

На правах рукописи

Шляппо Мария Александровна

**Рентгеновская компьютерная и магнитно-
резонансная томографии в оценке коронарных вен
сердца у пациентов с приобретенными пороками
сердца и сопутствующей легочной гипертензией**

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени кандидата
медицинских наук

Москва - 2018

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ

Научный руководитель –

доктор медицинских наук, профессор

В.Н. Макаренко

Научный консультант –

доктор медицинских наук, профессор,
академик РАН

Л.А. Бокерия

Официальные оппоненты:

Главный научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы,

доктор медицинских наук, профессор

Белозеров Георгий Евгеньевич

Старший научный сотрудник лаборатории магнитно-резонансной томографии отдела томографии института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации,

кандидат медицинских наук

Стукалова Ольга Владимировна

Ведущая организация: Федеральное Государственное Учреждение «Институт хирургии им. А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «___» _____ 2018 г. в ___ ч. на заседании диссертационного совета Д.001.027.02 при ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (119991, Москва, Абрикосовский пер., 2)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (119991, Москва, Абрикосовский пер., 2) и на сайте www.med.ru

Автореферат разослан « ___ » _____ 201_ г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,
доктор медицинских наук

Э.А. Годжелло

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Венозная система сердца представляет собой не только путь оттока венозной крови от миокарда, но и локальную высокочувствительную рефлексогенную зону, способную тонко воспринимать состояние сердечно-сосудистой системы. Условия прохождения крови по венозной системе существенно отличаются от условий движения ее по артериальной системе и капиллярам. Для венозной системы особенно характерна изменчивость ее тонуса и наполнения в зависимости от условий кровообращения. Этот феномен не перестает вызывать интерес исследователей в мире. В современной литературе имеется небольшое количество работ по изучению морфометрических параметров венозного русла сердца при различных кардиохирургических заболеваниях [Акаимова О.Н. и соавт., 2008].

Во время неинвазивных исследований с помощью эхокардиографического метода, компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографий (МРТ) расширение вен или же самого коронарного синуса (КС) становится главным предвестником патологических изменений. В литературе встречаются исследования по разработке протоколов сканирования венозного русла сердца как для КТ, так и для МРТ [Jongbloed M.R. et al., 2012]. Однако, визуализация венозного русла связана с рядом технических сложностей, таких как постоянное движение сердца (его пульсация), особенности пассажа болюса контрастированной крови венозного и артериального кровотока, сканирование зоны интереса в венозную фазу до «вымывания» контрастного препарата.

Примером для оценки изменений венозного русла сердца может служить такая распространенная патология как

приобретённые пороки сердца (ППС), сочетающиеся с перегрузкой правых отделов давлением. В результате укорочения створок клапана (недостаточности) или сужения отверстия (стеноза), часто сочетающихся с изменениями подклапанного аппарата, возникают правожелудочковая недостаточность и нарушения внутрисердечной гемодинамики в целом. Увеличение давления в коронарной венозной системе провоцирует расширение вен по компенсаторному механизму.

Цель. Оценить роль рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии в определении морфофункциональных параметров кардиальных вен у пациентов с приобретенными пороками сердца и сопутствующей легочной гипертензией.

В соответствии с данной целью поставлены следующие **задачи**:

1. Разработать оптимальный протокол КТ сканирования и последующей обработки полученных данных для определения морфометрических параметров коронарных вен с помощью рентгеновской компьютерной томографии.
2. Разработать оптимальный протокол МР сканирования и последующей обработки полученных данных для оценки анатомических особенностей коронарных вен методом магнитно-резонансной томографии.
3. Выявить особенности сканирования на рентгеновском компьютерном и магнитно-резонансном томографах у пациентов с приобретенными пороками сердца и сопутствующей легочной гипертензией.
4. В сравнительном аспекте определить особенности кардиальных вен у относительно здоровых пациентов и пациентов с приобретёнными пороками сердца и сопутствующей легочной гипертензией.

Научная новизна. Представленное автором диссертационное исследование является одним из первых в России и одним из немногих в мировой практике, посвящённых разработке протоколов сканирований вен сердца методами КТ и МРТ как для относительно здоровых пациентов, так и для пациентов с ППС и легочной гипертензией (ЛГ). Впервые изучены функциональные параметры кровотока в КС методом МРТ на значительном количестве исследований с оценкой скорости и направления потока с использованием программы 4d flow. На основании полученных данных доказано отсутствие значимых различий в оценке венозной системы сердца по данным методов КТ и МРТ. Выявлено значимое расширение венозного русла сердца у пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ.

Практическая значимость. Точное знание индивидуальных морфометрических особенностей коронарной венозной системы как с помощью КТ, так и МРТ позволяет повысить эффективность и безопасность проводимых манипуляций. Диагностика морфофункциональных параметров кардиальных вен будет способствовать выявлению ранних признаков изменений венозного русла сердца, лежащих в основе изменений внутрисердечной гемодинамики.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ. Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад соискателя заключается в подборе и сканировании пациентов, в статистической обработке и анализе материала исследования, написании текста.

Положения выносимые на защиту.

1. Компьютерная томография с двухфазным

последовательным введением контрастного препарата является высокоинформативным методом, позволяющим получить максимально возможный объем информации об анатомии коронарных вен.

2. Магнитно-резонансная томография с использованием программы трехмерного сканирования сердца после контрастного усиления дает возможность определить анатомию коронарных вен с оценкой функциональных параметров.

Апробация работы. Основные положения работы доложены и обсуждены на Ежегодной сессии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых (г. Москва, 2015, 2016, 2017); European society of cardiac radiology ESCR (Vienna, 2015; Krakow, 2016; Milan, 2017); на Ежегодных Всероссийских съездах сердечно-сосудистых хирургов (г. Москва 2015, 2016, 2017); 10th Asian Society of Cardiovascular Imaging Congress (Singapore, 2016); на совместной объединённой научной конференции рентгенодиагностического отдела, отделения неотложной хирургии приобретенных пороков сердца, отделения хирургического лечения интерактивной патологии, отделения реконструктивной хирургии и корня аорты и патологоанатомического отдела ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ (г. Москва, 2017г.)

