

НЕИНВАЗИВНАЯ ШУНТОГРАФИЯ МЕТОДОМ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

С.К. Терновой, Р.С. Акчурин, И.С. Федотенков, Т.Н. Веселова,
М.Э. Никонова, А.А. Ширяев

Появление новых современных подходов к лечению заболеваний сердца делает актуальным поиск методов диагностики, позволяющих точно оценить состояние коронарных артерий и миокарда ЛЖ, выбрать метод реваскуляризации миокарда, точно оценить результаты хирургического вмешательства. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является одним из признанных методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и оценке результатов коронарного шунтирования. В клинических исследованиях показано, что при диагностике окклюзий и стенотических изменений шунтов чувствительность и специфичность МСКТ составляют до 91-100%. Появление современных систем 64-640 спиральных томографов еще больше укрепит метод МСКТ, как метод выбора в неинвазивной диагностике состояния коронарных шунтов.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, коронарное шунтирование, стентирование коронарных шунтов.

Институт клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова «ФГУ РКНПК» Минздравсоцразвития России
г. Москва.

NON-INVASIVE DIAGNOSIS OF CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTS POTENCY, USING MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY

S.K. Ternovoy, R.S. Akchurin, I.S. Fedotenkov, T.N. Veselova,
M.E. Nikonova, A.A. Shiryayev

Development of the modern treatment approaches for cardiac pathology provides search for accurate diagnostics methods capable to estimate the coronary flow, left ventricular myocardium morphology and plan the way of myocardium revascularization and assess the results of surgery treatment. Multislice computed tomography (MSCT) is the method of choice for detection a large variety of cardiac diseases and estimation of coronary bypass surgery results. Clinical trials have shown the sensitivity and specificity of CT to be up to 91-100 in shunt occlusion diagnosis. Appearance of modern MSCT scanners with 64 to 640 row of detectors leads to more wide use of this CT modalities as the «gold standard» in estimation of the coronary bypass surgery results.

Key words: multislice computed tomography, coronary artery bypass grafting, stenting of coronary arteries bypass grafts

Cardiology Research Center Russian Federation
Moscow, Russia.

Появление новых современных подходов к лечению заболеваний сердца делает актуальным поиск методов диагностики, позволяющих точно оценить состояние коронарных артерий и миокарда левого желудочка (ЛЖ), а затем адекватно оценить результаты хирургического или эндоваскулярного вмешательства

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является одним из признанных методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Этот метод уникален возможностью получения при одном исследовании достаточной информации о морфологии сердца и состоянии коронарного кровотока. Традиционно для целей визуализации коронарных артерий и шунтов использовали интервенционную ангиографию, которая и теперь остается "золотым стандартом" диагностики. Однако за последние 20 лет благодаря совершенствованию методов лучевой диагностики появилась возможность получения изображений коронарных артерий, венозных и артериальных шунтов неинвазивными методами, прежде всего с помощью МСКТ [2]. Появилась методика МСКТ-ангиографии, которую используют для оценки состояния коронарных артерий и проходимости венозных и артериальных коронарных шунтов [4,10]. МСКТ ангиографию в настоящее время повсеместно используют в клинической практике.

Учитывая большое число операций реваскуляризации миокарда, выполняемых во всем мире, потребность в определении групп пациентов с наличием показаний к хирургическому лечению ИБС и контроле за состоянием проходимости шунтов велика.

В отечественной и зарубежной литературе практически отсутствует информация о возможности использования метода МСКТ в планировании коронарного шунтирования.

По данным некоторых исследований [6] МСКТ коронароангиография может быть использована как альтернатива инвазивной коронароангиографии, однако количество пациентов в этих исследованиях было не велико (50), кроме этого в данных работах не было представлено четких критериев отбора пациентов для хирургического лечения ИБС по данным МСКТ.

При определении окклюзий коронарных шунтов МСКТ демонстрирует 100% чувствительность и специфичность [7,9], в определении стенотических изменений коронарных шунтов результаты МСКТ противоречивы по данным [8] чувствительность варьирует от 70 до 90%, специфичность от 88 до 90%, по данным [11] составляет 100% и 99%, соответственно.

