

Новые диагностические методы в кардиологии

© Коллектив авторов, 2017

УДК 616.12-073.756.8

М.А. Шляппо, С.А. Александрова, Л.А. Юрпольская, В.Н. Макаренко, Л.А. Бокерия

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНОЗНОГО РУСЛА СЕРДЦА ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

ФГБУ «Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Шляппо Мария Александровна, аспирант;

Александрова Светлана Александровна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.;

Юрпольская Людмила Анатольевна, доктор мед. наук, вед. науч. сотр.;

Макаренко Владимир Николаевич, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением;

Бокерия Лео Антонович, академик РАН и РАМН, директор

Цель. Поиск оптимального протокола сканирования коронарных вен на рентгеновском компьютерном томографе.

Материал и методы. В работе проанализированы 80 исследований, распределенные на три группы в соответствии с изменениями методики стандартной КТ-коронарографии. В 1-ю группу (контрольную) отнесены 25 ретроспективных исследований коронарных артерий; во 2-ю – 15 проспективных исследований коронарных артерий с увеличением порога болюс-трекинга и добавлением второй фазы сканирования; 3-я группа включила 40 проспективных исследований пациентов, направляемых на компьютерную томографию (КТ) легочных вен. В 3-й группе был снижен порог болюс-трекинга, изменена область отслеживания болюса и введения контрастного препарата. При сравнительной оценке методик были измерены время задержки начала сканирования в артериальную и венозную фазы, а также плотность контрастирования крови в коронарном синусе. Кроме того, проведен качественный анализ визуализации главных вен сердца на протяжении в зависимости от варианта сканирования.

Результаты. Время начала сканирования артериальной фазы значительно различалось во 2-й и 3-й группах относительно контрольной. Однако между 2-й и 3-й группами значимых различий не получено. Сканирование венозной фазы во 2-й и 3-й группах происходило в одинаковом временном промежутке. Средняя плотность крови в коронарном синусе в артериальную фазу достоверно не различалась в трех группах ($p > 0,05$). В венозную фазу статистически значимых различий между 2-й и 3-й группами получено не было ($p > 0,05$). В 3-й группе отмечалась значимо лучшая визуализация коронарных вен, что связано с двухэтапным введением контрастного препарата.

Выводы. Использование стандартного протокола КТ-сканирования коронарных артерий с добавлением двухфазного последовательного введения контрастного препарата и дополнительного сканирования в венозную фазу позволяет получить высококачественные изображения венозного русла сердца на всем протяжении.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная ангиография; коронарный синус; венозное коронарное русло; коронарные вены.

Для цитирования: Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. Особенности исследования венозного русла сердца при компьютерной томографии. *Креативная кардиология*. 2017; 11 (2): 137–44. DOI: <http://dx.doi.org/10.24022/1997-3187-2017-11-2-137-144>

Для корреспонденции: Шляппо Мария Александровна, e-mail: mariyashlyappo@mail.ru

M.A. Shlyappo, S.A. Aleksandrova, L.A. Yurpol'skaya, V.N. Makarenko, L.A. Bockeria

SPECIAL ASPECTS OF CORONARY VEINS SCANNING BY COMPUTER TOMOGRAPHY

Bakoulev National Scientific and Practical Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Shlyappo Mariya Aleksandrovna, Postgraduate;

Aleksandrova Svetlana Aleksandrovna, Cand. Med. Sc., Senior Researcher;

Yurpol'skaya Lyudmila Anatol'evna, Dr Med. Sc., Leading Researcher;

Makarenko Vladimir Nikolaevich, Dr Med. Sc., Professor, Head of Department;

Bockeria Leo Antonovich, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, Director

Objective. Searching an optimal scanning protocol of the coronary veins on the computer tomography.