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 129 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. В диссертации представлены 16 таблиц и 34 рисунка. Список литературы представлен 84 источниками (36 отечественных и 48 зарубежных).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Для решения поставленных задач с ноября 2014г. по февраль 2017г. нами в отделении компьютерной и магнитно-резонансной томографии (руководитель профессор В.Н. Макаренко) Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева МЗ РФ (директор академик РАН Л.А. Бокерия) обследовано 124 пациента. Средний возраст $52,94 \pm 11,08$ лет, средний вес $77,6 \pm 13,9$ кг, средний рост $169,6 \pm 8,92$ см, из них 66 мужчин, 58 женщин. Пациентам было выполнено 140 исследований сердца, из них 89 КТ и 51 МРТ.

В ходе работы было выделено две группы пациентов: 1) группа относительно здоровых пациентов и 2) группа пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ равной и большей 50 мм рт.ст. Далее в соответствии с поставленными задачами пациенты 1 и 2 групп были разделены на подгруппы.

Для разработки протокола КТ сканирования коронарных вен из 1 группы были выделены три подгруппы. Первая подгруппа – контрольная. В нее вошли 25 ретроспективных стандартных исследований коронарных артерий. Во вторую подгруппу включены 15 исследований коронарных артерий с модифицированным протоколом сканирования. Третью подгруппу составили 40 КТ-ангиографий легочных вен с модифицированным протоколом сканирования.

Вторым этапом была разработка протокола МР сканирования. Для этого мы модифицировали стандартный протокол МР исследования сердца двумя вариантами, выделив из 1й группы две подгруппы - четвертую и пятую.

Лучшие протоколы КТ и МР сканирований в 1 группе мы сопоставили с таковыми у пациентов 2 группы (19 и 20 исследований соответственно).

Для сравнения сопоставимости морфометрических результатов и функциональных параметров, полученных разными методами, были отобраны 11 пациентов, 5 из 1й группы и 6 из 2й группы, которым было выполнено как КТ, так и МРТ.

С целью подтверждения анатомических и функциональных различий и определения взаимосвязи анатомических параметров с функциональными данными были рассмотрены исследования двух групп. Также проведен обособленный анализ подгрупп с патологией, разделенных по поражениям клапанов на третью и четвертую подгруппы.

Для разработки протокола КТ сканирования ретроспективно отобраны 25 стандартных исследований коронарных артерий, включающих только артериальную фазу сканирования. Движение стола в артериальную фазу осуществлялось от головы к ногам (сверху вниз). Диапазон исследований охватывал только область сердца, сканирование выполнялось с задержкой дыхания на фазе вдоха. Пороговое значение программы автоматического отслеживания болюса («болюс-трекинг») было 150HU и планировалось на восходящую аорту на уровне бифуркации легочной артерии. Введение неионных контрастных препаратов выполнено одномоментно из расчета не более 2мл/кг массы тела с использованием бесколбового автоматического инжектора. Далее были проведены 15 проспективных исследований пациентам, направляемых на КТ-коронарографию, составивших вторую подгруппу. Исследования были сделаны по измененной методике: 1. Добавлена вторая фаза сканирования вслед за артериальной, соответствующая венозной

фазе. Движение стола осуществлялось от головы к ногам (сверху вниз) в артериальную фазу и от ног к голове (снизу вверх) в венозную фазу. 2. Повышено порогового значения «болюс-трекинга» до 190HU, но область отслеживания контрастного препарата не изменялась. 3. Объем контрастного препарата был увеличен приблизительно на 10%, но введение было одномоментным, как в контрольной группе. В третью подгруппу включено 40 проспективных исследований пациентов, направляемых на КТ-ангиографию легочных вен. Исходя из теории контрастирования были внесены следующие изменения в протокол сканирования: 1. Добавлена вторая фаза сканирования вслед за артериальной, соответствующая венозной фазе. Движение стола осуществлялось от головы к ногам (сверху вниз) в артериальную фазу и от ног к голове (снизу вверх) в венозную фазу. 2. Пороговое значение «болюс-трекинга» было снижено до 90 HU для достижения оптимального заполнения вен в венозную фазу. Область для планирования программы автоматического отслеживания болюса была изменена на полость левого предсердия. 3. Введение неионных контрастных препаратов, из расчета не более 2мл/кг массы тела, проводилось двухэтапно последовательно с использованием автоматического инжектора. Первое введение включало приблизительно 80% запланированного контрастного вещества со скоростью 4,5-5мл/с, далее без задержки осуществлялось второе введение оставшихся 20% препарата и физиологического раствора со скоростью 3мл/с.

В контрольной подгруппе время задержки начала сканирования в артериальную фазу было $21,8 \pm 2,00$ с; во второй подгруппе это время составило $25,5 \pm 3,83$ с, в третьей подгруппе – $24,75 \pm 3,29$ с. Время задержки начала сканирования артериальной фазы значительно отличалось во второй ($t=-2,74$; $p=0,01$) и третьей

подгруппе относительно контрольной ($t=-2,78$; $p=0,007$). Однако, между второй и третьей подгруппами значимых различий не получено ($t=0,20$; $p=0,84$).

Время задержки начала сканирования венозной фазы в первой подгруппе не было измерено в связи с отсутствием данной фазы, во второй подгруппе оно составило $38,61 \pm 8,23$ с, в третьей - $37,78 \pm 4,01$ с. Сканирование венозной фазы во второй и третьей подгруппах происходило в одинаковом временном промежутке после определения «болус-трекинга» ($U=147$; $p=0,93$) (Рис.1).