В раннем послеоперационном периоде МСКТ позволяет выявить различные послеоперационные осложнения, такие как медиастит,

перикардит, воспалительные изменения грудины, мягких тканей, легких, тромбоэмболию легочной артерии.

Количество работ по использованию МСКТ для определения дефектов перфузии миокарда ЛЖ ограничено, однако, имеющиеся данные демонстрируют хорошую корреляцию данных МСКТ и сцинтиграфии миокарда [3,5].

При МСКТ применяют ретроспективную кардиосинхронизацию, которая позволяет в полной мере использовать преимущества объемной томографии. При использовании 4-спиральных КТ толщина томографического среза должна составлять 1,25- 1,5 мм, для 16-64 – спиральных – 0,5-1 мм. В этом случае существенно улучшается пространственное разрешение по оси Z (направление движения стола томографа). Определение времени реконструкции данных относительно фазы сердечного цикла при МСКТ шунтографии не столь критично, как для исследования коронарных артерий. Обычно используется реконструкция в фазу диастолы – 80%, некоторые компьютерные томографы обладают опцией автоматического определения оптимальной фазы реконструкции.

Можно предложить следующие протоколы проведения МСКТ шунтографии с использованием 4–64 спиральных компьютерных томографов:

Положение пациента - лёжа на спине, головой вперед.

Направление исследования – от головы к ногам.

Томограмма – фронтальная.

Необходима кардиосинхронизация

Объем исследования - от уровня ярёмной вырезки до основания сердца.

Режим проведения томографии спиральный

Фазы исследования – нативная, артериальная.

Толщина томографического среза – МСКТ 4 – 1,25-1,5 мм, МСКТ 64 – 0,5- 0,6 мм.

Внутривенное контрастирование – болюсное введение контрастного препарата со скоростью 3,0-5,0 мл/сек.

Объем контрастного препарата МСКТ 4 – 120-150 мл, МСКТ 64 – 70-100 мл.

Задержка дыхания – на глубине вдоха или выдоха.

Обработка данных – выполнение мультипланарных реконструкций, трёхмерных реконструкций, реконструкций максимальной интенсивности.

Для обработки изображений шунтов обычно используют многоплоскостные реконструкции (MPR) по ходу шунтов. Возможно применение проекций максимальной интенсивности (MIP), однако для шунтов их значимость не столь велика, как для визуализации коронар-

ных артерий. Для наглядности получаемой информации используется методика построения объёмных изображений – объёмный рендеринг. При оценке состоянии маммаро-коронарных и аортокоронарных шунтов со 100% точностью можно диагностировать окклюзии (Рис. 1, а-б).

Необходимо проводить детальное исследование состояние просвета шунтов на протяжении для определения участков возможного стенозирования (Рис. 2, а-б).

Крайне тщательно необходимо визуализировать состояние проксимальных и дистальных анастомозов, так как именно там зачастую выявляются участки стенозирования (Рис.3).

В связи с успехами эндоваскулярной хирургии все чаще применяют баллонную ангиопластику и стентирование стенозированных или окклюзированных сегментов шунтов. В этом случае КТ можно использовать для неинвазивного контроля за проходимостью стентов (Рис. 4, а-б).

Метод МСКТ позволяет определять топографию аорто-коронарных и маммарокоронарных шунтов и расположение сложных искусственных и естественных конструкций (Y-образные шунты, секвенциальные шунты, конструкции из аутоартерий и вен), что особенно важно при проведении повторных операций на сердце (Рис 5, а-б).

В отделе томографии Института кардиологии им А.А.Мясникова было проведено исследование по изучению роли МСКТ для оценки проходимости коронарных шунтов и динамического наблюдения за пациентами в течение трех лет [1].

В исследование было включено 85 пациентов (67 мужчин, 18 женщин), в возрасте от 40 до 67 лет, средний возраст 61 ± 8 года), которым была проведена операция коронарного шунтирования. У всех пациентов до операции была стенокардия III-IV функционального класса, 47 пациентов ранее перенесли инфаркт миокарда. Операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) с использованием только аутовенозных шунтов была выполнена 8 пациентам, 2 пациентам было выполнено только маммарокоронарное шунтирование, 1 пациент перенёс бимаммарное шунтирование, 74 пациентам было выполнено аорто-коронарное шунтирование (АКШ) и маммарокоронарное шунтирование (МКШ).