Material and methods. Our research included 80 studies, divided into three groups in accordance with changes in the standard protocol of CT angiography. The group 1 (control) consisted of 25 retrospective studies of CT coronary arteries. The group 2 consists of prospective 15 coronary artery investigations with an increased threshold in the bolus-tracking and added second scan phase. The group 3 included 40 prospective studies of patients referred to CT of pulmonary veins. In the group 3, the bolus tracking threshold was lowered, the bolus tracking area was changed, and the contrast drug was introduced. We determined the time delay of the start scanning in the arterial and venous phase, and the density of contrast in the coronary sinus. Besides, we conducted a qualitative analysis on visualization of the main heart veins along the length.

Results. The time delay of the start scanning the arterial phase was significantly different in the groups 2 and 3 as compare control group. However, there were not differences between the time delay of scanning in the groups 2 and 3. Scanning of the venous phase in the groups 2 and 3 was in the same time. The average density of blood in coronary sinus in the arterial phase was not significantly different in the three groups ($p > 0.05$). Statistically significant differences between the groups 2 and 3 were not obtained in the venous phase ($p > 0.05$). However, the qualitative analysis of veins visualization showed significant differences between the groups. In the 3 group, the coronary veins were noted better, which was associated with a two-step injection of contrast.

Conclusion. The usage of a standard protocol CT scan of the coronary arteries with adding biphasic sequential injection of contrast agent and additional scanning in the venous phase allows to obtain high-quality images of the venous bed of the heart along the length.

Keywords: multidetector computer tomography; coronary sinus; coronary venous flow; coronary veins.

For citation: Shlyappo M.A., Aleksandrova S.A., Yurpol'skaya L.A., Makarenko V.N., Bockeria L.A. Special aspects of coronary veins scanning by computer tomography. *Kreativnaya kardiologiya (Creative Cardiology, Russian journal)*. 2017; 11 (2): 137–44 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.24022/1997-3187-2017-11-2-137-144>

For correspondence: Shlyappo Mariya Aleksandrovna, e-mail: mariyashlyappo@mail.ru

Information about authors:

Shlyappo M.A., <http://orcid.org/0000-0001-6264-8919>

Aleksandrova S.A., <http://orcid.org/0000-0002-7795-9709>

Yurpol'skaya L.A., <http://orcid.org/0000-0001-7780-2405>

Bockeria L.A., <http://orcid.org/0000-0002-6180-2619>

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received June 01, 2017

Accepted June 09, 2017

Возрастающий интерес к анатомии венозной системы сердца обусловлен в первую очередь успехами электрофизиологии, новой клинической специальности — интервенционной кардиологии. Прогресс в лечении аритмий обусловлен разработкой и внедрением

в клиническую медицину ряда электрофизиологических методов диагностики и лечения с использованием коронарных вен для ресинхронизирующей терапии, радиочастотной катетерной абляции, картирования и имплантации кардиовертеров.

Кроме того, близкое расположение коронарного синуса к фиброзному кольцу митрального клапана легло в основу чрескожной трансвенозной аннулопластики митрального клапана [1]. Эндоваскулярный доступ к кардиальным венам также используется для трансвенозного внутрисосудистого ультразвукового исследования коронарных артерий [2].

Все это требует достоверного знания анатомии венозной системы сердца. Неинвазивные методики визуализации становятся рутинными исследованиями, предоставляющими морфологическую и функциональную информацию о сердце и его кровоснабжении [3]. Модификации протоколов исследований и введения контрастного препарата при исследовании венозного коронарного русла позволяют уверенно визуализировать детали анатомии и провести морфометрию интересующих структур.

Цель статьи: поиск оптимального протокола сканирования коронарных вен на рентгеновском компьютерном томографе.

Материал и методы

В исследование включены 80 пациентов (средний возраст $54,88 \pm 8,22$ года, средний вес $88,5 \pm 13,23$ кг, средний рост $173,6 \pm 7,88$ см) с единичными желудочковыми экстрасистолами, без клапанной и ишемической патологии. Критериями исключения были беременность, отягощенный аллергоанамнез на контрастные вещества и выраженная почечная недостаточность (скорость клубочковой фильтрации менее 30 мл/мин/м²), перенесенные операции на сердце. За 6 ч до исследования исключался прием пищи, напитков с кофеином, курения.