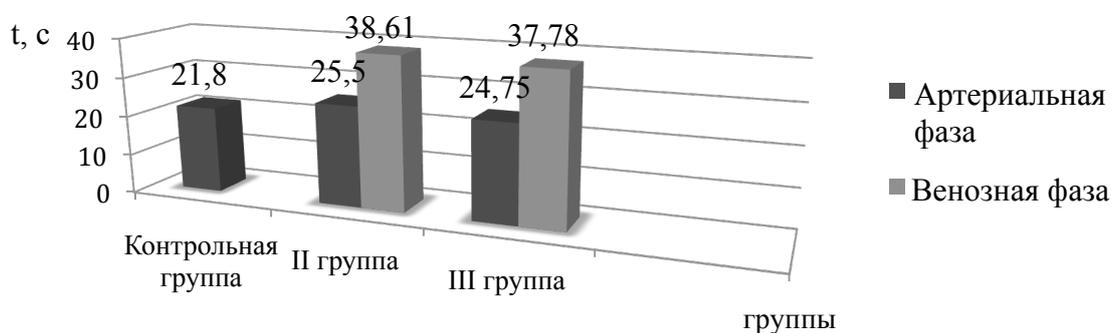


Рисунок 1. Время задержки начала сканирования в артериальную и венозную фазы в трёх подгруппах.

Среднее значение плотности крови в артериальную фазу достоверно не различалось в трех подгруппах ($U=1,04$; $p=0,298$), в венозную фазу также статистически значимых различий между второй и третьей подгруппами получено не было ($U=0,482$; $p=0,631$).

Для наглядного представления контрастирования крови в восходящем отделе аорты и КС относительно времени задержки начала сканирования построены соответствующие графики, демонстрирующие пики контрастирования крови в различные фазы сканирования (Рис 2).

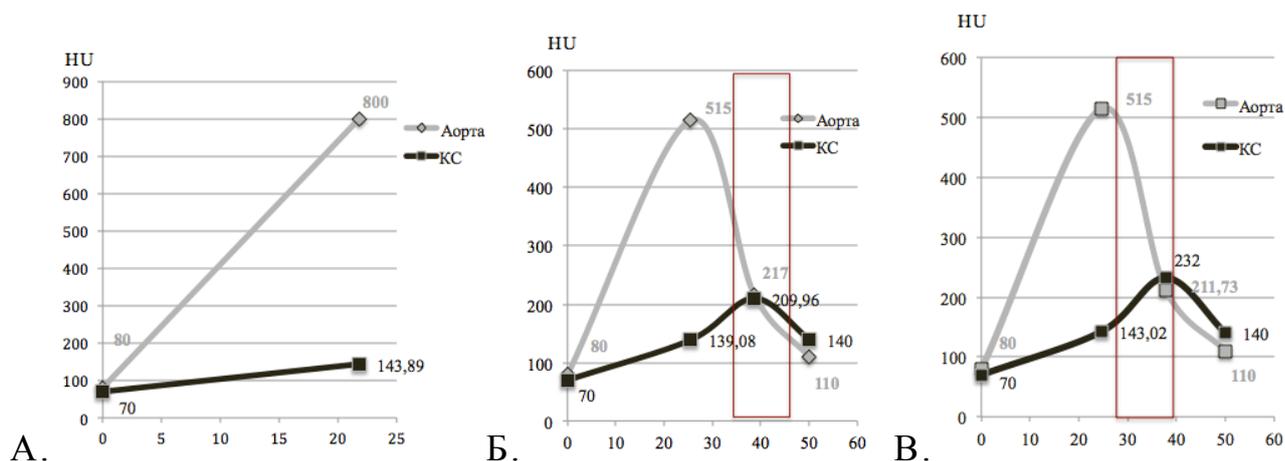


Рисунок 2. Среднее значение плотности крови КС в артериальную и венозную фазы в трёх подгруппах.

Для качественной оценки был проведён анализ визуализации вен по их протяжённости (Рис. 3).

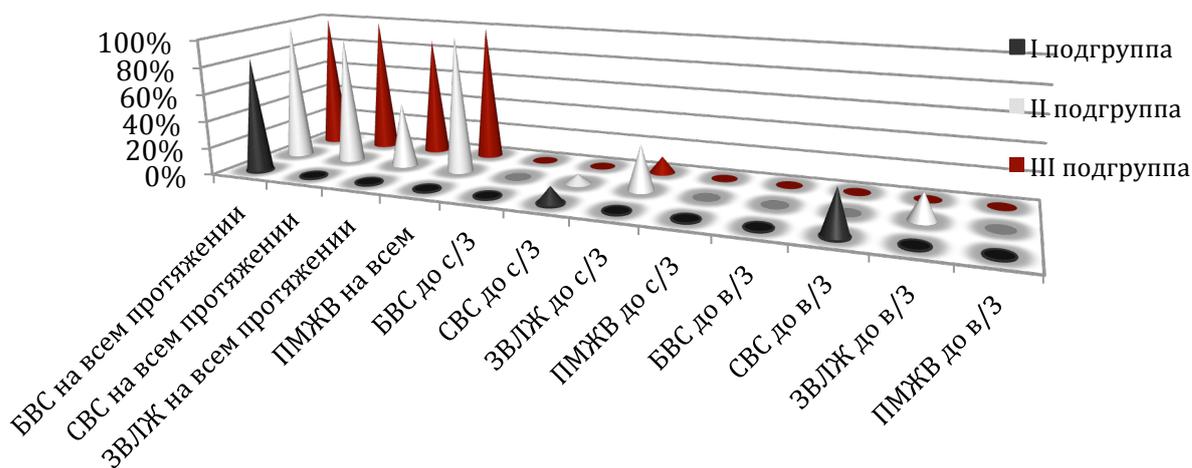


Рисунок 3. Распределение визуализации вен по их протяжённости в трёх подгруппах.

По полученным данным видно, что двухэтапное введение позволяет получить равновесное контрастирование и визуализировать вены лучше, в связи с тем, что контрастный препарат не успевает вымываться из проксимальных отделов вен.

Подгруппа пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ.

Для выявления различий в протоколах КТ сканирования мы сравнили исследования третьей подгруппы из относительно

здоровых пациентов и первой подгруппы из пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ.

Среднее значение плотности контрастирования крови КС в венозную фазу в контрольной подгруппе было $232,00 \pm 63,34$ HU, в подгруппе с патологией оно статистически не отличалось и составило $301,72 \pm 94,23$ HU ($U = -1,226$; $p = 0,218$) (Рис. 4).

