клапана-9 (5,3%), двуприточный ПЖ-1(0,6%), двуприточный ЛЖ-16 (9,4%).

ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ СЕГМЕНТ. В анализ желудочкового сегмента входит, как известно, расположение ПЖ по отношению к левому, анатомический тип правого желудочка, положение верхушки сердца и строение выводного отдела желудочков. Всех случаях нам удалось достоверно установить *пространственное положение правого желудочка*. В зависимости от расположения желудочков плоскости для наилучшей визуализации были различны. Так, ПЖ, расположенный впереди или позади от левого, лучше было анализировать при использовании томограмм в поперечной и сагиттальной плоскостях, а также их модификаций. Фронтальная и поперечная плоскость оказались

предпочтительными для визуализации различных вариантов левых и правых позиций ПЖ, а сагиттальная и фронтальная плоскости- для ПЖ, находящегося вверху или внизу по отношению к левому. В итоге расположение ПЖ по отношению к ЛЖ было следующим: право-переднее-133 (77,8%), лево-заднее-5 (2,9%), лево-переднее-20 (11,7%), бок-о-бок слева- 1 (0,6%), переднее- 4 (2,3%), бок-о-бок справа-1 (0,6%), право-нижнее-1 (0,6%), право-верхнее-4 (2,3%), лево-верхнее-2 (1,2%).

Для анализа *анатомического типа правого желудочка* наилучшими оказались томограммы во фронтальной плоскости, косо-фронтальной и в плоскости 2-х камерного ПЖ, где четко видно как приточную часть, так и выводной отдел ПЖ. ПЖ типа «правой руки» был диагностирован в большинстве случаев- 163 (95,3%), «левой руки» - в 8 случаях (4,7%). Фронтальная и поперечная плоскости позволили получить информацию о *положении верхушки сердца*. Левокардия отмечена у 160 пациентов (93,5%), правокардия- у 9 (5,3%) и еще у двух больных (1,2%) верхушка сердца имела срединное положение. Наилучшими МР-плоскостями для визуализации *строения выводного отдела* желудочков были поперечная плоскость и плоскость по длинной оси ЛЖ и по выводному отделу ПЖ. Подлегочный конус обнаружен у 108 пациентов (63,2%), подаортальный конус- у 29 (17,0%), оба конуса имели 27 больных (15,8%), отсутствовал конус- у 7 (4,0%).

ЖЕЛУДОЧКОВО-АРТЕРИАЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ. Анатомия желудочково-артериальных сообщений согласно литературным данным объединяет 10 вариантов. В нашем исследовании присутствовали только 6: конкордантные-101 (59,1%), дискордантные-31 (18,1%), атрезия легочной артерии-6 (3,5%), ДОС ПЖ-27 (15,8%), ДОС ЛЖ-4 (2,3%), ОАС-2 (1,2%). При атрезии ЛА были диагностированы: 1 тип-у 2 человек, второй-у 3 пациентов, 4-у 1 больного, третий тип не встречался. При этом аорта

сообщалась с ЛЖ у 5 больных, а с ПЖ всего у одного. В случае с ОАС у 1 пациента он оказался бивентрикулярным 1 типа, а у другого сообщался преимущественно с ЛЖ и имел тип 1,5. Наилучшими плоскостями для визуализации данного сегмента была плоскость по выводному отделу соответствующего желудочка. Однако на серии «спин-эхо» изображений в 3-х стандартных плоскостях также можно было визуализировать расположение магистральных сосудов относительно желудочков и друг друга.

Выбор плоскости среза решался в каждом конкретном случае в зависимости от наличия информации, полученной при ранее использованных сериях. На киноизображениях диагностировали наличие регургитации и обструкции кровотоку. Трудности при оценке данного сегмента по МР-изображениям возникли при диагностике количества створок у больных с ОАС. Стандартные плоскости были в этом случае мало информативны. Дополнительно мы пользовались срезами в плоскости зоны интереса, в частности, перпендикулярными общему стволу, при этом лучше применять кино-сканирование. Однако при использовании МР-томографа базовой комплектации диагностика количества створок все же остается проблемой. Сам ОАС хорошо визуализировался в любой МР-плоскости, но его иногда приходилось дифференцировать с дефектом аорто-легочной перегородки, для чего необходимо было дополнительно визуализировать количество клапанных колец. Наилучшей МР-плоскостью для такого случая была плоскость перпендикулярная ходу общего сосуда на «спин-эхо» и кино-изображениях. При использовании динамического (кино) сканирования также удалось диагностировать регургитацию на общем клапане.

При атрезии ЛА предпочтительными оказались поперечная плоскость, сагиттальная и плоскость зон интереса (по ходу сосудов,

включая выводные отделы желудочков и каждую ветвь легочной артерии). В случае необходимости визуализации коллатералей при атрезии ЛА МРТ без применения МР-ангиографии менее информативна.

АРТЕРИАЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ. Анатомический тип пространственного взаимоотношения магистральных артерий, как известно, определяют по отношению клапана аорты к клапану ЛА в соответственно переднезадних и право-левых позициях. Таким образом, возможных вариантов восемь. В нашем случае встретились только семь: право-заднее-110 (64,3%), передне-левое-27 (15,8%), передне-правое-12 (7,1%), лево-заднее-1(0,6%), бок-о-бок справа-4 (2,3%), переднее-13 (7,6%), бок-о-бок слева-4 (2,3%).