Компьютерная томография (КТ) выполнялась на аппаратах Somatom Definition Flash (Siemens) и Brilliance ICT (Philips). Скорость оборота трубки была $0,27-0,28$ мс, напряжение и сила тока зависели от веса конкретного пациента, в среднем составляли $80-120$ кВт и $750-800$ мАс соответственно. Была использована матрица 512×512 ,

поле обзора зависело от размеров сердца пациента (примерно $19-20$ см). Все исследования были проведены с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией, с толщиной реконструируемых срезов $0,6$ и 1 мм. Постпроцессорная обработка данных проводилась на внешних рабочих станциях Syngo.via (Siemens) и Ziosoft (QiImaging) и включала построение стандартных и мультипланарных реконструкций.

Для разработки протокола сканирования мы ретроспективно отобрали контрольную (1-ю) группу: 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 150 HU¹ и планировалось на восходящую аорту на уровне бифуркации легочной артерии. Введение неионных контрастных препаратов выполнено одномоментно из расчета не более 2 мл/кг массы тела с использованием бесколбового автоматического инжектора.

Далее были проведены 15 проспективных исследований у пациентов, направляемых на КТ-коронарографию, составивших 2-ю группу. Исследования были проведены по измененной методике сканирования коронарных артерий: 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 пороговое значение программы автоматического отслеживания болюса до 190 HU, но область отслеживания контрастного препарата не изменялась; 3) объем контрастного препарата был увеличен

¹ Единицы Хаунсфилда (Hounsfield Units) – денситометрический показатель.

приблизительно на 10%, но введение было одномоментным, как в контрольной группе.

В 3-ю группу включено 40 проспективных исследований пациентов, направляемых на КТ-ангиографию легочных вен. Исходя из теории контрастирования [4] были внесены следующие изменения в протокол сканирования: 1) добавлена вторая фаза сканирования вслед за артериальной, соответствующая венозной фазе так же, как и во 2-й группе. 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 НУ 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 2 мл/кг массы тела, проводилось двухэтапно последовательно с использованием автоматического инжектора. Первое введение включало приблизительно 80% запланированного контрастного вещества со скоростью 4,5–5 мл/с, далее без задержки осуществлялось второе введение оставшихся 20% препарата и физиологического раствора со скоростью 3 мл/с.

Соответственно перечисленным методикам мы выделили три группы: 1-я группа – контрольная, в нее были отнесены 25 стандартных исследований коронарных артерий (средний возраст пациентов $53,68 \pm 7,37$ года, средний вес $90,5 \pm 13,1$ кг, средний рост $173,1 \pm 8,73$ см); 2-я группа – 15 измененных исследований коронарных артерий (средний возраст пациентов $54,93 \pm 9,4$ года, средний вес $87,98 \pm 13,98$ кг, средний рост $172,86 \pm 8,4$ см); 3-я группа – 40 исследований коронарных вен по предлагаемой методике (средний возраст пациентов $56,04 \pm 8,36$ года, средний вес $87,16 \pm 13,15$ кг, средний рост $174,56 \pm 6,85$ см). Группы были сопоставимы по возрасту, весу и росту.

Нормальность распределения количественных данных оценивали по критерию Шапиро–Уилка. Полученные значения количественных признаков представлены в форме среднего со стандартным отклонением ($M \pm SD$). Для оценки методик мы определяли время от остановки автоматического отслеживания болюса до начала сканирования артериальной и венозной фаз, а также плотность контрастирования в коронарном синусе (КС) в эти фазы. Проведен качественный анализ полученных результатов, включающий оценку визуализации главных вен на протяжении. Достоверность различий средних значений определяли с использованием двухстороннего *t*-критерия Стьюдента для независимых выборок в случае нормального распределения значений и с применением непараметрического критерия Манна–Уитни (*U*) в иных случаях. Уровень значимости был принят как $p < 0,05$.

