

МСКТ-КОРОНАРОГРАФИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**С.К. Терновой, С. П. Морозов, И.Ю. Насникова, Н.С. Сильченко,
В.Е. Сеницын, В.Ф. Ликов, Д.В. Сальников**

ФГУ «ЦКБ с поликлиникой»
УД президента РФ
ГОУВПО ММА им. И.М. Сеченова Росздрова

Прогресс многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) обусловил резкий всплеск интереса рентгенологов во всем мире к обследованию пациентов с ишемической болезнью сердца. Доказанная высокая диагностическая эффективность 64-срезовой МСКТ-коронарографии ставит эту методику на первое место среди скрининговых тестов на наличие коронарного атеросклероза. Она позволяет неинвазивно, быстро и точно выявить атеросклеротические бляшки в коронарных артериях, оценить степень стенозирующего поражения. Несмотря на то, что основные показания для этой методики уже определены, сохраняется расхождение во взглядах специалистов относительно ее места в существующих алгоритмах обследования кардиологических пациентов. Цель данной работы – описание современного состояния проблемы и фокусирование на роли МСКТ-коронарографии в клинической медицине.

Ключевые слова: коронарные артерии, ишемическая болезнь сердца, компьютерная томография.

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) – несомненно лидирующая причина смертности населения развитых стран мира, опережая нарушение мозгового кровообращения, онкологические заболевания и травматизм. В Соединенных Штатах Америки 40% смертей обусловлено острым инфарктом миокарда (ОИМ) и его осложнениями. В России смертность от ОИМ и острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) суммарно достигает 900 случаев на 100 тысяч населения. Основная проблема – бессимптомное развитие ИБС, когда первым проявлением болезни становится внезапная коронарная смерть молодого, физически активного человека. В клинической практике используется несколько неинвазив-

ных методов выявления ИБС, включая электро- и эхокардиографию с нагрузкой, методы радионуклидной диагностики. Однако из-за ограниченной чувствительности и частой неоднозначности результатов этих исследований окончательно исключить ИБС у большинства пациентов можно только с помощью инвазивной коронароангиографии (КАГ), для выполнения которой в таких случаях требуются, с одной стороны, достаточные показания, а с другой – согласие пациента.

В связи с этим интерес врачей и общественности к новым высокочувствительным методам неинвазивного скрининга заболеваний коронарных артерий (КА) очень высок. Сегодня МСКТ (многосрезовая компьютерная

томография)-коронарография позволяет неинвазивно оценить их состояние, выявить атеросклеротические бляшки, дифференцировать их тип (мягкие, кальцинированные или смешанные), определить степень стеноза сосуда и уточнить показания для выбора метода профилактики или лечения ИБС [1–3]. Вместе с тем МСКТ-коронарография подвергается обоснованной критике из-за лучевой нагрузки, невозможности обследования пациентов с аритмией, необходимости применения бета-блокаторов перед исследованием и из-за относительно низкой специфичности методики по сравнению с КАГ.

Начало применения МСКТ для изучения состояния КА относится к концу 90-х гг. прошлого века, когда исследования выполнялись на 4-срезовых компьютерных и электронно-лучевых томографах (ЭЛТ).

Первый опыт был ограничен техническими возможностями приборов и в первую очередь направлен на выявление косвенных признаков ИБС – на подсчет внутрисосудистого кальция, который называют кальциевым индексом (КИ). Для количественной оценки КИ использовался метод Агатстона, значения которого непосредственно коррелируют с тяжестью ИБС. КИ – независимый фактор риска развития острых коронарных синдромов в ближайшие 5 лет жизни пациента [4, 5].

Интерес к проблеме неинвазивной оценки КА был очень высок как за рубежом, так и в России. Благодаря проведенным на рубеже XX и XXI вв. в Российском кардиологическом научно-производственном комплексе исследованиям [5, 6] были доказаны преимущества использования метода МСКТ по сравнению с ЭЛТ. Быстрое развитие его технологий произвело революцию в области визуализации КА, которая ранее была ограничена высоким процентом артефактов от движений сердца, медленным временем сканирования и низким пространственным разрешением.

