

# МСКТ-КОРОНАРОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ХРОНИЧЕСКИХ ОККЛЮЗИЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

DOI: 10.17691/stm2018.10.2.13

УДК 616.132.2–036.12–007.272–073

Поступила 16.11.2017 г.

И.В. Шумаков, врач-рентгенолог<sup>1</sup>;М.Б. Сухова, к.м.н., научный сотрудник Института информационных технологий, математики и механики<sup>2</sup>; врач-рентгенолог<sup>1</sup><sup>1</sup>Специализированная кардиохирургическая клиническая больница, Н. Новгород, 603136, ул. Ванеева, 209;<sup>2</sup>Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Н. Новгород, 603950, проспект Гагарина, 23

**Цель исследования** — оценить практические возможности метода МСКТ-коронарографии при изучении окклюзирующих поражений коронарного русла.

**Материалы и методы.** 56 пациентов (средний возраст — 51,7±3,0 года) обследованы по поводу окклюзий коронарных артерий методами селективной коронарографии (СКГ) и МСКТ-коронарографии. Использованы рекомендации многоцентрового исследования J-CTO (Multicenter CTO Registry, Япония), основанные на данных инвазивной СКГ, и сформированная по его результатам шкала для прогнозирования исхода эндоваскулярной реканализации при хронических окклюзиях коронарных артерий с нашими дополнениями, впервые основанными на результатах МСКТ-коронарографии как самостоятельного метода визуализации.

**Результаты.** Визуализационные способности томографического метода по ряду позиций (оценка степени кальцификации, протяженность и исключение многоступенчатости окклюзии) превосходят данные традиционной инвазивной СКГ. Последняя сохранила лидирующие позиции лишь в случае детализации формы и размеров культи («пенька») окклюзированной артерии и в оценке выраженности коллатеральной сети.

Совокупность прогностических данных двух методов обеспечивает дополнительно до 10% успешных реканализаций при этой патологии.

МСКТ-коронарография может являться самостоятельным неинвазивным методом диагностики окклюзирующих поражений коронарного русла и должна быть включена в алгоритм обследования пациентов, которым планируется эндоваскулярная реканализация.

**Ключевые слова:** МСКТ-коронарография; селективная коронарография; хронические окклюзии коронарных артерий; неинвазивная диагностика коронарных артерий.

**Как цитировать:** Shumakov I.V., Sukhova M.B. MSCT coronary angiography in diagnosis of chronic coronary occlusions. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2018; 10(2): 118–124, <https://doi.org/10.17691/stm2018.10.2.13>

## English

## MSCT Coronary Angiography in Diagnosis of Chronic Coronary Occlusions

I.V. Shumakov, MD, Radiologist<sup>1</sup>;M.B. Sukhova, MD, PhD, Researcher, Institute of Information Technologies, Mathematics, and Mechanics<sup>2</sup>; Radiologist<sup>1</sup><sup>1</sup>Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital, 209 Vaneeva St., Nizhny Novgorod, 603136, Russia;<sup>2</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod, 603950, Russia

**The aim of the study** was to evaluate the use of MSCT coronary angiography in the diagnosis of coronary artery occlusions.

**Materials and Methods.** Fifty-six patients (mean age 51.7±3.0 years) were examined for coronary artery occlusions by selective coronary angiography (SCG) and MSCT coronary angiography. We followed the recommendations of the multicenter J-CTO trial (Multicenter CTO Registry, Japan) based on the SCG data, as well as their proposed scale for predicting the outcome of endovascular recanalization. The latter scale was modified in line with our own results of MSCT coronary angiography as an independent method of visualization.

**Results.** The tomographic approach tested in this study was superior over the traditional invasive SCG in respect to the assessment

**Для контактов:** Сухова Марина Борисовна, e-mail: [skkb@list.ru](mailto:skkb@list.ru)

of calcification, the length and the profile of the occlusion. The SCG was more advantageous in determining the shape and the size of the occluded artery stump and assessing the presence of a collateral network.