Всем пациентам в течение 3 лет после операции проводили МСКТ шунтографию на томографах Somatom Sensation 4 (Siemens) и Aquilion 64 (Toshiba) по описанному выше протоколу.

Оценку результатов обследования пациентов проводили по данным ретроспективного анализа в период с 2005 по 2008 г.

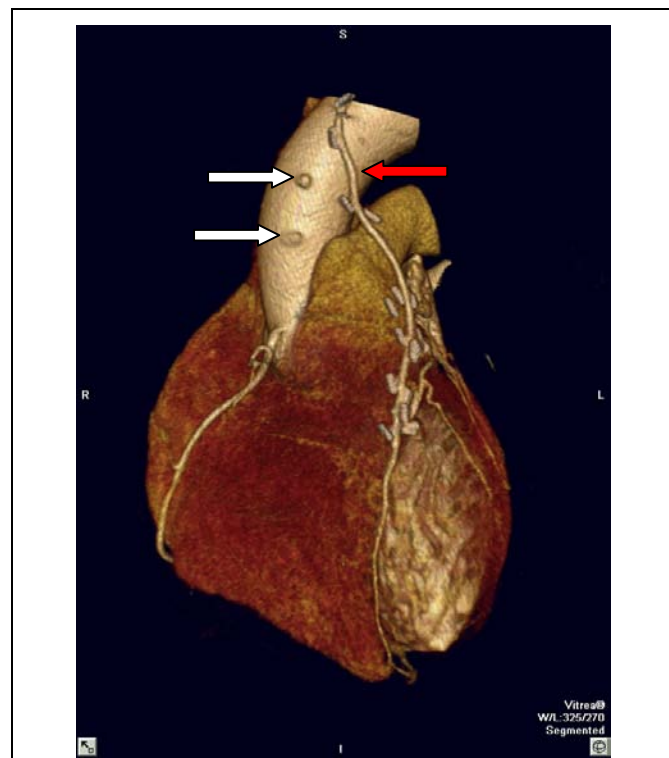


Рис. 1,а.

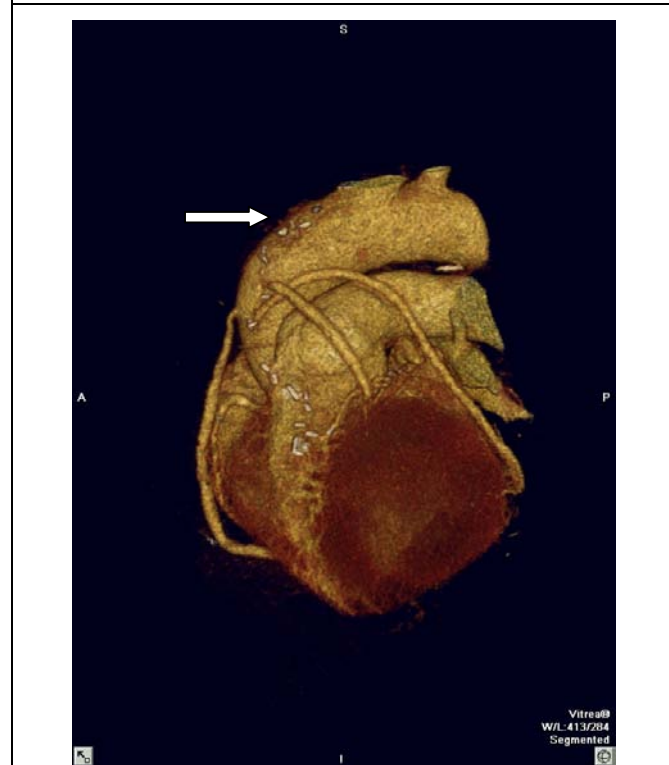


Рис. 1,б.