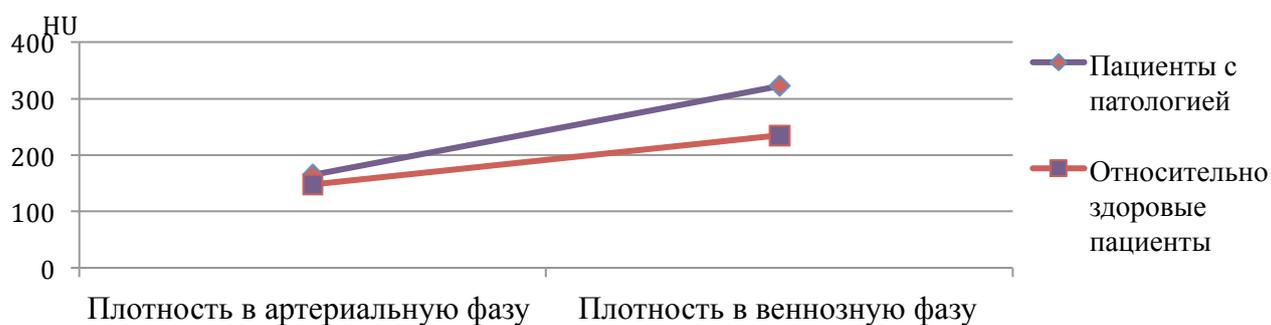


Рисунок 4. Среднее значение плотности крови КС в артериальную и венозную фазы в двух подгруппах.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что протокол сканирования применим как для относительно здоровых пациентов, так и для пациентов с патологией.

Протокол сканирования коронарных вен с помощью магнитно-резонансной томографии.

Для разработки методики проведения МРТ в стандартный протокол сканирования сердца была включена программа трехмерного сканирования (коронарная МР-ангиография). Область сканирования выбрана от бифуркации легочного ствола до диафрагмальной поверхности сердца (метод «полного охвата сердца») в аксиальной плоскости, в среднем 128 срезов (толщина срезов 0,8 мм, интервал между срезами 20%). Величина поля изображения зависела от тела пациента (считывающее поле обзора (FOV read) и в среднем составляла 320 мм, кодирующее поле обзора (FOV phase) было от 75% до 100%, угол отклонения (импульса) 90° , размер вокселя $0,6 \times 0,6 \times 0,8$ мм, время повторения (TR) = 285,54 мс,

время эха (TE) = 1,51 мс. Сканирование проводили с проспективной ЭКГ-синхронизацией и синхронизацией по дыханию. Окно синхронизации по дыханию, составляющее 6 мм, задавали перед сбором данных на правый купол диафрагмы.

В четвертую подгруппу включены исследования, в которых программа трёхмерного сканирования выполнена до контрастного усиления (КУ). В ней средняя протяженность сканирования составила $114,02 \pm 8,69$ мм, а средняя продолжительность сканирования - $13:24 \pm 4:14$ мин. В пятую подгруппу отобраны исследования, в которых описанная программа была проведена после КУ. Средняя протяженность в ней составила $120,48 \pm 14,61$ мм ($T=32,5$; $p=0,61$), средняя продолжительность также не отличалась и составила $13:47 \pm 4:53$ мин ($t=0,16$; $p=0,87$). Полученные результаты показывают, что продолжительность и протяжённость сканирования, являющиеся одними из главных критериев оценки, одинаковы в двух подгруппах. Однако, при использовании программы трёхмерного сканирования после КУ визуализация венозного русла лучше и позволяет оценить протяжённость вен (Рис. 5).

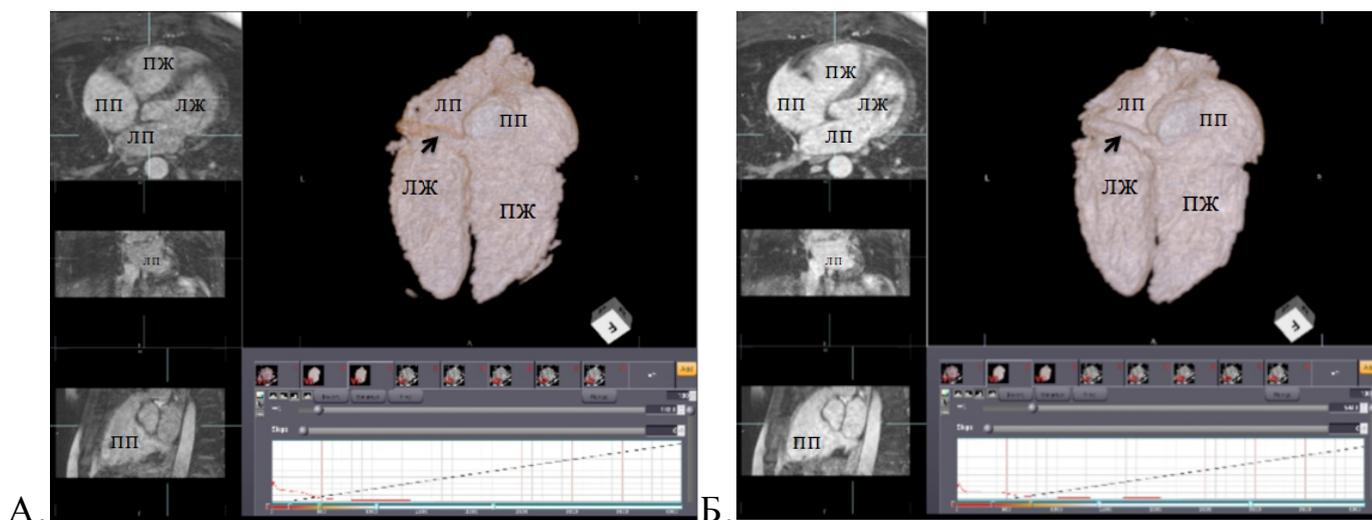


Рисунок 5. МРТ. 3D-модель коронарного синуса при постпроцессорной обработке: А. Подгруппа, в которой

трёхмерная последовательность сканирования выставлена до КУ. Б. Подгруппа, в которой трёхмерная последовательность сердца выставлена после КУ.

Сопоставление морфометрических параметров, полученных при проведении компьютерной и магнитно-резонансной томографий, у одних и тех же пациентов.