When combined, the predictive power of these two methods provides an additional 10% of successful recanalization.

MSCT coronary angiography can be an independent non-invasive method for diagnosing occlusive coronary disease and should be incorporated in the algorithm of patient examination prior to endovascular recanalization.

**Key words:** MSCT coronary angiography; selective coronary angiography; chronic occlusions of coronary arteries; non-invasive diagnosis of coronary arteries.

## Введение

Хроническая окклюзия составляет в среднем одну четвертую часть всех форм атеросклеротического поражения коронарных артерий и является наиболее «неудобной» формой для эндоваскулярной коррекции [1, 2].

На фоне общего роста числа удачных эндоваскулярных процедур по поводу коронарного атеросклероза успех реканализации хронических окклюзий до сих пор не превышает одной трети и сопряжен с высоким риском интраоперационных осложнений [3, 4]. Обусловлено это невозможностью или неадекватностью (около 74%) визуализации окклюдированного и ниже расположенных отделов заинтересованной артерии методом инвазивной селективной коронарографии (СКГ) [5, 6].

Визуализационные возможности СКГ неоспоримы в случае стенозирующих поражений коронарного русла и остаются недостаточными в случае окклюзий [7, 8]. Прежде всего это невозможность или недостаточность качества визуализации формы культи сосуда, протяженности окклюзии, структуры (в первую очередь — оценка объема кальцинирования) окклюдированного сегмента, а также плохая или невозможная визуализация дистальных отделов нативной коронарной артерии и степени развития коллатеральной сети [9, 10]. Вместе с тем в совокупности перечисленные критерии помогают спрогнозировать успех эндоваскулярной коррекции окклюзий коронарных артерий [4, 10].

Разработанные зарубежными авторами показания для отбора пациентов по ангиографическим характеристикам окклюдированного сегмента на основании международных шкал, безусловно, увеличивают процент возможного успеха эндоваскулярных вмешательств, однако до сих пор он не превышает 50–65% [1, 10].

За рубежом о визуализационных возможностях МСКТ-коронарографии заговорили не более 10 лет назад [7, 8], с этого момента количество выполняемых процедур стало ежегодно увеличиваться. Стремительный прогресс технических возможностей, программного обеспечения и постпроцессинговой обработки современных 64-срезовых (и выше) компьютерных томографов позволяет рассматривать МСКТ-коронарографию как серьезный альтернативный и/или дополняющий метод оценки коронарных артерий [9].

Однако для диагностики окклюзий коронарных ар-

терий как наиболее сложного варианта атеросклеротического изменения коронарных артерий метод МСКТ стал использоваться только в последние годы. К настоящему моменту в зарубежной литературе опубликованы лишь единичные статьи, посвященные этой проблеме [1, 10]. Подобных исследований в доступной нам отечественной литературе мы не обнаружили.

В своей работе мы опирались на рекомендации многоцентрового исследования J-СТО (Multicenter CTO Registry, Япония) [1], которые основывались на данных инвазивной СКГ, и сформированную по результатам этого исследования первую шкалу для прогнозирования исхода эндоваскулярной реканализации при хронических окклюзиях коронарных артерий, однако впервые использовали данные МСКТ-коронарографии в качестве самостоятельного метода визуализации.

**Цель исследования** — оценить информативность МСКТ-коронарографии в оценке состояния окклюдированных поражений коронарного русла и определить прогностическую роль данных МСКТ-коронарографии как самостоятельного метода; провести сравнительный анализ возможностей визуализации этого метода и инвазивной селективной коронарографии по ключевым позициям в прогнозировании успеха эндоваскулярной реканализации окклюзий коронарных артерий.