Для МР-идентификации пространственного расположения полулунных клапанов предпочтительной оказалась плоскость строго перпендикулярная сосуду, а также стандартная поперечная плоскость при использовании «SE» ИП. Не менее информативным также было динамическое кино-сканирование в плоскости зоны интереса, т.е. в плоскости расположения клапанов. В этом случае прекрасно визуализировались клапаны, можно было установить количество створок и диапазон их раскрытия при клапанном стенозе, наличие потока при недостаточности клапана.

Таким образом, МРТ даже в базовой комплектации томографа, оказалась достаточно информативным, высокоспецифичным методом в диагностике ВПС и подробном прижизненном изучении анатомии сердца у больных с ВПС.

СРКТ в диагностике ВПС.1.Диагностическая информативность СРКТ. Для более детального изучения возможностей СРКТ, а также для определения чувствительности и специфичности метода по аналогии с анализом МР-данных мы постарались учесть все имеющиеся у больного пороки сердца и другие сопутствующие аномалии. В результате

рассмотрено 1003 патологических изменений, которые, по предварительным данным, имели пациенты.

При качественном сопоставлении оказалось, что СРК-томография уступала КАГ в большинстве диагностики клапанных стенозов, дефектов предсердной перегородки, некоторых дефектов межжелудочковой перегородки, преимущественно мышечных и, в целом, мелких и множественных ДМЖП, а также в некоторых случаях диагностики ОАП и стенозов ветвей ЛА, в некоторых случаях диффдиагностики агенезии и атрезии ветвей легочной артерии. СРКТ уступала эхокардиографии преимущественно в диагностике патологии клапанов сердца, включая стеноз, недостаточность, наличие общего АВ-клапана, аномального прикрепления хорд АВ-клапанов, в некоторых случаях- агенезию клапанов. Кроме того, по сравнению с эхокардиографией СРКТ была менее информативна в диагностике мелких ДМЖП, особенно мышечных, множественных ДМЖП, а также в диагностике ДМПП.

На основании проведенного анализа чувствительность и специфичность СРКТ оказалась 98,9% и 66,7% соответственно. Снижение специфичности в нашем исследовании было связано с трудностями точной диагностики дефектов перегородок, особенно мелких и/или мышечных, аномалий клапанов как сосудистых, так и атриовентрикулярных, что увеличивало долю ложных результатов. Однако, по определенным частным патологиям, таким как АДЛВ, коарктация аорты, включая перерыв дуги аорты, ОАС, аорто-легочные сообщения, установление типа атрезии ЛА и диагностика аорто-легочных коллатералей, особенно БАЛК, а также наличие сосудистых колец, включая двойную дугу аорты, чувствительность и специфичность была практически равной 100%. (99-100%). Существенно отличало СРКТ от остальных методов еще и

возможность, не прибегая к дополнительному сканированию, выявить аномалию и/или патологию бронхо-легочной системы.

Учитывая, что катетерная ангиография проводилась не всем больным, для сравнительной оценки СРКТ-результатов по общей диагностики ВПС с другими также как в случае с МРТ мы выделили группу с КАГ- 89 человек (34,9%) и группу без КАГ- 166 человек (65,1%) (табл. 5).

Таблица 5

Диагностическая информативность инструментальных методов

Информативность	**Группа с КАГ n=89 (34,9%)**	**Группа без КАГn=166 (65,1%)**
Информативны только СРКТ+ЭхоКГ	8 чел (9%)	113 чел (68,1%)
Не информативны СРКТ+ЭхоКГ	13 чел (14,6%)	14 чел (8,4%)
Информативна только СРКТ	1 чел (1,1%)	21 чел (12,7%)
Информативна только ЭхоКГ	1 чел (1,1%)	18 чел (10,8%)
Информативны только КАГ + СРКТ	18 чел (20,2%)	-
Информативны только КАГ+ ЭхоКГ	5 чел (5,6%)	-
Информативны КАГ+СРКТ+ЭхоКГ	41 чел (46,1%)	-
Безрезультатны три метода	2 чел (2,3%)	-

Таким образом, также как в случае с МРТ, лучшие результаты в диагностике ВПС были достигнуты при сочетании инструментальных методов.

2. СРКТ в посегментном анализе анатомии сердца при ВПС. ПРЕДСЕРДНЫЙ СЕГМЕНТ. С помощью СРКТ, как и при МРТ, возможна прижизненная комплексная диагностика нарушений предсердного и висцерального ситуса. Однако СРКТ-более стандартная методика, и чтобы получить полную информацию об органах брюшной полости, надо расширять зону сканирования, а это ведет к увеличению лучевой нагрузки, но диагностику аномалий формирования бронхов или идентификацию ушек сердца можно получить уже в процессе исследования. Обычный тип формирования отмечен нами у большинства пациентов-244 (95,7%),

инвертированный-у 4 (1,6%), неопределенный тип встретился у 7 больных (2,7%).

ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЕ СООБЩЕНИЯ. Из 14 типов предсердно-желудочковых сообщений нам встретилось, также как при МР-томографии, всего 10: конкордантные-229 (89,8%), дискордантные-4 (1,6%), неопределенный-2 (0,8%), общий бивентрикулярный вход-7 (2,7%/), общий вход в ПЖ-2 (0,8%), общий вход в ЛЖ-1(0,4%), атрезия левого АВ-клапана-1 (0,4%), атрезия правого АВ-клапана-4 (1,6%), общий вход в ЕЖ- 2 (0,8%), двуприточный ЛЖ-3 (1,1%).