Тогда же множеством научно-исследовательских центров в мире были изучены возможности МСКТ в выявлении не только кальцинированных, но и мягких бляшек, имеющих намного большее клиническое значение и считающихся основной причиной развития ОИМ. Технология ЭЛТ ушла в прошлое, а МСКТ-коронарография стала новым вектором развития лучевой диагностики.

Принципиально новые методики применения компьютерной томографии появляются с интервалом 12–18 месяцев, и крупнейшие кли-

ники мира проводят обновление диагностического парка каждые 2–3 года, постепенно переходя от 4-срезовой к 16-, 64-, 256-, 320-срезовой и двухэнергетической технологии сканирования. Именно с появлением 64-срезовых компьютерных томографов МСКТ-коронарография перешла из области научных исследований в клиническую практику [2, 7, 8]. По данным маркетинговых исследований в США в 2004 году только 2% клиник приобрели оборудование для коронарной МСКТ, в начале 2005 г. – 13%, а в конце 2005 г. – уже 77% клиник [9].

Современное поколение компьютерных томографов производит до 64–320 одномоментных изображений последовательных полумиллиметровых срезов, которые охватывают до 4 см тела человека за один оборот рентгеновской трубки (около 0,3 сек). Продолжительность сканирования сердца снизилась до 5–7 сек (на одной задержке дыхания), что позволяет проводить исследования практически у любых пациентов. Уменьшение временного разрешения метода до 0,1 сек привело к снижению выраженности артефактов, связанных с аритмиями.

Основное показание для проведения МСКТ-коронарографии – исключение наличия стенозов КА у пациентов среднего возраста (40–60 лет), имеющих факторы риска развития ИБС (курение, артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия, сахарный диабет, отягощенный семейный анамнез, воздействие стрессогенных факторов, избыточный вес) [3]. Подготовке пациента к исследованию отводится важная роль. Главное условие выполнения МСКТ-коронарографии на 64-срезовом томографе – отсутствие аритмии и частота сердечных сокращений (ЧСС) не более 70–75 уд/мин [10].

В день исследования больной не должен принимать препараты, увеличивающие ЧСС, в том числе кофеин, атропин, теofilлин внутривенно, а также кофе и чай. При ЧСС выше 65 уд/мин необходимо использовать бета-блокаторы (50–100 мг метопролола за 45–60 минут до исследования) при отсутствии противопоказаний.

Метод МСКТ применяют у пациентов с факторами риска ИБС без симптомов стенокардии вместо нагрузочного теста или коронарографии [1]. Кроме того, исследование показано пациентам, ранее перенесшим коронарное стентирование или аортокоронарное шунтирование (табл. 1).

Показания и противопоказания для МСКТ-коронарографии

Таблица 1.

Показания	Противопоказания
1) выявление атеросклеротических бляшек у пациентов с факторами риска развития ИБС без симптомов стенокардии 2) боль за грудиной неясной этиологии, эпизоды аритмии 3) оценка состояния коронарных стентов, аорто- и маммарокоронарных шунтов 3) аномалии развития коронарных артерий 4) неоднозначные результаты КАГ или нагрузочного теста 5) исключение значимых стенозов КА перед хирургическими некоронарными вмешательствами	<p style="text-align: center;"><u>Общие</u></p> а) тяжелые реакции на йодсодержащие контрастные препараты в анамнезе (шок, остановка дыхания или сердечной деятельности, судороги) б) хроническая почечная недостаточность в) бронхиальная астма тяжелого течения г) гипертиреоз <p style="text-align: center;"><u>Специальные</u></p> мерцательная и другие виды аритмии, частые экстрасистолы

Процедуру проводят натощак или спустя как минимум 3 часа после еды. Необходимо обеспечить комфортные условия для пациента на столе томографа (положение тела, верхних и нижних конечностей, температура в помещении), минимизировать беспокойство в течение процедуры, описав больному ход исследования и предупредив о возможных эффектах контрастного препарата, включая чувство тепла, металлический привкус во рту. Заблаговременно ставится периферический венозный катетер (18 G) достаточного диаметра (Ø) для введения контрастного вещества со скоростью около 5 мл/сек.