## Материалы и методы

По поводу хронических окклюзий коронарных артерий обследованы 56 пациентов, средний возраст которых составил  $51,7 \pm 3,0$  года (от 32 до 78 лет); лиц мужского пола было 35 (63%), женского — 21 (37%).

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013) и одобрено Этическим комитетом Специализированной кардиохирургической клинической больницы. От каждого пациента получено информированное согласие.

МСКТ-коронарографию выполняли на компьютерном томографе Aquilion CXL (Toshiba, Япония) с постобработкой изображений на мультимодальной рабочей станции Vitrea (Toshiba, Япония). Наряду с МСКТ-исследованием традиционно всем пациентам проводили инвазивную СКГ, однако результаты инвазивного исследования значимой информации по окклюдированной артерии не добавили. Выполнение СКГ скорее имело традиционный характер.

С целью сохранения достоверности полученных данных временной промежуток между исследованием не превышал 3 мес.

По стандартно принятой методике Agatston перед выполнением МСКТ-коронарографии проводили количественную оценку коронарного кальция окклюзированной артерии.

В качестве основы оценки результатов двух методов — инвазивного (СКГ) и неинвазивного (МСКТ) — взяты базовые характеристики окклюзированного сегмента, анализируемые в исследовании J-СТО [1]. Нашими дополнениями стали детализация кальциноза предокклюзионного и постокклюзионного сегментов артерии и зоны окклюзии, оценка наличия и развитости коллатеральной сети, а также оценка истинной протяженности окклюзии, исключение ее многоступенчатости.

### Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ визуализационных возможностей двух методов (см. таблицу) показал, что чувствительность МСКТ-коронарографии в случае выявления коронарного кальция (Ca score) превосходит СКГ в среднем на одну треть, чувствительность метода МСКТ в оценке кальция достигает 97%.

В случае визуализации длины окклюзии метод МСКТ превосходит СКГ также в среднем на одну треть, в этом случае чувствительность МСКТ-коронарографии достигает 61% (рис. 1).

Лучшие результаты метод МСКТ продемонстрировал и при диагностике многоступенчатости окклюзии (чувствительность метода — 34% против 18% у СКГ), извитости окклюзированного сегмента (чувствительность метода — 23% против 16% у СКГ).

Селективная коронарография сохранила лидирующие позиции лишь в случае детализации формы и размеров культи («пенька») окклюзированной артерии и в оценке выраженности коллатеральной сети.

По совокупности данных инвазивного или неинвазивного методов исследования пациенты были разделены на три группы.

1-я группа (n=20) — высокая степень сложности для эндоваскулярной коррекции. В нее вошли пациенты, у которых были выявлены два и более вышеперечисленных фактора риска: двух- или многоступенчатая окклюзия, массивный кальциноз окклюзированного сегмента (выше 300 ед.), протяженность окклюзированного сегмента более 2 см (рис. 2).

2-я группа (n=27) — легкая степень сложности реканализации, в нее вошли пациенты, не имеющие вышеперечисленных факторов риска (рис. 3).

3-я группа (n=9) — средняя (или сомнительная) степень сложности реканализации, в нее вошли пациенты, имеющие один из вышеуказанных факторов риска (рис. 4).

Таким образом, на основании комплексной оценки (МСКТ + СКГ) состояния коронарного русла для всех пациентов была окончательно определена прогностическая степень сложности процедуры реканализации (рис. 5) и выбрана тактика лечения — хирургическая или эндоваскулярная.

20 пациентов из 1-й группы были сразу направлены на хирургическую коррекцию коронарного русла без попыток эндоваскулярного вмешательства.