Результаты

В контрольной 1-й группе время задержки начала сканирования в артериальную фазу было $21,8 \pm 2,69$ с; во 2-й группе это время составило $25,5 \pm 3,83$ с, в 3-й группе – $24,75 \pm 3,29$ с. Начало сканирования артериальной фазы значимо различалось во 2-й ($t = -2,74$; $p = 0,01$) и 3-й группах ($t = -2,78$; $p = 0,007$) относительно контрольной. Однако между 2-й и 3-й группами значимых различий времени задержки начала сканирования не получено ($t = 0,20$; $p = 0,84$) (рис. 1).

Время задержки начала сканирования в венозную фазу в 1-й группе не было измерено в связи с отсутствием данной фазы, во 2-й группе составило $38,61 \pm 8,23$ с, в 3-й – $37,78 \pm 4,01$ с.

Сканирование венозной фазы во 2-й и 3-й группах происходило в одинаковом временном промежутке после определения болюс-трекинга ($U = 0,482$; $p = 0,631$) (см. рис. 1).

Среднее значение плотности контрастирования крови коронарного синуса

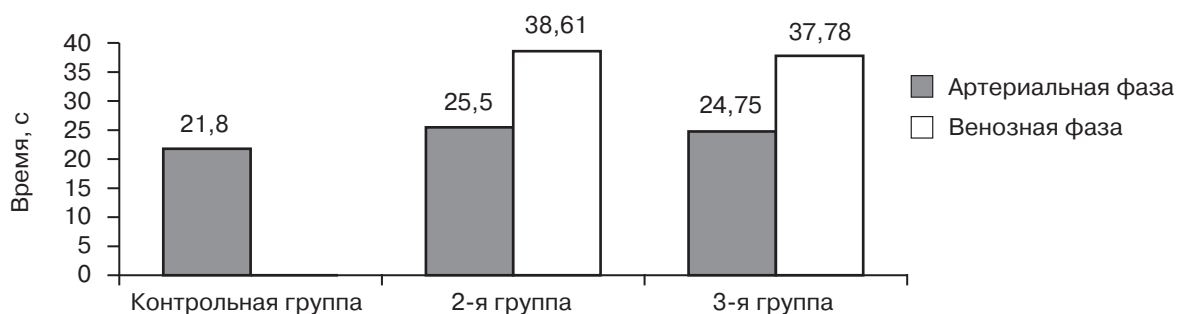


Рис. 1. Время задержки начала сканирования в артериальную и венозную фазы в трех группах. Среднее значение плотности контрастирования крови коронарного синуса в артериальную фазу в 1-й группе было $143,89 \pm 56,38$ HU, во 2-й – $139,08 \pm 41,17$ HU, в 3-й – $143,02 \pm 44,48$ HU