Рис. 1,а. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг. Окклюзии венозных шунтов к ПКА и ОА (белые стрелки). Функционирующий МКШ к ПНА (красная стрелка).

Рис. 1,б. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг. Окклюзия МКШ к ПНА (белая стрелка). Функционирующие венозные шунты к ПКА, ДА и АК.

Рис. 2,а. Метод МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Стеноз 85-90% в среднем сегменте венозного шунта к АК (белая стрелка).

Рис. 2,б. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг.

Стеноз 75-80% в среднем сегменте венозного шунта к ОА (белая стрелка).

Рис. 3. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг.

Стеноз 60% в месте проксимального анастомоза венозного шунта к ПКА (белая стрелка).

В первый год после операции коронарного шунтирования 18 пациентам наряду с МСКТ-шунтографией была проведена селективная рентгеноконтрастная шунтография, показанием к проведению селективной шунтографии явилось наличие стенотических изменений шунтов по данным МСКТ.

Всего было проанализировано состояние 40 венозных и 18 маммарных шунтов.

Метод МСКТ обладал высокой точностью в оценке проходимости коронарных шунтов в сравнении с данными селективной шунтографии.

В 13 из 40 венозных шунтов по данным МСКТ были выявлены проксимальные окклюзии, в 18 шунтах были выявлены гемодинамически значимые стенозы, что соответствовало данным селективной шунтографии. По данным нашего исследования чувствительность и специфичность метода МСКТ в оценке проходимости аортокоронарных венозных шунтов составили 100%

Окклюзии маммарных шунтов были выявлены в 5 случаях, селективная шунтография выполнялась лишь двум пациентам с наличием сопутствующих стенотических изменений в аортокоронарных венозных шунтах. По данным селективной шунтографии обе окклюзии МКШ были подтверждены – чувствительность и специфичность метода МСКТ – 100%

При оценке состояния маммарных и аутоартериальных шунтов с использованием 4-х спирального компьютерного томографа зачастую возникали сложности в визуализации шунтов на протяжении из-за наличия множественных артефактов от металлических скобок по ходу шунтов, однако при проведении исследований на 64- спиральном КТ данных сложностей не возникало из-за меньшей толщины томографического среза и использования специальных фильтров для подавления артефактов от металла.

При оценке проходимости шунтов методом МСКТ всего было изучено состояние 326 шунтов, из них 77 артериальных (маммарных) и 250 венозных шунтов.

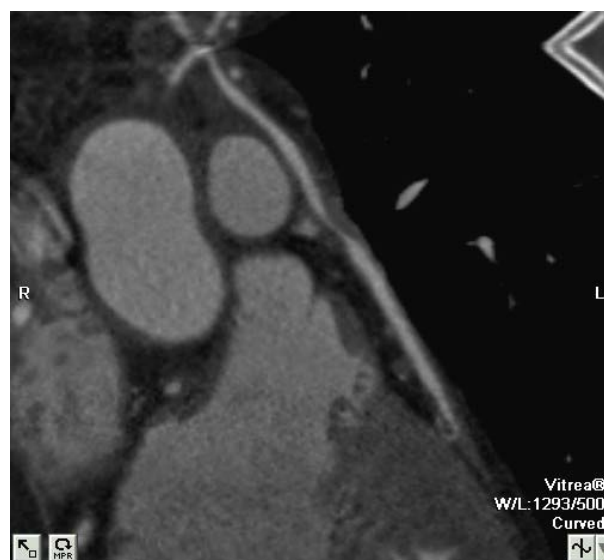


Рис. 2,а.



Рис. 2,б.