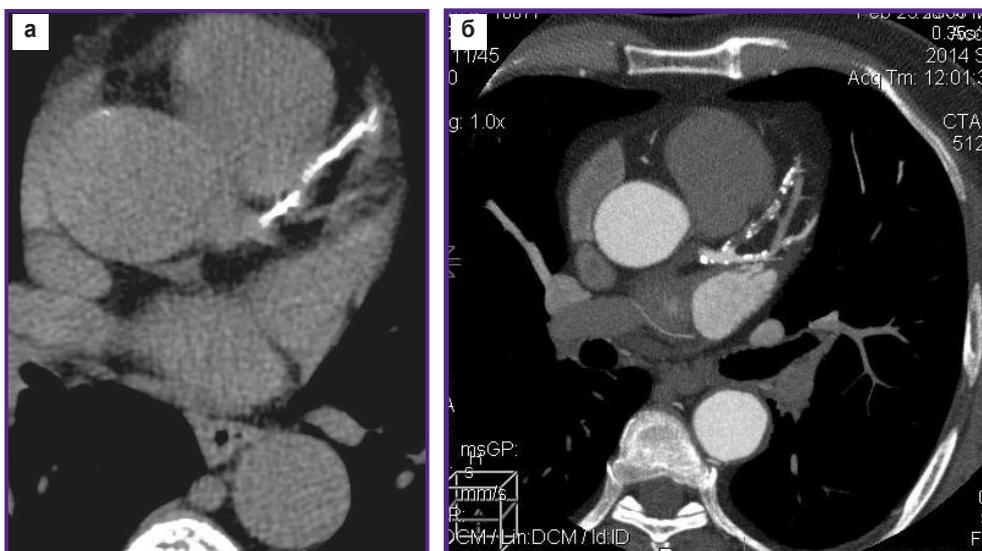
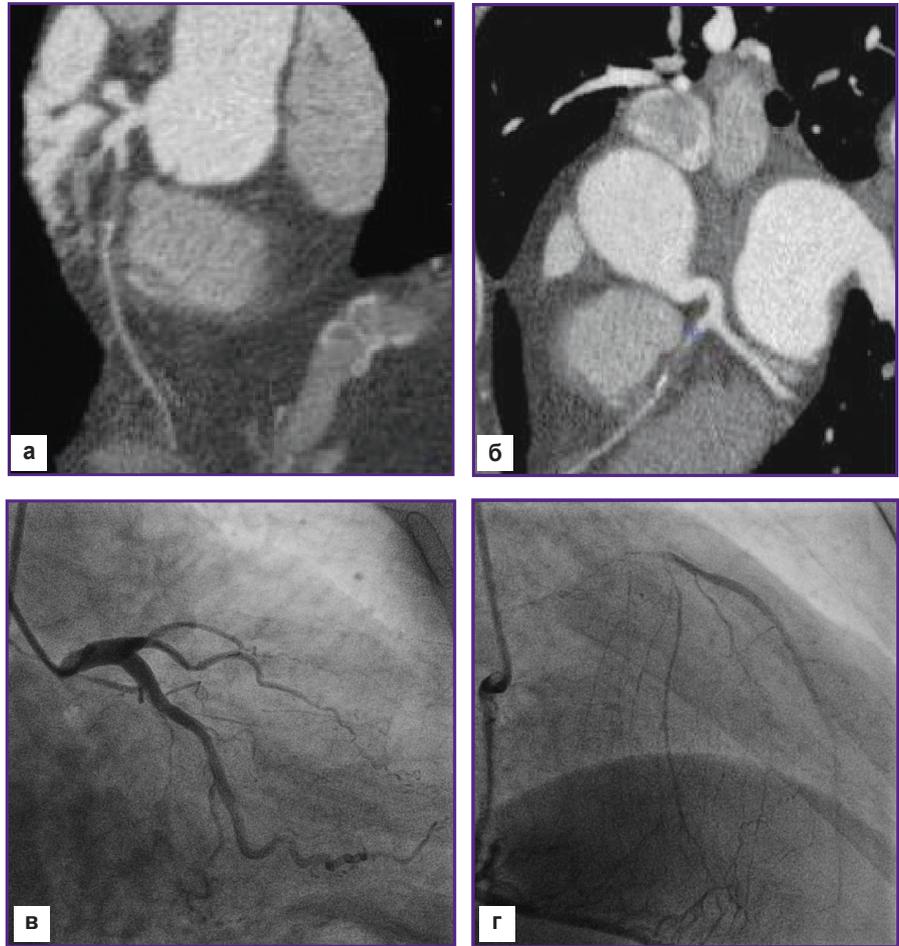
Больным 2-й группы (27 пациентов) выполнена попытка эндоваскулярной реканализации окклюзированного сегмента: у 26 пациентов (97%) вмешательство было удачным, с хорошим ангиографическим результатом; в одном случае попытка оказалась неудачной в