При проведении нашей работы 11 пациентам были выполнены как КТ, так и МРТ. Для оценки сопоставимости результатов двух методов был проведён сравнительный анализ. Среднее значение диаметра устья КС в аксиальной плоскости в первой (I) подгруппе, рассчитанное по данным КТ, составило $11,32 \pm 3,47$ мм, во второй (II) подгруппе среднее значение, рассчитанное по данным МРТ, было $11,16 \pm 4,08$ мм. Среднее значение диаметра устья КС в сагиттальной плоскости в I подгруппе было $12,59 \pm 3,73$ мм, во II - $12,72 \pm 4,88$ мм. Протяжённость КС в I подгруппе $4,94 \pm 2,37$ мм, во II - $5,06 \pm 2,49$ мм. Среднее значение диаметра БВС в I подгруппе составило $9,22 \pm 3,05$ мм, во II - $9,02 \pm 2,68$ мм. Среднее значение диаметра СВС в I подгруппе было $4,7 \pm 1,49$ мм, во II - $4,66 \pm 1,61$ мм. Среднее значение диаметра ЗВЛЖ в I подгруппе составило $2,9 \pm 0,58$ мм, во II - $2,89 \pm 1,07$ мм. Среднее значение диаметра ПМЖВ в I подгруппе составило $4,88 \pm 1,27$ мм, во II - $4,88 \pm 1,29$ мм. Достоверных различий при сравнении перечисленных параметров не выявлено ($p > 0,05$) (Рис. 6). Значимых различий между значениями углов впадения КС, полученных двумя методами, не было (Рис. 7). Статистических различий не было получено и при сопоставлении функциональных параметров ЛЖ и ПЖ, рассчитанных при постпроцессорной обработке двух методов.

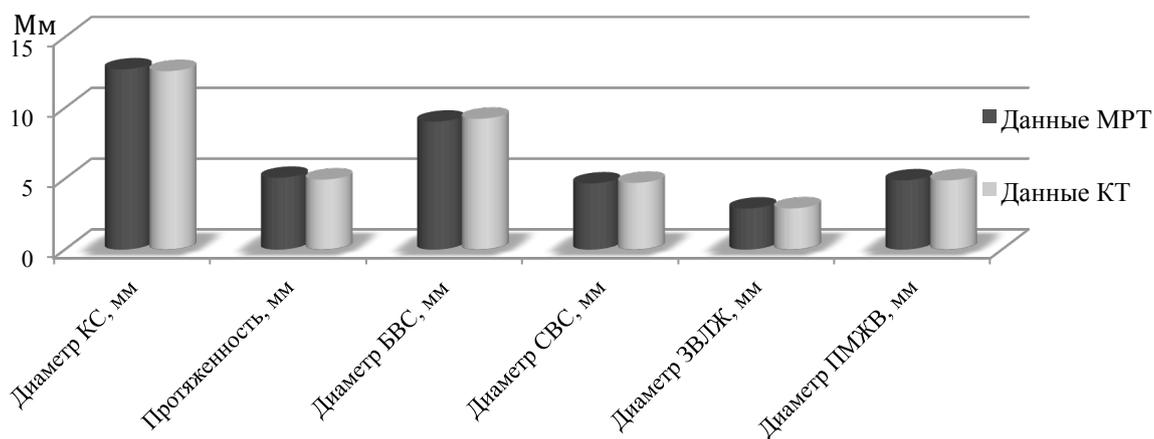


Рисунок 6. Сравнение морфометрических параметров, полученных методами КТ и МРТ.



Рисунок 7. Сравнение функциональных параметров, полученных методами КТ и МРТ.

Наши результаты свидетельствуют о том, что данные полученные при КТ сопоставимы и статистически не отличаются от данных, полученных при МРТ.

Сравнение анатомических параметров коронарных вен в группах относительно здоровых пациентов и пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ.

При сравнении групп выявлено расширение КС и главных вен у пациентов с ППС. Диаметр устья КС, рассчитанный в аксиальной плоскости, в первой группе составил $7,81 \pm 1,40$ мм; во 2 группе $13,27 \pm 2,24$ мм ($t=-11,95$; $p=0,0000$). Диаметр устья КС, рассчитаны в сагиттальной плоскости, в 1 группе составил $9,44 \pm 1,28$ мм; во 2 - $14,31 \pm 3,01$ мм ($t=-8,85$; $p=0,0000$). Диаметр

БВС в 1 группе составил $7,33 \pm 0,98$ мм, во 2 - $10,34 \pm 1,84$ мм ($t = -8,43$; $p = 0,000$). Диаметр СВС в 1 группе составил $3,61 \pm 0,70$ мм, во 2 - $5,35 \pm 1,13$ мм ($t = -7,92$; $p = 0,000$). Диаметр ЗВЛЖ в 1 группе был $2,40 \pm 0,49$ мм, во 2 - $3,37 \pm 0,66$ мм ($t = -6,98$; $p = 0,0000$). Диаметр ПМЖВ в 1 группе составил $3,48 \pm 0,48$ мм, во 2 - $5,26 \pm 0,95$ мм ($t = -10,27$; $p = 0,000$) (Рис. 8).