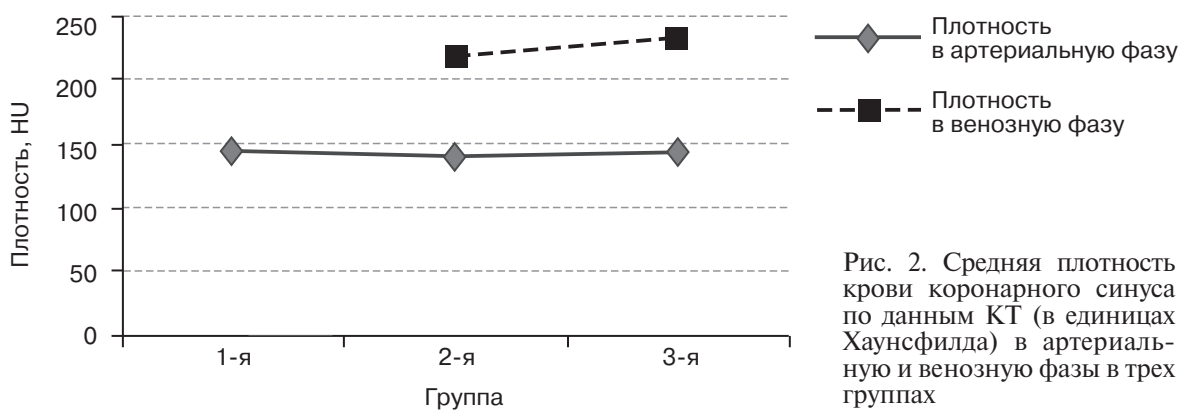


Рис. 2. Средняя плотность крови коронарного синуса по данным КТ (в единицах Хаунсфилда) в артериальную и венозную фазы в трех группах

в венозную фазу в 1-й группе не было измерено в связи с отсутствием этой фазы, во 2-й группе среднее значение плотности составило $218,66 \pm 59,59$ HU, в 3-й группе – $232,00 \pm 63,34$ HU.

Средняя плотность контрастирования крови в артериальную фазу достоверно не различалась в трех группах, в венозную фазу также статистически значимых различий между 2-й и 3-й группами получено не было ($p > 0,05$) (рис. 2).

Для качественной оценки мы провели анализ визуализации вен по протяженности в группах. Коронарный синус прослеживался у всех пациентов в трех группах. Большая вена сердца (БВС) была визуализирована в 1-й группе в 84% случаев, во 2-й и 3-й группах – у всех пациентов.

Средняя вена сердца (СВС) визуализирована в 1-й группе у 12% пациентов до уровня средней трети, у 32% – верхней тре-

ти, у 56% – вену не удалось визуализировать. Во 2-й группе СВС определялась в 93% случаев на всем протяжении, а в 7% случаев – до уровня средней трети. В 3-й группе средняя вена прослеживалась на всем протяжении во всех случаях (100%).

Задняя вена левого желудочка (ЗВЛЖ) в 1-й группе не была визуализирована. Во 2-й группе ЗВЛЖ прослеживалась на всем протяжении в 47% случаев, до уровня средней трети в 33%, до уровня верхней трети – в 20% случаев. В 3-й группе ЗВЛЖ определена на всем протяжении в 88% случаев, до уровня средней трети – в 12% случаев.

Передняя межжелудочковая вена (ПМЖВ) в 1-й группе не была визуализирована, а во 2-й и 3-й группах прослеживалась на всем протяжении во всех случаях (100%) (см. таблицу).

По данным исследования видно, что двухэтапное введение позволяет получить

Распределение визуализации вен по их протяженности в трех группах, %

Вена	Протяженность								
	на всем протяжении			до уровня средней трети			до уровня верхней трети		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
БВС	84	100	100	–	–	–	–	–	–
СВС	–	93	100	12	7	–	32	–	–
ЗВЛЖ	–	47	88	–	33	12	–	20	–
ПМЖВ	–	100	100	–	–	–	–	–	–