**Сравнение возможностей МСКТ-коронарографии и селективной коронарографии в обследовании окклюзированных сегментов коронарных артерий, абс. число/%**

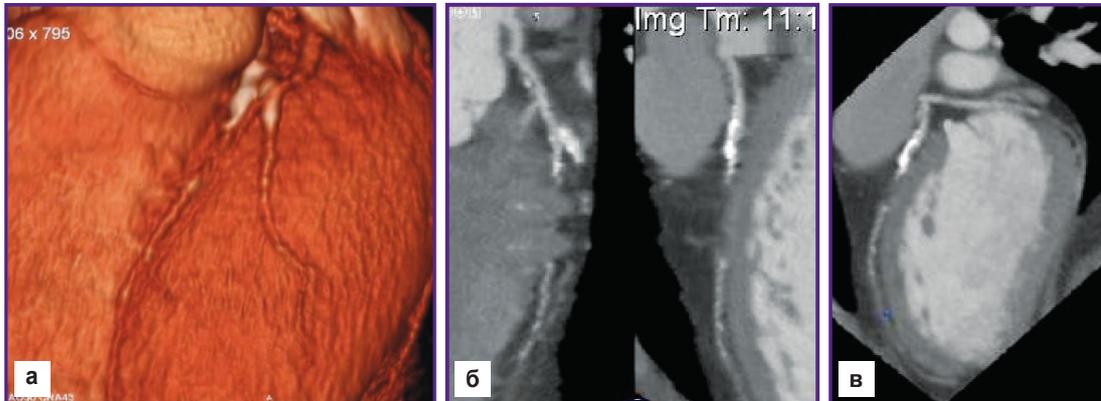
Характеристики окклюзированной артерии	Возможность визуализации методом селективной коронарографии	Возможность визуализации методом МСКТ	Плохая визуализация любым методом	p
Наличие культи	41/23	36/20	59/33	<0,05
Наличие кальция в структуре оккклюзии	31/17	96/54	4/2	<0,05
Наличие кальция в предокклюзированном сегменте	54/30	98/55	2/1	<0,05
Наличие кальция в постокклюзированном сегменте	24/13	96/54	4/2	<0,05
Протяженность оккклюзии	28/16	61/34	39/22	<0,05
Извитость оккклюзированного сегмента	16/9	23/13	77/43	<0,05
Выраженность коллатеральной сети	61/34	41/23	39/22	<0,05
Многоступенчатость оккклюзированного сегмента	18/10	34/19	66/37	—

Примечание. При сравнении показателей группы по количественным признакам с нормальным распределением использовался t-критерий Стьюдента.

**Рис. 1. Сравнение изображений ЭКГ-синхронизированной МСКТ-коронарографии в высокоразрешающем режиме с толщиной срезов 128×0,25 мм и инвазивной селективной коронарографии (СКГ) — окклюзия передней нисходящей артерии (ПНА):**  
 а, б — МСКТ-коронарография; окклюзия проксимального сегмента ПНА «мягкой» бляшкой, протяженность окклюзированного сегмента — до 2 см, коллатеральная сеть не выражена; в, г — инвазивная СКГ; окклюзия проксимального сегмента ПНА