На всех СРК-томограммах в стандартной поперечной (аксиальной) проекции четко было видно сообщение предсердия с соответствующим желудочком. Створки клапанов также как при МРТ иногда визуализировались плохо. При атрезии одного из АВ-клапанов место предполагаемого соединения имело РКТ-плотность жировой ткани или близкую к фиброзной и фиброзно-мышечной. Диагностика бивентрикулярных соединений в сомнительных случаях требовала построения мультипланарных (MPR)-реконструкций в проекции зоны интереса, расположенной перпендикулярно межжелудочковой перегородке и параллельно фиброзным кольцам АВ-клапанов.

В диагностике наличия рудиментарной полости и ее положения при единственном желудочке необходимы были MPR-реконструкции изображений во фронтальной, сагиттальной и/или косой (в зоне интереса вдоль МЖП) проекциях. Также как и при МРТ достаточно трудным для дифференцировки предсердно-желудочковых сообщений оказались различные виды общего входа, когда имелся общий АВ-клапан. В таких случаях необходимы были MPR-реконструкции в зоне интереса, однако количество створок удавалось определить редко.

ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ СЕГМЕНТ. *Пространственное положение правого желудочка*. Во всех случаях удалось достоверно установить взаиморасположение обоих желудочков. В большинстве из них дополнительной реконструкции не требовалось. Для убедительности и более достоверной оценки можно воспользоваться реконструкциями в проекциях аналогичных плоскостям, используемым в МРТ для таких же целей. В результате исследования право-переднее расположение ПЖ найдено у большинства пациентов-236 (92,6%), лево-заднее-у 4 (1,6%), лево-переднее-у 9 (3,5%), переднее-у 1 (0,4%), право-верхнее-у 1 (0,4%), лево-верхнее-у 1 (0,4%) и у 3 больных (1,1%) ПЖ отсутствовал.

При анализе *анатомического типа правого желудочка* тип «правой руки» был диагностирован в 246 случаях (96,5%), «левой руки»- в 6 (2,4%), а в 3 случаях (1,1%) ПЖ отсутствовал. Аксиальные срезы давали надежную информацию об анатомическом типе ПЖ. В данном случае можно было обойтись без построения реконструкций. Обычные поперечные срезы СРКТ давали также полную информацию о *положении верхушки сердца*. Левокардия отмечена у 244 пациентов (95,7%), правокардия- у 7 (2,7%) и еще у 4 больных (1,6%) верхушка сердца имела срединное положение. Дополнительных реконструкций не требовалось. *Строение выводных отделов* желудочков хорошо визуализировались на СРКТ-томограммах в поперечной плоскости. Однако в сомнительных случаях иногда необходимы были MPR-реконструкции в проекции по длинной оси ЛЖ и/или в проекции зоны интереса. По полученным данным подлегочный конус имели 164 пациента (64,3%), подаортальный-39 (15,3%), оба конуса- 34 (13,4%) и конус отсутствовал у 18 (7,0%) больных.

ЖЕЛУДОЧКОВО-АРТЕРИАЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ. Из 10 возможных вариантов анализируемых сообщений, мы выявили 9: конкордантные у 155 (60,8%), дискордантные-у 14 (5,4%), бивентрикулярные с ЛА-у 1 (0,4%),

атрезию ЛА-у 12 (4,7%), атрезия аорты-у 1 (0,4%), ДОС ПЖ-у 34 (13,4%), ДОС ЛЖ-у 3 (1,1%), ДОС ЕЖ-у 1 (0,4%), ОАС-у 34 (13,4%).

При атрезии ЛА были диагностированы: 1 тип-у 7 человек, второй-у 3, 4-ый тип-у 2 больных, третий тип не встречался. При этом аорта сообщалась с ЛЖ у 6 пациентов, с правым-у 3 и бивентрикулярная аорта найдена у одного больного. При атрезии аорты ЛА отходила от ПЖ, а сама атрезия аорты была неясного сообщения. В случае с ОАС: 1а тип выявлен у 20 пациентов, при этом трункус сообщался с преимущественно ПЖ у 12, с ЛЖ-у 2 и у 6 ОАС располагался бивентрикулярно. ОАС 1б типа был у 7 пациентов, из них у 5-ОАС отходил от ПЖ и у двух ОАС от обоих желудочков. Два пациента имели ОАС 2а типа, в обоих случаях он был бивентрикулярный. В 4 случаях диагностирован ОАС 2б типа, который отходил от ПЖ в 2-х случаях и в 2-х случаях располагался бивентрикулярно. Только у одного пациента выявлен ОАС 3а типа, сообщающийся с ЛЖ. В целом, чаще всего ОАС сообщался с ПЖ-19 или с обоими-12 и гораздо реже с ЛЖ-3.