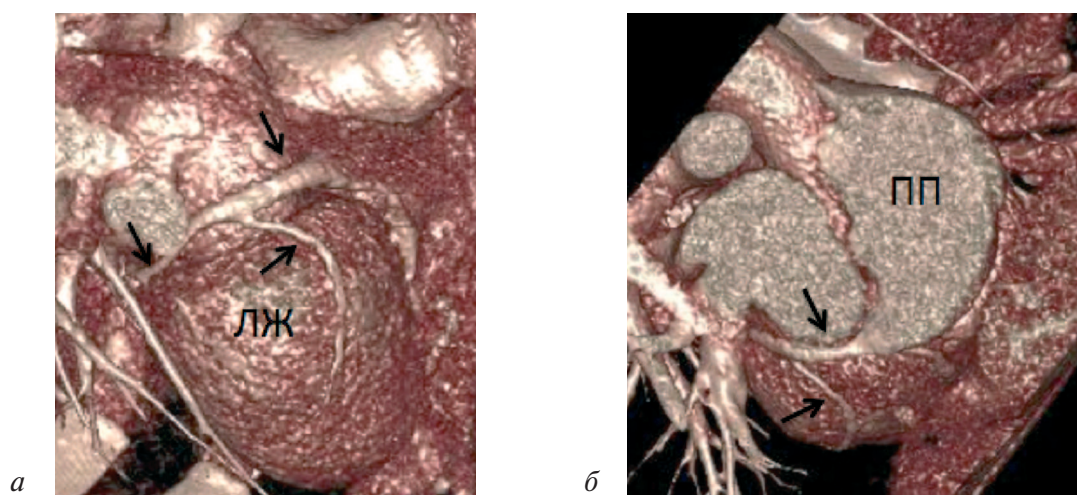


Рис. 3. Компьютерная ангиография. 3D-реконструкции. Визуализация коронарных вен (черные стрелки):
 а – большой вены сердца и задней вены ЛЖ; б – коронарного синуса и задней вены ЛЖ

равновесное контрастирование и визуализировать вены лучше в связи с тем, что контрастный препарат не успевает вымываться из проксимальных отделов вен, позволяя четко их визуализировать (рис. 3).

Обсуждение

Венозная система по сравнению с артериальной недооценивалась на протяжении многих лет. Тем не менее анатомические описания венозного русла, полученные неинвазивными методами, показывающие индивидуальные особенности притоков, протяженности и диаметров вен, встречаются с момента появления компьютерной томографии в кардиологии [5, 6].

Изменение протоколов сканирования сердца в зависимости от фазы сканирования

позволяет получить контрастирование различных полостей. Успех исследования сосудов определяется правильно подобранными параметрами сканирования и введения контрастного вещества, в том числе его объема, концентрации, скорости введения [7].

Нами стандартный протокол коронарных вен рассматривался как контрольный, для четкой оценки артериальной фазы сканирования.

Измененный протокол КТ-сканирования, предложенный нами во 2-й подгруппе из относительно здоровых пациентов, был подобен протоколу исследованию группы авторов Y.A. Chen et al. [8]. В их работе был использован тест-болюс и пороговое значение болюс-трекинга 180 HU, планируемое на нисходящую часть аорты, с началом

сканирования на 4 с позже артериального контрастирования. Авторы описанного протокола изучали анатомию венечных вен в норме и при различных патологиях. Однако влияние методики сканирования на визуализацию протяженности вен не описано. Нами было получено адекватное контрастирование КС, БВС и ПМЖВ, но ЗВЛЖ и БВС не были прослежены полностью у всех пациентов.

Рассматривая изменения венозной системы у больных с имплантированными стентами в коронарных артериях, исследователи использовали подобную вышеописанную методику КТ-сканирования. Их протокол включал болюс-трекинг до 180 НУ, планируемый на нисходящую часть аорты, с введением в среднем 100 мл неионного контрастного препарата со скоростью 4,5–5 мл/с. Визуализация вен была высокого качества, но авторы оценивали только диаметр [9].

Также в литературе встречается протокол сканирования с пороговым значением болюс-трекинга до 150 НУ, планируемый на восходящую часть аорты на 1 см дистальнее уровня бифуркации легочной артерии [10]. При таком сканировании коронарный синус, средняя вена и передняя межжелудочковая вена определялись у всех пациентов, задние и краевые вены отмечены в 87%. К сожалению, авторы не описывают визуализацию вен по протяженности.