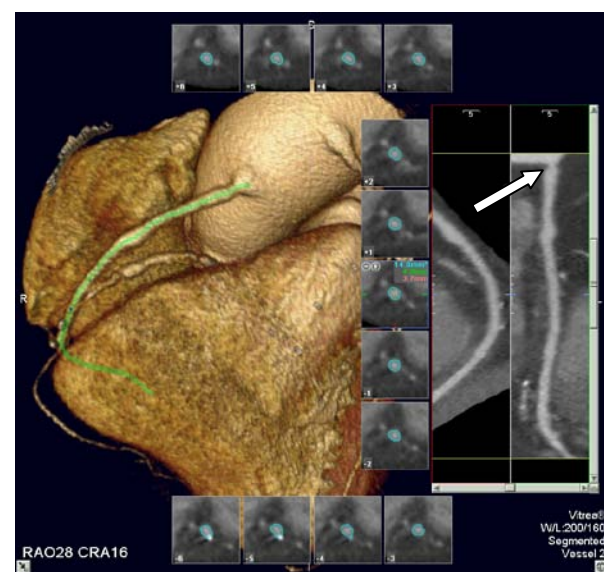


Рис. 3.

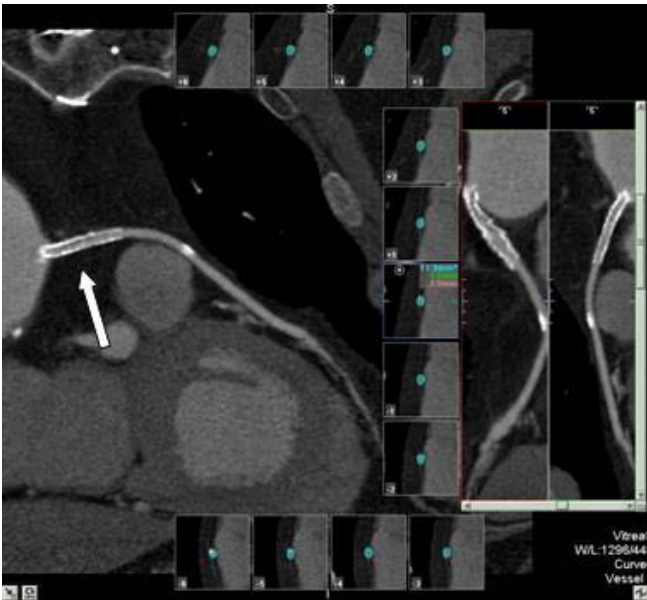


Рис. 4,а.

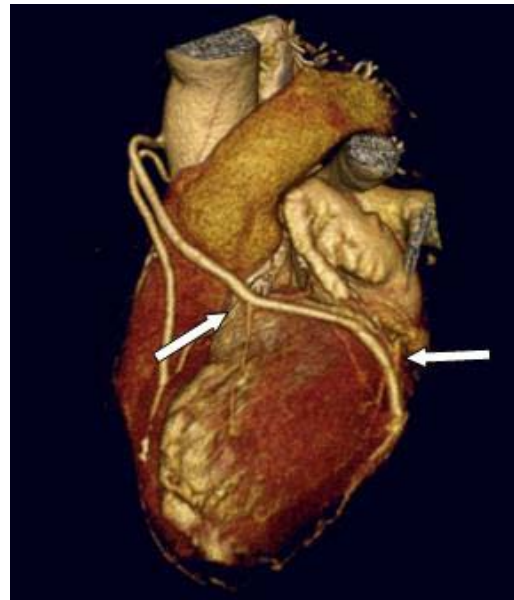


Рис. 5,а.



Рис. 4,б.

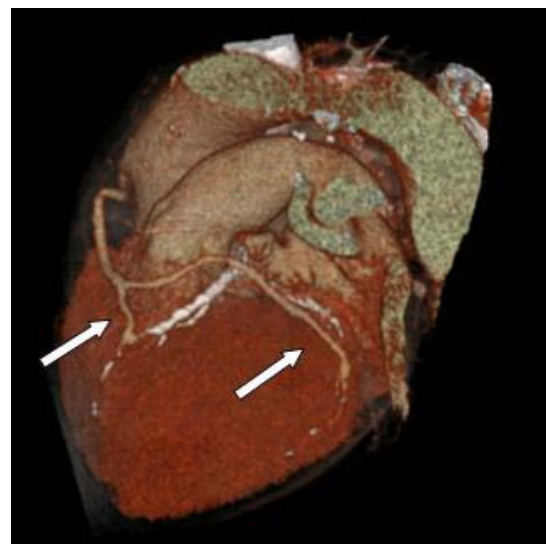


Рис. 5,б.