В стандартной поперечной проекции достаточно хорошо можно визуализировать расположение магистральных сосудов относительно желудочков и друг друга. При сомнительных случаях лучше использовать MPR-реконструкциями в проекциях выводного отдела ПЖ и/или ЛЖ, а также по ходу интересующих сосудов. Выбор в пользу той или иной реконструируемой проекции решается в зависимости от наличия информации, полученной на аксиальных срезах. Трудности при оценке данного сегмента имеются при диагностике количества створок у больных с ОАС, а иногда при диффдиагностке атрезии ветвей ЛА от их агенезии. Как правило, при агенезии в области предполагаемой артерии по РКТ определяется жировая плотность, при атрезии имеется остаточная ткань или небольшой просвет, но у младенцев при атрезии одной из ветвей

бывает сложно выявить остаточные структуры. Поэтому, при диффдиагностике данной патологии необходимо всегда учитывать предполагаемый уровень атрезии ЛА, визуализацию всех сегментов ЛА, особенно наличие контрастированных сегментарных, субсегментарных ветвей ЛА. При агенезии основное легочной русло одной из ветвей не визуализируется, а периферические сосуды представлены мелкими артериями или интерстициальной сетью. При атрезии ЛА, в отличии от МРТ и ЭхоКГ, СРКТ давала исчерпывающую информацию о наличии и распределении коллатералей, особенно БАЛК, что существенно повышало диагностическую ценность метода СРКТ.

Иногда трудности возникали при диагностике у грудных детей агенезии клапана ЛА. Связаны они, прежде всего, с недостаточной визуализацией створок клапана ЛА в силу их малых размеров. Однако при наличии в проекции клапанов хорошо выраженных фиброзно-мышечных структур (валиков) диагноз сомнений обычно не вызывал.

АРТЕРИАЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ. С помощью СРКТ диагностированы следующие типы положения аорты относительно ЛА: право-заднее-175 (68,6%), передне-левое-13 (5,1%), передне-правое-43 (16,9%), заднее-1 (0,4%), бок-о-бок справа-7 (2,7%), переднее-14 (5,5%), бок-о-бок слева-2 (0,8%). Пространственное расположение полулунных клапанов обычно не представляло сложностей, т.к. сканирование проводится в аксиальной плоскости, практически в проекции перпендикулярной сосудам. Однако без кино-сканирования диагностика недостаточности клапана или достоверная диагностика стеноза оказалась затруднительной, а в большинстве случаев невозможной.

Таким образом, на сегодняшний день СРКТ дает довольно полную информацию об анатомическом строении сердца при ВПС, а кроме того, не прибегая к дополнительному сканированию, позволяет достоверно

выявлять бронхо-легочные аномалии и патологии, что очень актуально у детей первых лет жизни.

Особенности КТ-исследований сердца и сосудов в динамическом наблюдении после операции. В результате проведенных нами практически в равных количествах (МРТ у 24 пациентов, СРКТ-у 26) послеоперационных КТ-обследований было выявлено, что у пациентов в раннем послеоперационном периоде, в тяжелом состоянии и/или находящиеся на ИВЛ, СРКТ давала достаточно полную информацию. МР-томография у таких пациентов без наличия специального оборудования невозможна. Выбор метода КТ в пользу СРКТ при обследовании больных в более поздние сроки наблюдения решался при необходимости диагностировать наличие микрокальциноза заплат или кондуитов, а также при имеющихся подозрениях на заболевания бронхо-легочной системы.

МРТ была более предпочтительной в отдаленные сроки послеоперационного периода, так как, являясь неинвазивной методикой, не несла лучевой нагрузки на пациента, и имела неоспоримые преимущества динамических кино-программ, даже в ограниченной базовой комплектации томографа. Кроме того, обладая истинной полипозиционностью сканирования без построений реконструкций в виртуальных плоскостях, при динамическом наблюдении МР-томография давала возможность получить срезы в тех же плоскостях, под теми же углами, что и при первоначальном обследовании, что существенно повышало точность диагностики, исключая субъективный фактор, зависящий от оператора.

Наличие клипс из немагнитного металла не препятствовало качественному инструментальному наблюдению после операции. За исключением случаев, когда клипсы находились в зоне интереса и вызывали артефакты на изображении. Выявить наличие вегетаций на искусственном металлическом клапане или оценить зону в области

имеющегося металлического протеза не представляется возможным, так как эта зона не визуализируется в связи с артефактами от металла. Кольцо Carpentier не дает значительных артефактов в зоне интереса, поэтому диагностические задачи вполне решаемы. Кондуиты не создают таких диагностических сложностей как металлические имплантаты.

КТ диагностика врожденных пороков сердца и сосудов. Изучение анатомии сердца с помощью методов КТ (МРТ и КТ). Нарушение формирования различных сегментов сердца и/или их связей было найдено у 194 человек из всех 426, что составило 45,5%. Таким образом, нормально сформированные сегменты и их связи оказались у большинства пациентов (232 больных-54,5%). Это объясняется большим количеством больных с такими пороками как изолированные: коарктация аорты, гипоплазия дуги аорты, дефекты перегородок, АДЛВ, при которых сердце сформировано нормально. Распределение 639 нарушений формирования у 194 пациентов показано в таблице 6. Чаще всего были нарушены ВА-соообщения, анатомия выводного отдела и артериального сегмента. Объясняется это преобладающим числом больных с ДОС от ПЖ или ЛЖ, ОАС, атрезией ЛА, единственным желудочком сердца.