С целью сравнения селективной коронарографии и КТ-коронарографии для визуализации венозного русла в литературе описан измененный протокол сканирования компьютерной томографии, включающий область сердца, как диапазон исследования, тест-болюс на уровне КС для определения времени циркуляции крови [11]. Пороговое значение болюс-трекинга в этом исследовании определено 100 НУ при планировании на уровне нисходящей аорты. Это позволило авторам получить более равновесное контрастирование в сердце, схожее с полученным в нашей 3-й группе. Такой протокол был взят как пример для

нашей 3-й подгруппы из относительно здоровых пациентов, но с изменением введения контрастного вещества. Качественный анализ подтвердил, что для визуализации вен на всем протяжении необходимо поддержание контрастирования в венозную фазу. Однофазная инъекция контрастного препарата не идеальна для оценки морфологии венозного русла, потому что она ведет к постепенному увеличению интраваскулярного контраста на протяжении времени, а после достижения максимального усиления – быстро падает. Чтобы сохранить достаточное контрастирование правых отделов сердца во вторую фазу, нужно продлить время инъекции препарата на величину времени пассажа через правое сердце (порядка 5–15 с в зависимости от сердечного выброса) [4]. Двухэтапное последовательное введение контрастного вещества позволяет продлить время поступления препарата и получить достаточно плотное контрастирование на протяжении венозной фазы. При этом нет необходимости значительно увеличивать дозу контрастного препарата, что подтвердили наши результаты.

В связи с полученными результатами описанный протокол 3-й группы можно считать рациональным протоколом сканирования коронарных вен на мультиспиральных компьютерных томографах с количеством срезов не менее 64.

Выводы

Использование стандартного протокола КТ-сканирования коронарных артерий с добавлением двухфазного последовательного введения контрастного препарата и дополнительного сканирования в венозную фазу позволяет получить высококачественные изображения венозного русла сердца на всем протяжении.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Гусейнов Э.А., Мартиросян Б.Р., Асадов Д.А., Шенгюл Х.М., Чигогидзе Н.А. Транскатетерная аннулопластика митрального клапана. Состояние вопроса. *Клиническая физиология кровообращения*. 2008; 1: 11–6.
2. Бокерия Л.А., Алекаян Б.Г., Бузиашвили Ю.И., Карденая К.Э., Стаферов А.В., Закарян Н.В. Применение внутрисосудистого ультразвука в диагностике и лечении патологии коронарных артерий. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2002; 2: 37–42.
3. Макаренко В.Н., Юрпольская Л.А. Неинвазивная лучевая диагностика в современной кардиохирургической клинике. *Бюллетень НИССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2016; 17 (3): 124–34.
4. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. Учебн. пособие. В 2 т. Пер. с англ. под ред. А.В. Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. 2-е изд. Т. 1. М.: МЕДпресс-информ; 2011: 258–9.
5. Christiaens L., Ardilouze P., Ragot S., Mergy J., Allal J. Prospective evaluation of the anatomy of the coronary venous system using multidetector row computed tomography. *Int. J. Cardiol.* 2008; 126 (2): 204–8. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.03.128.
6. Jongbloed M.R., Lamb H.J., Bax J.J., Schuijff J.D., de Roos A., van der Wall E.E., Schalij M.J. Noninvasive visualization of the cardiac venous system using multislice computer tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45 (5): 749–53.
7. Тюрин И.Е., Нейштатт А.С., Черемисин В.М. Компьютерная томография при туберкулезе органов дыхания. СПб.: Корона Принт; 1998.
8. Chen Y.A., Nguyen E.T., Dennie C., Wald R.M., Crean A.M., Yoo S.J., Jimenez-Juan L. Computer tomography and magnetic resonance imaging of the coronary sinus: anatomic variants and congenital anomalies. *Insights Imaging*. 2014; 5 (5): 547–57. DOI: 10.1007/s13244-014-0330-8.
9. Mlynarski R., Mlynarska A., Sosnowski M. Association between changes in coronary artery circulation and cardiac venous retention: a lesson from cardiac computed tomography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2013; 29: 885–90. DOI: 10.1007/s10554-012-0139-9B.
10. Genc B., Solak A., Sahin N., Gur S., Kalaycioglu S., Ozturk V. Assessment of the coronary venous system by using cardiac CT. *Diagn Interv Radiol.* 2013; 19 (4): 286–93. DOI: 10.5152/dir.2013.012.
11. Wei Y., Xie P., Pang W., Hu D., Michaels A.D., Sun Y. The relationship between the coronary sinus and coronary artery using multislice spiral computed tomography and conventional invasive angiography. *Int. J. Cardiol.* 2009; 137 (3): 276–81. DOI: 10.1016/j.ijcard.2008.12.2017.