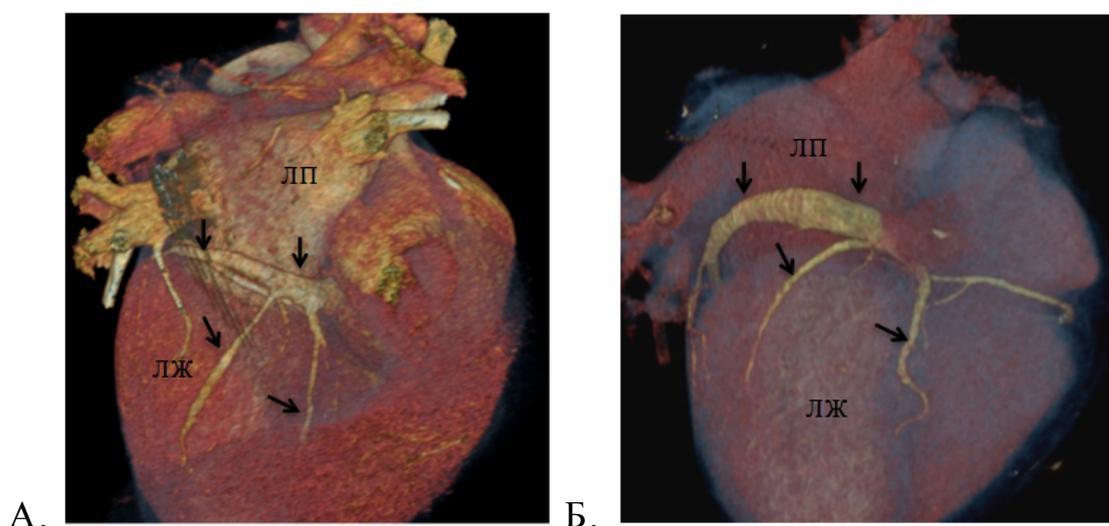


Рисунок 8. КТ-АГ. 3D-реконструкции сердца. Черные стрелки - коронарные вены: А. Относительно здоровый пациент. Б. Пациент с ППС и сопутствующей ЛГ.

Отмечены изменения в пространственном расположении коронарных вен, проявившиеся увеличением протяжённости КС в группе пациентов с патологией ($6,23 \pm 1,64$ мм) по сравнению с группой контроля - $2,82 \pm 0,84$ мм ($t = -10,62$; $p = 0,000$). Выявлены изменения углов впадения КС. Угол, параллельный МПП, в 1 группе был $109 \pm 9,77^\circ$, во 2 группе он достоверно отличался и составил $119,25 \pm 9,96^\circ$ ($t = -3,560$, $p = 0,005$). Угол в аксиальной плоскости в 1 группе равен $69,56 \pm 8,11^\circ$, во 2 - $73,43 \pm 8,58^\circ$ ($t = -1,91$, $p = 0,057$).

Фракция выброса ПЖ в 1 группе составила $47,28 \pm 9,02\%$, во 2 группе она была достоверно меньше и составила $40,95 \pm 10,86\%$ ($t = 2,52$; $p = 0,013$). КДО ПЖ в 1 группе был $155,75 \pm 40,919$ мл, во 2 - $168,62 \pm 57,097$ мл ($t = -1,063$, $p = 0,289$).

КСО ПЖ в 1 группе был $84,36 \pm 29,95$ мл, во 2 группе - $102,32 \pm 42,51$ мл ($t=-1,927$; $p=0,056$). УО ПЖ в 1 группе составил $71,27 \pm 19,08$ мл, во 2 - $70,24 \pm 30,96$ мл ($t=0,138$; $p=0,890$). Фракция выброса ЛЖ в 1 группе была $66,13 \pm 8,22\%$, во 2 - $57,70 \pm 12,39\%$ ($t=3,3382$; $p=0,001$). КДО ЛЖ в 1 группе был $137,36 \pm 29,87$ мл, во 2 - $162,60 \pm 50,60$ мл ($t=-2,518$, $p=0,013$). Индекс D2/D1 значительно отличался в двух группах, как в диастолу, так и в систолу. В 1 группе он был равен $1,003 \pm 0,06$ и $0,990 \pm 0,07$ соответственно, во 2 - $1,25 \pm 0,10$ ($t=-10,762$, $p=0,000$) и $1,44 \pm 0,22$ ($t=-11,378$, $p=0,000$). Индекс ремоделирования «RV-RWT» в 1 группе составил $0,096 \pm 0,041$, во 2 - $0,272 \pm 0,129$ ($t=-3,981$, $p=0,0001$).

По фазово-контрастным сериям МРТ проведен сравнительный анализ тока крови в КС. Пиковая скорость в КС в 1 группе составила $31,54 \pm 13,17$ см/с, во 2 группе она достоверно отличалась и была $18,77 \pm 4,42$ см/с ($t=2,31$; $p=0,024$). Объем притока в правое предсердие (ПП) в 1 группе был $0,78$ мл ($Q_1=0,4$; $Q_3=1,29$), во 2 группе он также значительно отличался и был равным $1,04$ мл ($Q_1=0,87$; $Q_3=2,26$), ($U=-1,6$; $p=0,09$).

По полученным результатам видно, что у пациентов с ППС отмечается расширение кардиальных вен, смещение угла впадения КС, снижение сократительной способности ЛЖ и увеличение объёмов обоих желудочков. Также отмечены признаки ремоделирования ПЖ и снижение скорости кровотока в КС.

Взаимосвязь анатомических параметров и функциональных данных в подгруппах относительно здоровых и пациентов с ППС и сопутствующей ЛГ.

В подгруппе относительно здоровых пациентов при проведении парного корреляционного анализа выявлена значимая взаимосвязь между диаметром устья КС, рассчитанного в

аксиальной плоскости, и КДО ПЖ ($R=0,498$, $p=0,008$) (Рис. 9), КСО ПЖ ($R=0,467$, $p=0,013$). Также отмечена взаимосвязь ВПВ с диаметрами КС, рассчитанными как в аксиальной ($R=0,467$, $p=0,013$), так и в сагиттальной ($R=0,5648$, $p=0,002$) плоскостях. Во 2 группе выявлена значимая взаимосвязь между диаметром устья КС, рассчитанного в аксиальной и сагиттальной плоскостях, с КДО ПЖ ($R=0,645$, $p=0,0028$ и $R=0,802$; $p=0,00003$ соответственно), КСО ПЖ ($R=0,561$, $p=0,0122$ и $R=0,794$, $p=0,00004$ соответственно), как в контрольной группе (Рис. 9). Помимо вышеописанного в группе пациентов с ППС отмечается зависимость между диаметром КС, рассчитанного в двух плоскостях, с индексом эксцентричности ($R=0,754$; $p=0,0001$ и $R=0,755$; $p=0,0001$).