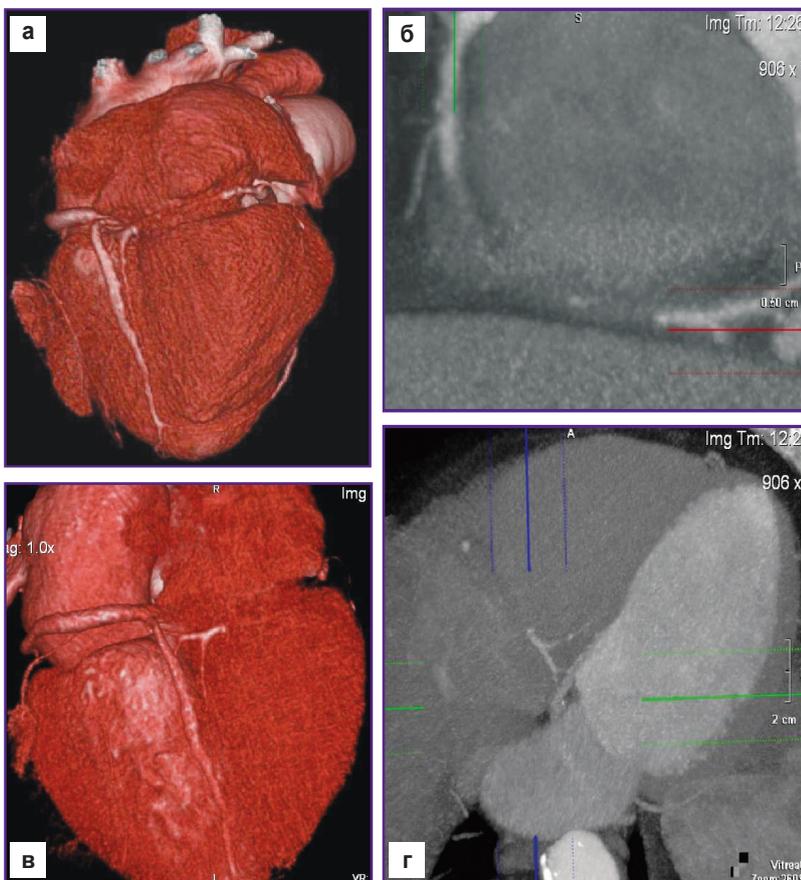


**Рис. 2. ЭКГ-синхронизированная МСКТ-коронарография в высокоразрешающем режиме с толщиной срезов 128×0,25 мм у пациентов 1-й группы (высокого риска) — окклюзия передней нисходящей артерии (ПНА):**  
 а — Ca score; протяженный кальциноз проксимального и среднего сегментов ПНА (индекс Agatston >400 по результатам Ca score); б — МСКТ-коронарография; протяженная (более 2 см) окклюзия проксимального сегмента ПНА с неравномерным кальцинозом



**Рис. 3.** ЭКГ-синхронизированная МСКТ-коронарография в высокоразрешающем режиме с толщиной срезов 128×0,25 мм у пациентов 2-й группы — окклюзия передней нисходящей артерии (ПНА):

а–в — варианты постобработки изображений; четко определяются уровень окклюзии ПНА, протяженность окклюзированного сегмента, контрастирование дистальных отделов окклюзированной артерии; наличие кальцинатов в структуре преокклюзированного сегмента ПНА



**Рис. 4.** ЭКГ-синхронизированная МСКТ-коронарография в высокоразрешающем режиме с толщиной срезов 128×0,25 мм у пациентов 3-й группы — окклюзия правой коронарной артерии (ПКА):

а–с — варианты постобработки изображений; четко определяется уровень окклюзии ПКА, протяженность окклюзированного сегмента более 2 см без признаков кальцинирования и многоступенчатости, отчетливое контрастирование дистальных отделов окклюзированной ПКА