Рис.4,а. Метод МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Стент в проксимальном сегменте венозного шунта к ПНА.

Рис.4,б. Метод МСКТ. Многоплоскостная реконструкция.

Три последовательных стента в просвете венозного шунта к ДА (белые стрелки).

Рис.5,а. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг.

Секвенциальный шунт к ДА и ОА (белые стрелки указывают места дистальных анастомозов)

Рис.5,б. Метод МСКТ. Объёмный рендеринг.

У-образный венозный шунт к ПНА и АТК (белые стрелки указывают две ветви шунта).

Согласно многочисленным исследованиям несостоятельность маммарных шунтов намного ниже, чем венозных, что подтвердило наше исследование – выявлено 5 окклюзий. Оценка проходимости венозных шунтов в зависимости от бассейна шунтированной артерии не показала резких различий в количестве измененных шунтов. Окклюзии и стенотические изменения венозных шунтов к диагональной артерии (ДА),

оггибающей артерии (ОА) (артерии тупого края (АТК)) и правой коронарной артерии (ПКА) имели примерно одинаковую частоту (Таблица №1). Венозные шунты чаще подвергаются стенотическим изменениям и окклюзиям.

В первый год после операций АКШ и МКШ был выявлен наибольший процент окклюзирования шунтов – 20% венозных и 2,9% маммарных, на второй год были выявлены окклюзии

Таблица №1. Несостоятельность маммарных и аортокоронарных шунтов в зависимости от бассейна шунтированной артерии.

Бассейн шунтирования	Всего	Работает	Стеноз	Окклюзия
Передняя нисходящая артерия (ПНА) (МКШ)	77	72	0	5
ДА	61	41	4	16
ОА	112	86	7	19
ПКА	77	50	7	20
Всего	327	249	18	60

6,25% венозных шунтов и 3 % маммарных, на третий год была выявлена окклюзия 4,4% венозных шунтов (Диаграмма 1).

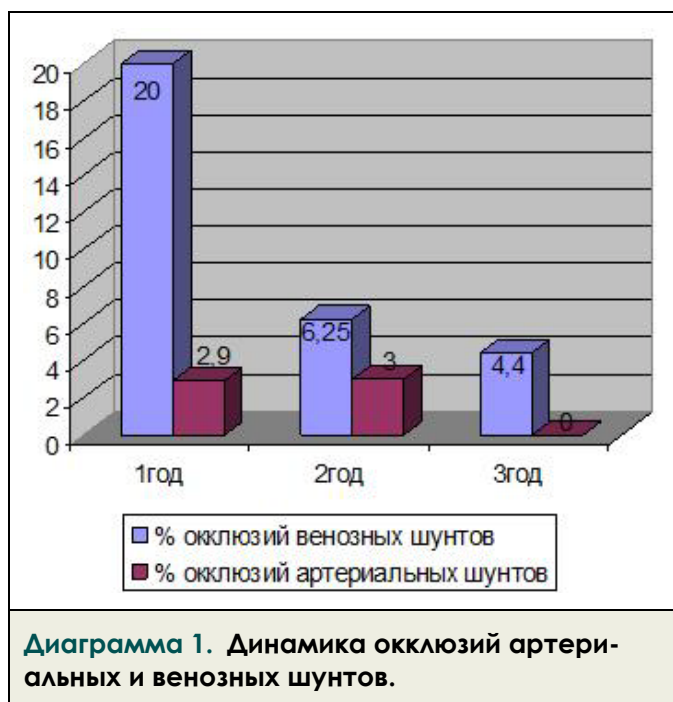


Диаграмма 1. Динамика окклюзий артериальных и венозных шунтов.

Данные МСКТ-шунтографии хорошо согласовались с данными клинико-инструментального обследования больных, проведенного в динамике.

Из 85 обследованных пациентов нагрузочную пробу на велоэргометре проводили 37 пациентам, однако оценка полученных данных в ряде случаев оказалась малоинформативной из-за недоведения до диагностических критериев вследствие усталости пациентов или значительного подъёма артериального давления. Корреляционный анализ выявил отсутствие взаимосвязи между данными нагрузочной пробы и результатами МСКТ-шунтографии ($r=0,28$, $p=0,47$).