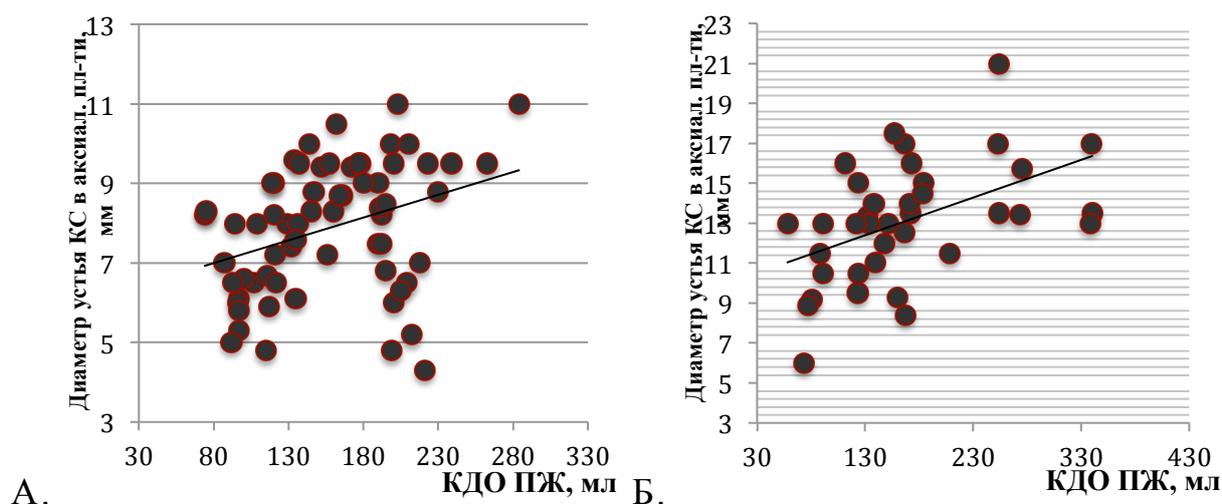


Рисунок 9. Влияние конечно-диастолического объёма на диаметр КС в группе относительно здоровых пациентов (А) и группе пациентов с патологией (Б).

Сравнение анатомических параметров коронарных вен в подгруппах пациентов с поражением митрального клапана и пациентов с комбинированным поражением клапанов.

Проведен сравнительный анализ диаметра вен пациентов с митральными пороками (третья подгруппа из группа пациентов с патологией) с аналогичными показателями в подгруппе пациентов

с комбинированным поражением клапанов (четвертая подгруппа из группы пациентов с патологией). Диаметр устья КС, рассчитанного в аксиальной плоскости, в третьей подгруппе составил $13,14 \pm 1,75$ мм; в четвертой - $13,55 \pm 3,27$ мм ($t=0,38$; $p=0,70$). Диаметр устья КС, рассчитанного в сагиттальной плоскости, в третьей подгруппе составил $14,54 \pm 2,62$ мм; в четвертой - $13,80 \pm 3,67$ мм ($t=-0,53$; $p=0,60$). Диаметр большой вены сердца (БВС) в третьей подгруппе составил $10,41 \pm 1,65$ мм, в четвертой - $10,2 \pm 2,26$ мм ($t=-0,24$; $p=0,81$). Диаметр средней вены сердца (СВС) в третьей подгруппе составил $5,32 \pm 1,11$ мм, в четвертой - $5,44 \pm 1,13$ мм ($t=0,26$; $p=0,80$). Диаметр задней вены левого желудочка (ЗВЛЖ) в третьей подгруппе был $3,24 \pm 3,25$ мм, диаметр ЗВЛЖ в четвертой - $3,66 \pm 0,63$ мм ($t=1,51$; $p=0,14$). Диаметр передней межжелудочковой вены (ПМЖВ) в третьей подгруппе составил $5,27 \pm 0,91$ мм, в четвертой - $5,24 \pm 1,05$ мм ($t=-0,07$; $p=0,94$). Достоверных различий при сравнении перечисленных параметров не выявлено ($p > 0,05$) (Рис. 10). Сравнительным анализом выявлено, что значимых различий среди подгрупп с патологией получено не было ($p > 0,05$).

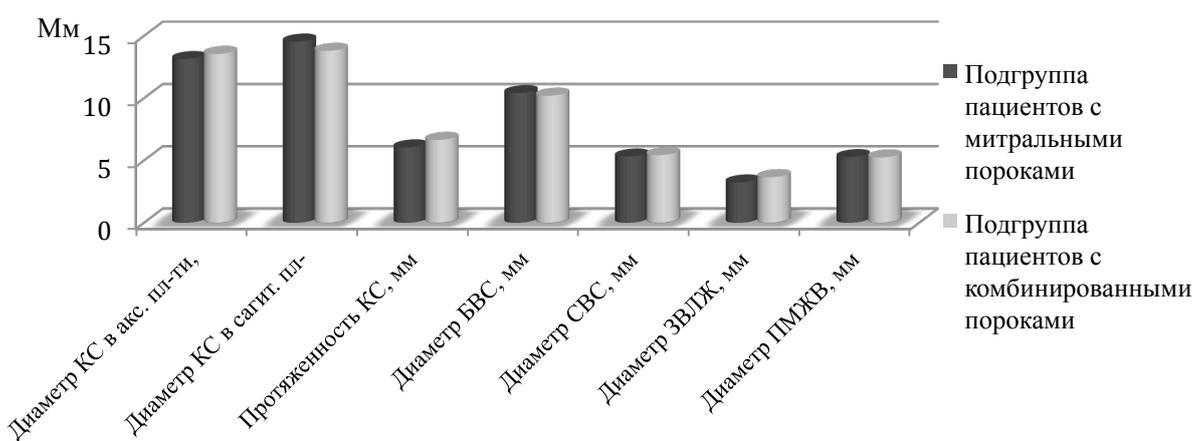


Рисунок 10. Сравнение анатомических данных венозной системы в подгруппах пациентов с патологией.

В подгруппе пациентов с поражением митрального клапана выявлена прямая взаимосвязь между диаметром КС с

объемами ПЖ, индексом эксцентricности ЛЖ и размером трикуспидального клапана (ТК), измеренным в 4х-камерной проекции. В подгруппе пациентов с комбинированным поражением клапанов получена значимая взаимосвязь между диаметром КС с размером ТК, измеренным в 4х-камерной проекции, индексом эксцентricности ЛЖ, с КДО и КСО ПЖ.