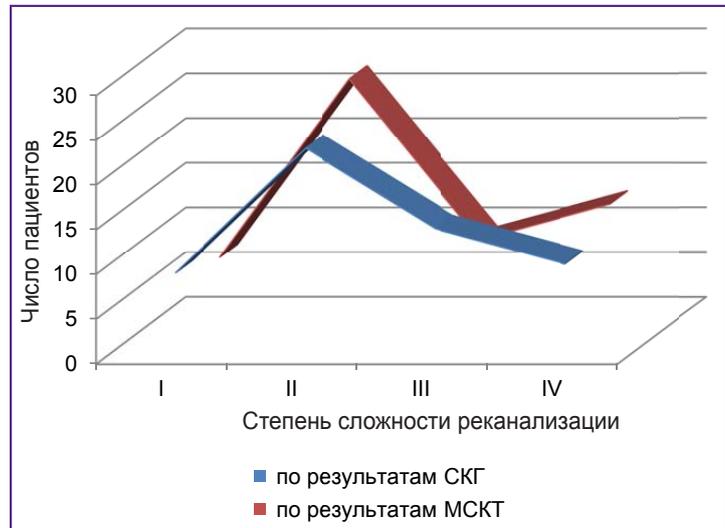
связи с неверной интерпретацией многоступенчатости и извитости окклюзированного сегмента.

Всем больным 3-й группы (9 пациентов) выполнена попытка эндоваскулярной реканализации: у двух пациентов процедура была успешной, у семи попытка оказалась неудачной.

Главным фактором неудачи стала невозможность

проведения коронарного проводника через бляшку в дистальный отдел коронарной артерии по истинному просвету сосуда за счет массивного кальциноза (3 пациента), многоступенчатости окклюзированного сегмента (3 пациента) и длины окклюзии более 2 см (1 пациент). Во всех случаях вмешательство было прекращено в связи с высоким риском перфорации артерии.

Рис. 5. Распределение пациентов на прогностические группы по степени сложности реканализации окклюзии на основании визуализационных данных селективной коронарографии (СКГ) и МСКТ-коронарографии



Предварительно выбранная тактика лечения (по совокупности данных МСКТ и СКГ) была изменена у 15 пациентов (27%).

Совокупность прогностических данных двух методов принесла дополнительно до 10% успешных реканализаций при данной патологии в работе нашей клиники.

### Заключение

Метод МСКТ-коронарографии продемонстрировал высокую информативность в оценке состояния окклюзий коронарных артерий. Визуализационные способности томографического метода по ряду позиций (оценка степени кальцификации, протяженность и исключение многоступенчатости окклюзии) превосходят данные привычной инвазивной селективной коронарографии.

МСКТ-коронарография может служить самостоятельным неинвазивным методом диагностики окклюзирующих поражений коронарного русла и должна быть включена в алгоритм обследования пациентов, которым планируется эндоваскулярная реканализация.

В ряде случаев результаты неинвазивного томографического исследования могут стать решающими в выборе метода лечения у пациентов с хроническими окклюзионными поражениями коронарных артерий.

**Финансирование исследования.** Работа поддержана Министерством образования и науки РФ (Соглашение №02.G25.31.0157 от 01.12.2015).

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу.

### Литература/References

1. Morino Y., Abe M., Morimoto T., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T., Ochiai M., Noguchi Y., Kato K., Shibata Y.,

Hiasa Y., Doi O., Yamashita T., Hinohara T., Tanaka H., Mitsudo K. J-CTO through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc Interv* 2011; 4(2): 213–221, <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2010.09.024>.

2. Ferrer-Gracia M.-C. Percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion, a review of indications, techniques, and complications. *EMJ Int Cardiol* 2017; 5(1): 85–95.

3. Верин В.В., Селютин С.М., Качалов С.Н. Реканализация хронических тотальных окклюзий коронарных артерий: состояние проблемы и собственный опыт. *Креативная кардиология* 2010; 2: 60–70. Verin V.V., Selyutin S.M., Kachalov S.N. Recanalization of chronic total occlusions of the coronary arteries: the state of the problem and own experience. *Kreativnaya kardiologiya* 2010; 2: 60–70.