Жалобы на боли в области сердца в первый год после операции предъявляли 35 пациентов, при этом у 76% из них боли не были связаны с физической нагрузкой, а характер болевых ощущений отличался от характера болей до операции. Анализ данных суточного мониторирования ЭКГ не выявил диагностически значимых эпизодов ишемии ни у одного пациента.

Таким образом, данное исследование и работы других авторов указывают на высокую чувствительность и специфичность (95-100%) МСКТ в оценке проходимости аортокоронарных шунтов.

Как известно, возобновление приступов стенокардии в первый год после операции АКШ вызвано в первую очередь нарушением проходимости шунтов, а не прогрессированием атеросклеротического процесса в коронарных артериях. Корреляционный анализ выявил отсутствие взаимосвязи между данными нагрузочной пробы и наличием окклюзий шунтов. Таким образом, данные велоэргометрии и суточного мониторирования ЭКГ в большинстве случаев не позволяют заподозрить нарушения проходимости шунтов. Такие результаты доказывают, что проведение шунтографии с помощью МСКТ показано пациентам как с возобновлением стенокардии в раннем послеоперационном периоде, так и при отсутствии у них четких признаков ишемии миокарда по данным нагрузочных проб.

Таким образом, МСКТ шунтография на настоящий момент является методом выбора в обследовании пациентов после операций коронарного шунтирования, неинвазивность методики и объём получаемой дополнительной информации о состоянии коронарного русла, грудной, средостения, аорты и лёгочной артерии – делают её, на данный момент, «золотым стандартом» неинвазивной шунтографии.

Список литературы:

1. Веселова Т.Н., Синицын В.Е., Федотенков И.С. Роль электронно-лучевой томографии в оценке проходимости аорто-коронарных шунтов. Результаты трехлетнего наблюдения. Тер. арх. 2003; 75 (4): 15-9.
2. Календер В. Компьютерная томография. М.: Техносфера, 2006; 344.
3. Терновой С.К., Веселова Т.Н., Синицын В.Е., Федотенков И.С., Руда М.Я., Меркулова И.Н., Кузьмин А.И., Стражеско И.Д., Сергиенко В.Б., Самойленко Л.Е. Роль Мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике инфаркта миокарда Кардиология 2008.-N 1.-С.4-8.
4. Терновой С.К., Синицын В.Е. Спиральная компьютерная и электронно-лучевая ангиография. М.: Видар, 1998; 144.
5. Cury RC, Nieman K, Shapiro MD, Nasir K, Cury RC, Brady TJ. Comprehensive cardiac CT study: Evaluation of coronary arteries, left ventricular function, and myocardial perfusion - Is it possible? Journal of Nuclear Cardiology 2007; 14: 229-243.
6. Harinder Singh Bedi, Jeet Amol Singh Gill, Sandeep Singh Bakshi Can we perform coronary artery bypass grafting on the basis of computed tomographic angiography alone? A comparison with conventional coronary angiography Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2008;33:633-638.
7. Martuscelli, MD; A. Romagnoli, MD; A. D'Eliseo, MD; M. Tomassini, MD; C. Razzini, MD; M. Sperandio, MD; G. Simonetti, MD; F. Romeo, MD; J.L. Mehta, MD, PhD Evaluation of Venous and Arterial Conduit Patency by 16-Slice Spiral Computed Tomography. Circulation. 2004;110:3234-3238.
8. Nieman K, Oudkerk M, Rensing BJ, et al. Coronary angiography with multislice computed tomography Lancet 2001;357:599-603.
9. Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kühl H, Schmermund A, Barkhausen J. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. J Am Coll Cardiol 2004;44:1224-9.
10. Sinitsyn VE, Achenbach S. Electron Beam Computed Tomography. In: M.Oudkerk (ed). Coronary Radiology. Berlin: Springer, 2004; 8.
11. Udo Hoffmann, Maros Ferencik, Riccardo C. Cury, Antonio J. Pena Coronary CT Angiography. Journal of Nuclear Medicine Vol. 47 No. 5 797.