Выводы

1. Разработанный протокол КТ сканирования с двухфазным последовательным введением контрастного препарата гарантирует достоверную визуализацию анатомии коронарных вен с возможностью оценки их морфометрических параметров.
2. Разработанный протокол МР сканирования с использованием программы трёхмерного сканирования сердца после контрастного усиления позволяет оценить анатомию коронарных вен с оценкой морфометрических параметров и функциональных данных.
3. В группе здоровых пациентов, как и в группе пациентов с приобретенными пороками сердца и сопутствующей легочной гипертензией результаты морфометрии вен были сопоставимы, статистически не отличались и не зависели от выбранного КТ или МРТ метода исследования.
4. При сравнительном анализе группы относительно здоровых пациентов с группой пациентов с приобретенными пороками сердца и сопутствующей легочной гипертензией отмечено значимое расширение венозного русла сердца во второй группе; установлена прямая зависимость между диаметром коронарного синуса и объемами ПЖ; во второй группе отмечена прямая зависимость между индексом эксцентricности ЛЖ и диаметром КС.

Практические рекомендации

1. В зависимости от возможностей клиники и предпочтений врача и пациента КТ и МРТ в равной степени могут быть использованы для изучения анатомических особенностей коронарных вен.
2. КТ ангиография для сканирования коронарных вен включает планирование программы автоматического отслеживания болюса на полость левого предсердия. Пороговое значение программы автоматического отслеживания болюса необходимо выставить 90HU. Движение стола осуществляется от ног к голове (снизу вверх) в венозную фазу.
3. Введение контрастных препаратов при КТ сканировании коронарных вен должно состоять из двух последовательных этапов. Первое введение включает около 80% запланированного контрастного вещества со скоростью 4,5-5 мл/с, далее без задержки осуществляется второе введение оставшихся 20% препарата и физиологического раствора со скоростью 3мл/с.
4. При МРТ сканировании сердца добавление программы трехмерного сканирования сердца до контрастного усиления позволяет оценить анатомию венозного русла с определением размера и пространственного расположения коронарного синуса и верхней трети главных вен.
5. При МРТ сердца программу трехмерного сканирования следует ограничивать областью от бифуркации легочного ствола до диафрагмальной поверхности сердца в аксиальной плоскости, в среднем 128 срезов (толщина срезов 0,8мм, интервал между срезами 20%) - $120,48 \pm 14,61$ мм. Величина поля изображения зависит от тела пациента (считывающее поле обзора (FOV read) и в среднем составляет 320 мм, кодирующее поле обзора (FOV phase) - от 75% до 100%. Сканирование проводится с

проспективной ЭКГ-синхронизацией и синхронизацией по дыханию.

6. Для визуализации коронарных вен на всем протяжении целесообразно добавление программы трехмерного сканирования сердца после контрастного усиления.
7. Для наглядного представления пространственной анатомии кардиальных вен необходимо использовать построение мультипланарных и трехмерных реконструкций.
8. При выявлении увеличения диаметра КС необходимо исключить патологию правых отделов сердца.

Список опубликованных работ

1. Шляппо М.А. МСКТ в изучении коронарных вен у пациентов с нарушениями ритма сердца. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2015. Том 16. № S3. С. 135.
2. Шляппо М.А. Морфометрическая оценка венечных вен методом компьютерной томографии / Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2015. Т. 16. № 5. С. 34-38.
3. Шляппо М.А. Венозное коронарное русло по данным магнитно-резонансной томографии / Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2015. Т. 16. № 6. С. 16-20.
4. Шляппо М.А. Компьютерная и магнитно-резонансная томографии в изучении кардиальных вен у пациентов без кардиохирургической патологии. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2015. Том 16. № S6. С. 269

5. Shlyappo M.A. Morphometry of coronary veins on MRI in patients without cardiac disease and in patients with valvular heart diseases. / Shlyappo M.A., Alexandrova S.A., Yurpol'skaya L.A., Makarenko V.N., Bockeria L.A // Electronic Presentation Online System (EPOS). ESCR 2016 / P-0006.
6. Шляппо М.А. Венозное коронарное русло у пациентов с приобретёнными пороками сердца и у пациентов без кардиохирургической патологии по данным магнитно-резонансной томографии. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2016. Т. 17. № S6. С. 264.
7. Шляппо М.А. Венозное русло сердца у пациентов с приобретенными пороками сердца по данным Магнитно-резонансной томографии / Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. // Лучевая диагностика и терапия. 2017. № 2 (8). С. 114.
8. Шляппо М.А. Протокол сканирования коронарных вен. Модификация стандартного протокола сканирования. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2017. Т. 18. № S3. С.112.
9. Шляппо М.А. Особенности исследования венозного русла сердца при компьютерной томографии. / Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. // Креативная кардиология. 2017. Т. 11. № 2. С. 137-144.
10. Shlyappo M.A. Variant scanning of the heart venous part by computer tomography. / Shlyappo M.A., Alexandrova S.A., Yurpol'skaya L.A., Makarenko V.N. // Electronic Presentation Online System (EPOS). ESCR 2017 / P-0052.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- БВС – большая вена сердца
- ЗВЛЖ – задняя вена левого желудочка
- КДО – конечно-диастолический объём
- КСО – конечно-систолический объём
- КС – коронарный синус
- КТ – компьютерная томография
- КУ – контрастное усиление
- ЛГ – легочная гипертензия
- ЛЖ – левый желудочек
- МЖП – межжелудочковая перегородка
- МК – митральный клапан
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- ПЖ – правый желудочек
- ПМЖВ – передняя межжелудочковая вена
- ППС – приобретенный порок сердца
- СВС – средняя вена сердца
- СИ – сердечный индекс
- ТК – трикуспидальный клапан
- УО – ударный объем
- ФВ – фракция выброса
- FLASH – быстрый сбор данных с малым углом
- FOV – поле обзора
- HU – Hounsfield (денситометрический показатель)
- TFE – турбо-полевое эхо (быстрое градиентное эхо (GRE); синонимы: FLASH; turbo-FLASH)