Таблица 6

Распределение нарушений формирования сегментов сердца и их связей у всех больных, обследованных методами КТ (МРТ и СРКТ)

Сегменты и их связи	Число нарушений	Доля в %
Предсердный сегмент	29	4,5
АВ-соединения	79	12,4
Желудочковый сегмент: *тип ПЖ* *расположение верхушки* *расположение ПЖ к ЛЖ* *выводной отдел*	16 22 52 133	2,5 3,4 8,1 20,8
ВА-соединения	169	26,5
Артериальный сегмент	139	21,8
ВСЕГО	639	100

При качественном изучении нами выявлено, что наиболее часто встречались сочетания нарушения формирования желудочкового сегмента, а именно его выводного отдела, с нарушением ВА-соединений и нарушением формирования артериального сегмента (57 случаев-29,4%). Несколько меньше было нарушений атриовентрикулярных (АВ-) соединений в сочетании с нарушением формирования элементов желудочкового сегмента (выводной отдел и расположения правого желудочка (ПЖ)), ВА-связей и нарушением анатомии артериального сегмента (29 случаев-15%). Примерно столько же встретилось таких сочетаний, как нарушение анатомии выводного отдела и ВА-соединений (24 случая-12,4%). В равных количествах были нарушены ВА-соединения в сочетании с артериальным сегментом и АВ-соединения в сочетании с нарушением анатомии выводного отдела, ВА-связей и артериального сегмента (9 случаев-4,6%). Почти равными были количество нарушенных только АВ-сообщений (13 случаев-6,7%) и только ВА-сообщений (11 случаев-5,7%). Остальные сочетания нарушений встречались от одного до 4 случаев, что составляло от 0,5 до 2,1%.

Проведенный корреляционный анализ показал, что наиболее тесными были связи (r=0,7-0,9) между нарушением формирования типа ПЖ и положения верхушки сердца, а также между нарушением анатомии выводного отдела и нарушением формирования ВА-сообщений, между нарушениями анатомий артериального сегмента и выводного отдела, нарушениями анатомии артериального сегмента и формирования ВА-соединений. Имелась значимая зависимость между формированием АВ-соединений и расположением ПЖ относительно ЛЖ. Несколько менее выраженной (r=0,5-0,6) была взаимосвязь формирований предсердного сегмента и типа ПЖ, взаимосвязь формирований предсердного сегмента и расположения верхушки сердца, а также связь между типом ПЖ и

расположением ПЖ относительно ЛЖ и между расположением ПЖ относительно ЛЖ и артериальным сегментом. Остальные взаимосвязи формирования сегментов были слабыми (r<0,5) или статистически не значимы. Выявленная согласованность таких нарушений еще раз подтверждает последовательность и связь их формирований в эмбриогенезе. Такие данные могут являться косвенным подтверждением достаточно точной прижизненной диагностики ВПС с помощью методов КТ.

В заключении мы провели анализ диагностической ценности инструментальных методов в целом у всех 426 пациентов. В результате 426 проведенных эхокардиографий метод оказался информативным в 75,8%, из всех 187 выполненных катетерных ангиографий метод был информативен в 89,8%. СРКТ была информативна в 80%, МРТ в 91,2 %. При сочетании методов их диагностическая ценность возрастала. При этом эффективность достигала порядка 98%.

Заключение. В целом, оба метода КТ оказались высоко информативными и точными в диагностике ВПС и аномалий сердечно-сосудистой системы и позволили достаточно подробно изучить при жизни анатомическое строение сердца у больных с ВПС как до операции, так и в различные сроки после хирургической коррекции. В большинстве случаев уже с использованием аксиальных (поперечных) срезов можно было получить необходимую информацию как при СРКТ, так и при МРТ. Фронтальные срезы или MPR-реконструкции облегчали диагностику нарушений предсердного сегмента и пространственного расположения ПЖ по отношению к ЛЖ, сагиттальные–диагностику нарушений анатомии выводных отделов, ВА-сообщений и артериального сегмента, а также пространственного расположения ПЖ относительно ЛЖ. В сложных ситуациях необходимы были плоскости или реконструкции в зоне

интереса. В первую очередь это касалось нарушения АВ- или ВА-соединений, патологий аорты и/или легочной артерии, иногда для определения взаиморасположения сосудистых клапанов. 3D-реконструкции были полезны преимущественно для визуализации пространственной анатомии, в основном сосудистого русла, при планировании хирургических вмешательств или в динамическом наблюдении в длительном послеоперационном периоде. Согласно полученным нами данным в отношении кардиальной сопутствующей патологии методы КТ условно можно разделить на приоритетные в диагностике сосудистых аномалий и приоритетные в диагностике интракардиальной патологии. Первое относится к СРКТ, второе- к МРТ без применения МР-ангиографии.

Суммируя все представленные данные можно утверждать, что методы КТ обладают большим потенциалом для всесторонней оценки патологии сердца и сосудов при ВПС. Полипозиционность сканирования в МРТ или MPR- и 3D-реконструкции в СРКТ давали возможность получить изображения в плоскостях практически аналогичных ангиокардиографическим проекциям. Информация об анатомии сердца и сосудов, полученная с помощью КТ-методов и КАГ, была идентична, что позволяет надеяться на уменьшение в будущем количества интервенционных диагностических процедур или сокращения времени их проведения.

Таким образом, рационально используя КТ-технику даже стандартной комплектации, которой оснащены и продолжают оснащаться многие медицинские учреждения страны, можно уже на догоспитальном этапе в специализированную клинику получить в большинстве своем необходимую информацию о состоянии сердца и сосудов у больных с ВПС. Это существенно повысит уровень диагностики ВПС, расширит

географические границы применения методов КТ, и будет способствовать в будущем оптимизации использования всех методов лучевой диагностики для обследования пациентов с врожденными пороками сердечно-сосудистой системы.