4. Хелимский Д.А., Крестьянинов О.В., Шермук А.А., Ибрагимов Р.У., Марченко А.В., Редкин Д.А., Гранкин Д.С., Прохорихин А.А., Кретов Е.И. Прогнозирование исхода эндоваскулярных вмешательств у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий. Можем ли мы предсказать результат. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2017; 21(1): 91–97. Khelimskiy D.A., Krestyaninov O.V., Shermuk A.A., Ibragimov R.U., Marchenko A.V., Redkin D.A., Grankin D.S., Prokhorikhin A.A., Kretov E.I. Predicting endovascular intervention outcomes in patients with chronic total occlusion of coronary artery. Can we forecast the results? *Patologia krovoobrasenia i kardiokhirurgiya* 2017; 21(1): 91–97.

5. Buller C.E., Rankin J.M., Carere R.G., Buszman P.E., Pfisterer M.E., Dzavik V., Thomas B., Forman S., Ruzyllo W., Mancini G.B., Michalis L.K., Abreu P.F., Lamas G.A., Hochman J.S. Percutaneous coronary intervention in the Occluded Artery Trial: procedural success, hazard, and outcomes over 5 years. *Am Heart J* 2009; 158(3): 408–415, <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2009.05.035>.

6. Козина М.Б. Этиопатогенетические показания к комплексному МСКТ-исследованию у пациентов с подозрением на ТЭЛА. *Медицинский альманах* 2017; (3): 161–164. Kozina M.B. Etiopathogenetic grounding of indications for comprehensive MSCT examination of patients having indications of thromboembolism of the pulmonary

artery. *Medicinskij al'manah* 2017; (3): 161–164, <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-161-164>.

7. Сумин А.Н., Корок Е.В., Кокон А.Н., Барбараш О.Л., Барбараш Л.С. Возможности МСКТ-коронарографии в диагностике гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий. *Сибирский медицинский журнал* 2011; 26(3): 96–102. Sumin A.N., Korok E.V., Kokon A.N., Barbarash O.L., Barbarash L.S. Opportunities of multilayer spiral CT in the diagnosis of hemodynamically significant stenosis of coronary arteries. *Sibirskij medicinskij zurnal* 2011; 26(3): 96–102.

8. Jacquier A., Gaubert J.Y., Amabile N., Bartoli J.M., Moulin G. Coronary MDCT and cardiac MR imaging: a revolution in radiology? *J Med Liban* 2009; 57(3): 167–177.

9. Шевченко Е.А., Сухова М.Б., Шумаков И.В. Выбор оптимального алгоритма использования компьютерной томографии в практике экстренной кардиохирургии с учетом этиопатогенеза изучаемой патологии. *Современные*

проблемы науки и образования 2017; 5. Shevchenko E.A., Suhova M.B., Shumakov I.V. Changes in the level of secretory immunoglobulin a in oral liquid for the treatment of chronic recurrent aphthosis stomatitis on a background of urogenital infection in women of different age groups. *Sovremennye problemy nauki i obrazovania* 2017; 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26785>.

10. Steg P.G., Thuairé C., Himbert D., Carrié D., Champagne S., Coisne D., Khalifé K., Cazaux P., Logeart D., Slama M., Spaulding C., Cohen A., Tirouvanziam A., Montély J.M., Rodriguez R.M., Garbarz E., Wijns W., Durand-Zaleski I., Porcher R., Brucker L., Chevret S., Chastang C.; DECOPI Investigators. DECOPI (DEsobstruction COronaire en Post-Infarctus): a randomized multi-centre trial of occluded artery angioplasty after acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 2004; 25(24): 2187–2194, <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2004.10.019>.