References

1. Guseynov E.A., Martirosyan B.R., Asadov D.A., Shengyul Kh.M., Chigogidze N.A. Transcatheter annuloplasty of mitral valve. Questioned condition. *Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya (Clinical Physiology of Circulation, Russian journal)*. 2008; 1: 11–6 (in Russ.).
2. Bockeria L.A., Alekyan B.G., Buziashvili Yu.I., Cardenaya K.E., Staferov A.V., Zakaryan N.V. Application of intravascular ultrasound in the diagnosis and treatment of coronary artery disease. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya (Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery)*. 2002; 2: 37–42 (in Russ.).
3. Makarenko V.N., Yurpol'skaya L.A. Non-invasive radiologic diagnostics in modern cardiosurgery clinic. *Byulleten' Nauchnogo Tsentra Serdechno-Sosudistoy Khirurgii imeni A.N. Bakuleva RAMN (The Bulletin of Bakoulev Center "Cardiovascular Diseases", Russian journal)*. 2016; 17 (3): 124–34 (in Russ.).
4. Prokop M., Galanski M. Spiral and multislice computed tomography of the body: Training manual: In 2 vols. Translation from English under the editorship of A.V. Zubarev, Sh.Sh. Shotemor. 2nd ed. V. 1. Moscow: MEDpress-inform; 2011: 258–9 (in Russ.).
5. Christiaens L., Ardilouze P., Ragot S., Mergy J., Allal J. Prospective evaluation of the anatomy of the coronary venous system using multidetector row computed tomography. *Int. J. Cardiol.* 2008; 126 (2): 204–8. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.03.128.
6. Jongbloed M.R., Lamb H.J., Bax J.J., Schuijff J.D., de Roos A., van der Wall E.E., Schalij M.J. Noninvasive visualization of the cardiac venous system using multislice computer tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45 (5): 749–53.
7. Tyurin I.E., Neyshtadt A.S., Cheremisin V.M. Computed tomography in tuberculosis of the respiratory system. St. Petersburg: Korona Print; 1998 (in Russ.).
8. Chen Y.A., Nguyen E.T., Dennie C., Wald R.M., Crean A.M., Yoo S.J., Jimenez-Juan L. Computer tomography and magnetic resonance imaging of the coronary sinus: anatomic variants and congenital anomalies. *Insights Imaging*. 2014; 5 (5): 547–57. DOI: 10.1007/s13244-014-0330-8.
9. Mlynarski R., Mlynarska A., Sosnowski M. Association between changes in coronary artery circulation and cardiac venous retention: a lesson from cardiac computed tomography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2013; 29: 885–90. DOI: 10.1007/s10554-012-0139-9B.
10. Genc B., Solak A., Sahin N., Gur S., Kalaycioglu S., Ozturk V. Assessment of the coronary venous system by using cardiac CT. *Diagn Interv Radiol.* 2013; 19 (4): 286–93. DOI: 10.5152/dir.2013.012.
11. Wei Y., Xie P., Pang W., Hu D., Michaels A.D., Sun Y. The relationship between the coronary sinus and coronary artery using multislice spiral computed tomography and conventional invasive angiography. *Int. J. Cardiol.* 2009; 137 (3): 276–81. DOI: 10.1016/j.ijcard.2008.12.2017.

Поступила 01.06.2017
Принята к печати 09.06.2017