ВЫВОДЫ.

1. Использование «сегментного подхода» на всех этапах выполнения компьютерной томографии грудной клетки и сердца у больных с врожденными пороками полностью отвечает возросшим требованиям к точной дооперационной диагностике всех анатомических деталей любого врожденного порока сердца, обеспечивая получение важной систематизированной информации о строении сердца и сопутствующих аномалиях, необходимой для планирования хирургического лечения.
2. Отправной точкой для КТ-диагностики ВПС должны быть срезы в стандартных проекциях (аксиальные для РКТ, аксиальные, фронтальные и сагиттальные для МРТ). Все последующие срезы (и реконструкции) зон интереса, как правило, имеют вспомогательное значение для более наглядного представления результатов или выполнения расчетов, 3D-реконструкции необходимы для демонстрации пространственной анатомии, в основном сосудистого русла, при планировании хирургических вмешательств или в динамическом наблюдении в послеоперационном периоде.
3. Информативность магнитно-резонансной томографии в диагностике ВПС с использованием базовой комплектации томографа составляет 91,2%, сверхбыстрой рентгеновской компьютерной томографии - 80%. Сочетание любого из методов КТ с катетерной ангиографией повышает результат до 97%, а сочетание любого из методов КТ с эхокардиографией и катетерной ангиографией- до 98%.

4. МР-томография имеет приоритет в диагностике интракардиальной патологии: дефектов перегородок, особенно мелких и/или множественных, в спорных случаях вентрикуло-артериальных сообщений при двойном отхождении сосудов и тетраде Фалло, в диагностике единственного желудочка сердца при необходимости определения наличия и/или локализации стеноза, в диагностике патологических потоков в камерах и сосудах при стенозах и недостаточности клапанов, для оценки функции желудочков, размеров стенок и камер, в динамическом наблюдении в отдаленные сроки после операции.
5. Практическая ценность СРКТ с в/в болюсным контрастированием состоит: в одновременной оценке сердца и бронхо-легочной патологии, в возможности обследования больных, находящихся в тяжелом или критическом состоянии, в диагностике сосудистых аномалий, в динамическом наблюдении в раннем послеоперационном периоде, в оценке микрокальциноза заплат и кондуитов в отдаленные сроки наблюдения после операции.
6. Четкая формулировка клинической задачи определяет выбор оптимального алгоритма КТ-диагностики ВПС, учитывающего как анатомо-физиологические особенности пациента, так и наличие возможной сопутствующей экстракардиальной патологии, позволяя получить всю необходимую информацию без напрасного дублирования результатов, минимизировать объем катетерной ангиографии, а в половине случаев (66,3% - при СРКТ, 42,7% - при МРТ) вообще отказаться от ее проведения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. При подготовке КТ-исследования пациента с ВПС особое внимание следует уделить оформлению направления на исследование, в котором

должны быть четко сформулированы задачи. Последующая общая схема любого КТ-исследования при ВПС включает: изучение анамнеза и соматического статуса пациента; составление плана КТ-исследований с выбором метода КТ (СРКТ или МРТ) исходя из поставленных задач; выбор протокола и собственно КТ-сканирование; анализ полученных КТ-данных, включающий расчеты и построение необходимых реконструкций; сопоставление полученных данных КТ с данными других методов или с предыдущими КТ-данными; формулировку заключений; представление результатов.

2. В идеале стандартный протокол СРКТ новорожденных и детей до года может быть следующим: «нативное» сканирование, состоящее из топограмм в прямой и боковой проекциях и аксиальных срезов, включающих зону от нижнего края легочных синусов до надключичной области; затем «контрастное» сканирование, включающее блоки срезов 1,5мм в каудо-краниальном и в обратном направлениях с толщиной срезов 1,5 или 3мм; завершает протокол постобработка «сырых» данных с использованием «сглаживающих» и «подчеркивающих» «фильтров» для более точной локализации и детализации объекта исследования.
3. При необходимости с целью снижения лучевой нагрузки объем СРКТ-исследования может быть сокращен до использования одной топограммы в прямой проекции и одной «контрастной» серии.
4. При исследовании на рентгеновском компьютерном томографе новорожденных и грудных детей нельзя использовать стандартные протоколы сканирования, предназначенные для взрослых пациентов.
5. Для проведения «нативного» (бесконтрастного) СРКТ-исследования детей первого года жизни достаточно обездвиживания пациента путем неглубокого медикаментозного сна или тугого пеленания сразу после

кормления. При выполнении КТ-АГ глубина медикаментозного сна должна быть достаточной, чтобы исключить любую двигательную реакцию на возможные болевые ощущения при болюсном введении контрастного вещества.

6. Продолжительность введения контрастного вещества при СРКТ должна соответствовать продолжительности сканирования, отставая от него на время задержки введения контрастного препарата, величина которого зависит от используемого доступа, частоты сердечных сокращений, скорости введения контрастного вещества, зоны интереса, наличия и уровня сброса крови.
7. У новорожденных и младенцев, находящихся в критическом состоянии при СРКТ, как исключение, допустимо использование «ручного» введения рентгеноконтрастного вещества в любую доступную вену.
8. Для адекватной диагностики ВПС достаточно изучения всего массива аксиальных срезов. В сомнительных случаях стандартный протокол СРКТ должен включать построение MPR-изображений в стандартных и косых проекциях. Различные трехмерные реконструкции изображений используют в качестве дополнения к стандартному протоколу.
9. Вопрос применения анестезии при МРТ сердца у пациентов младшей возрастной группы должен решаться индивидуально. У детей до 2 лет анестезиологическое пособие является обязательным. У детей другого возраста можно отказаться от анестезии или использовать седацию. Критерием отказа должна стать возможность сократить время сканирования без ущерба для решения диагностических задач.
10. При МР-сканировании младенцев и детей первых лет жизни лучше использовать поверхностные катушки в зависимости от размера ребенка; матрицу 256x160 элементов; TR равное 2RR в виду высокой

ЧСС для увеличения зоны сканирования и количества срезов. Толщина среза зависит от размера объекта (ребенка) и цели исследования.

11. МР-исследование сердца у детей с ВПС следует начинать со сканирования в 3-х стандартных плоскостях с использованием «спин-эхо» импульсной последовательности, расширяя протокол в соответствии с поставленными задачами.
12. Анализ результатов любого КТ- исследования с целью диагностики ВПС должен состоять из последовательного и прицельного просмотра всех серий и проекций, структурного анализа всех органов и систем с выполнением доступных измерений. При анализе анатомии сердца и сосудов, как и при формулировке собственно заключения, необходимо руководствоваться сегментным подходом.

СПИСОК <u>ОСНОВНЫХ</u> РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. А.В.Иваницкий, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская. МРТ сердца в диагностике врожденных пороков сердца. //Тезисы докладов и сообщений. 4-ая ежегодная сессия НЦССХ им.А.Н.Бакулева.- Москва. Май.- 2000г.-С.142.
2. А.В.Иваницкий, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, Н.Н.Соболева, И.К.Гогичиашвили. Магнитно-резонансная томография в диагностике объемных образований сердца и средостения. //Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.- 2001.- N.1- С.21-25.
3. А.В.Иваницкий, Л.А.Юрпольская, Деигехеиди Э.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике двухкамерного правого желудочка. //Медицинская визуализация.- 2002.- N.2.- С.97-100.
4. Л.А.Юрпольская, А.В.Иваницкий, О.М.Махачев, В.Н.Ильин. Магнитно-резонансная томография сердца у больных с двуприточным

желудочком. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН: 6-ая Ежегодная сессия НЦССХ им.А.Н.Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых.- Москва. Май.- 2002.-Т.3.- N.5.- С.148.

5. Л.А.Юрпольская. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний сердца и сосудов. //В книге «Функциональная диагностика в кардиологии» в 2-х т. под ред. Л.А.Бокерия, Е.З.Голуховой, А.В.Иваницкого. -М.- 2002.- Т.1.- С.359-370.
6. Г.И.Сторожаков, О.А.Тронина, А.В.Мелихов, Г.Е.Гендлин, Л.А. Юрпольская, С.А.Александрова. Изолированный губчатый миокард-наследственная неклассифицированная кардиомиопатия. //Сердечная недостаточность.- 2004.- Т.5.- № 4 (26).- С.159-162.
7. А.В.Иваницкий, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, Е.В.Гайдукова, И.Е.Рычина, О.А.Махачев, К.О.Серегин, В.Н.Ильин. Первый опыт применения магнитно-резонансной томографии сердца для визуализации анатомических особенностей порока у больных с двуприточным желудочком. //Визуализация в клинике.- 2004.- декабрь.- С.61-66.
8. Л.А.Бокерия, А.И.Малашенков, В.Н.Макаренко, О.М.Гришаева, Л.А.Юрпольская. Спиральная компьютерная томография в диагностике аневризм аорты. //Вестник Российской академии медицинских наук.- 2005.- № 4.- С.25-30.
9. Л.А.Юрпольская, В.Н.Макаренко, А.В.Иваницкий, К.О.Серегин, Л.А.Бокерия. Компьютерная томографическая диагностика врожденных пороков сердца у детей первого года жизни до операции. //Материалы Невского радиологического форума.- Санкт-Петербург, апрель.- 2005.- С.129.
10. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, О.А.Махачев, Л.А.Юрпольская, Ю.А.Маркина. Электронно-лучевая томография в оценке объема и

массы миокарда у детей первого года жизни с врожденными пороками сердца. //Материалы Невского радиологического форума.- Санкт-Петербург, апрель.- 2005.- С.130.

11. L.Bokeriya, A.Ivanitsky, V.Makarenko, L.Yurpolskaya, I.Rychina. Evaluation of the abnormal anatomy in infants with double outlet right ventricle with MR imaging. //European radiology. Book of abstracts.- 2005.- Suppl.1.- Vol.15.- P.533.
12. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская. Магнитно-резонансная томография в диагностике анатомии врожденных пороков сердца у детей. //Атлас. -ISBN 5-7982-0144-9, НЦССХ им.А.Н.Бакулева.: Москва.- 2005.- 107 С.
13. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, А.И.Косенко, В.В.Плахова, Ю.А.Маркина. Компьютерная томография в оценке анатомии и морфометрии сердца у детей с аномалией Эбштейна. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН: 9-ая Ежегодная сессия НЦССХ им.А.Н.Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых.- Москва, май.- 2005- Т.6- N.3.- С.154.
14. Л.А.Бокерия, А.Ш.Ревишвили, Е.З.Голухова, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, С.А.Александрова, Ю.А.Маркина. Трехмерная компьютерная модель в изучении анатомии предсердий. //Анналы аритмологии.- 2005.- № 2.- С.29-35.
15. Л.А.Бокерия, Л.А.Юрпольская, В.Н.Макаренко, Ю.А.Маркина, К.О.Серегин. Диагностика врожденных пороков сердца с помощью компьютерной томографии. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 11-Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов.- Москва, ноябрь.- 2005г.- Т.6.- N.5.- С.264.

16. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, В.В.Плахова, Ю.А.Маркина. Компьютерная томография в оценке тетрады Фалло. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 11-Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов.- Москва, ноябрь.- 2005г.- Т.6.- N.5.- С.264.
17. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, В.В.Плахова, Ю.А.Маркина. Сверхбыстрая рентгеновская компьютерная томография в оценке анатомии сердца у детей с двойным отхождением сосудов от правого желудочка. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева: 10-ая Ежегодная сессия НЦССХ им.А.Н.Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых. //Москва, май-июнь.- 2006.- Т.7.- №3.- С.193.
18. Yurpolskaya L.A. Magnetic Resonance imaging and Electron Beam tomography in diagnosis and follow-up of children and infants with congenital heart and vessel diseases. Interactive Cardio Vascular and Thoracic Surgery. //Abstract for the European Society for Cardiovascular Surgery.-2006.- Vol.5- suppl.1.-P.S143-S144.
19. В.Н.Макаренко, А.В.Соболев, Л.А.Юрпольская, В.В.Плахова. Алгоритм лучевой диагностики ВПС при двухсторонней левосторонности. //Тезисы докладов. Пятые научные чтения, посвященные памяти академика РАМН Е.Н.Мешалкина, с международным участием. Юбилейная конференция и Первый съезд кардиохирургов Сибирского федерального округа.- Новосибирск.,июнь.-2006.-С.170.
20. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская. Магнитно-резонансная томография в визуализации анатомии сердца у больных с врожденными пороками сердца. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 12-Всероссийский съезд сердечно-

сосудистых хирургов.- Москва, сентябрь-октябрь.- 2006г.- Т.7.- N.5.- С.244.

21. В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, Ю.А.Маркина, Л.А.Бокерия. Рентгеновская компьютерная томография в оценке анатомии и морфометрии сердца у детей первого года жизни с общим артериальным стволом. //Материалы Невского радиологического форума. -Санкт-Петербург, апрель.- 2007. -С.618-619.
22. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, И.Е.Рычина, О.А.Махачев, К.О.Серегин. Магнитно-резонансная томография сердца для визуализации анатомических особенностей порока у больных с двуприточным желудочком. //Материалы Невского радиологического форума. -Санкт-Петербург, апрель.- 2007.- С.408-409.
23. Л.А.Юрпольская, Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Ю.А.Маркина, И.Е.Рычина, К.О.Серегин. Компьютерная томография сердца в диагностике двойного отхождения сосудов от правого желудочка у детей первого года жизни. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева: 11-ая Ежегодная сессия НЦССХ им.А.Н.Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых.- Москва, май-июнь.- 2007.- Т.8,- №3- С.170.
24. Л.А.Юрпольская, В.Н.Макаренко, Л.А.Бокерия. Лучевая диагностика врожденных пороков сердца и сосудов. Этапы эволюции от классической рентгенологии до современных методов компьютерной томографии. Обзор. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. Приложение.-2007.-Т.8.-№ 2.-С.3-61
25. Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, М.А.Маркина, Л.А.Юрпольская, В.В.Плахова. Компьютерная томография в диагностике тетрады Фалло у детей ранней возрастной группы. //Детские болезни сердечно-сосудистой системы.-2007.-№1.-С.-52-57.

26.Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, М.Р.Туманян, Л.А.Юрпольская, Г.С.Неталиева, Ю.А.Маркина. Рентгеновская компьютерная томография в диагностике редкой аномалии левой легочной артерии. //Детские болезни сердечно-сосудистой системы.-2007.-№1.-С.-66-70.

27.Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, Д.А.Приказчиков. Компьютерная томография в оценке анатомического строения сердца при врожденных пороках. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. -2008.-т.9.-№2-С.41-52.

28.Л.А.Юрпольская, В.Н.Макаренко, Л.А.Бокерия. Магнитно-резонансная томография в диагностике врожденных пороков сердца. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН.-2008.- т.9.- № 2-С.63-73.

29.Л.А.Юрпольская, В.Н.Макаренко, Л.А.Бокерия. Сверхбыстрая рентгеновская компьютерная томография в диагностике врожденных пороков сердца. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН.-2008.-т.9.-№ 2-С.83-94.

30.Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская, Ю.А.Маркина, И.Е.Рычина. Компьютерная (рентгеновская и магнитно-резонансная) томография в диагностике двойного отхождения сосудов от правого желудочка у детей первых лет жизни. //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН.-2008.-т.9.- № 2-С.53-63.

31.Л.А.Бокерия, В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская. КТ-исследования сердца и сосудов у больных с врожденными пороками сердечно-сосудистой системы в динамическом наблюдении после операции. //Грудная и сердечно-сосудистая хирургия- 2008.-№2.-С.8-13.

32.В.Н.Макаренко, Л.А.Юрпольская. Методические аспекты компьютерной томографии (рентгеновской и магнитно-резонансной) у больных с врожденными пороками сердца //Бюллетень НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН. -2008.-т.9.-№2-С.27-40.