Исследование проводится с кардиосинхронизацией, что позволяет получить изображения сердца в конечно-диастолическую фазу, когда КА смещаются в наименьшей степени (при ЧСС менее 70 уд/мин).

Сканирование выполняется на задержке дыхания пациента и занимает от 5 до 10 сек на 64-срезовых системах. При неудовлетворительном изображении КА (чаще всего среднего сегмента правой КА) требуются дополнительные изображения в другие фазы сердечного цикла (конечно-систолическую).

Полученные данные анализируют с использованием реконструкций в искривленных и псевдовыпрямленных плоскостях вдоль КА, по ходу каждого сосудистого сегмента, в проекциях максимальной интенсивности (оптимальны для сопоставления с показателями ангиографии), с помощью трехмерных построений (оптимальны для демонстрации хода КА, шунтов). При технически правильно выполненном исследовании именно качество реконструкции томограмм – фактор, определяющий диагностическую эффективность МСКТ-коронарографии.

В связи с эволюцией технических возможностей компьютерной томографии появилась необходимость в разработке новых рентгеноконтрастных средств (РКС), которые обеспечивали бы большую контрастность сосудов и увеличивали диагностические возможности МСКТ-ангиографии. РКС оценивают не только по их необходимому свойству – ослаблению рентгеновских лучей, но и по проявлению нежелательных воздействий на организм человека.

Решающая роль в этом отводится побочным эффектам ионных препаратов – их осмолярности (вызывают брадикардию, боль, жжение в месте инъекции, рвоту, крапивницу, судороги). Попытки найти «идеальное» РКС с минимумом неблагоприятных воздействий начались в 20-е годы XX века и продолжают до сих пор.

Главные ступени в этом поиске – сначала появление неионных РКС (с меньшей частотой побочных реакций) и шестийодированных неионных димеров, изоосмолярных плазме крови, что позволило снизить частоту развития побочных реакций легкой и средней степени тяжести, увеличить контрастность отображаемых сосудов, что способствовало превращению МСКТ с внутривенным контрастированием в рутинную амбулаторную методику обследования [11].

Для проведения МСКТ-коронарографии обычно нужно 50–100 мл йодсодержащего контрастного препарата (концентрация йода – 320–350 мг/мл), вводимого через периферическую вену (катетер 18 G).

Современный стандарт – использование двухколбового автоматического инжектора для проведения 2- или 3-фазного контрастирования (рис. 1). При первом 70–90 мл контрастно-



Рис. 1. МСКТ-коронарография нормальных КА. Представлены трехмерная реконструкция сердца (вид спереди) и реконструкции по ходу передней нисходящей и правой КА



Рис. 2. Проведение МСКТ-коронарографии

го препарата вводят болюсно со скоростью 5,0–5,5 мл/сек и «проталкивают» 30–40 мл физиологического раствора. При 3-фазном контрастировании имеется промежуточное введение небольшого количества контрастного препарата, смешанного с физиологическим раствором, со скоростью 2,5–3,0 мл/сек, что позволяет гомогенно заполнить правые камеры сердца. Применение физиологического раствора уменьшает необходимый объем контрастного вещества и артефакты от него в правом предсердии. Начало сканирования определяют либо вручную с помощью тест-болюса (10 мл контраста и 10 мл физиологического раствора), либо автоматически по монитору в момент поступления контраста в аорту. Исследование с внутривенным контрастированием большинство пациентов переносят удовлетворительно. Побочные эффекты наблюдаются менее чем в 1% случаев. МСКТ-коронарографию выполняют в амбулаторных условиях, без наркоза и седации. Она занимает не более 10 минут аппаратного времени (без учета подготовки пациента и анализа результатов) и при этом обеспечивает высокую информативность диагностики поражения КА (табл. 2).

Клинические наблюдения

1-й случай

Пациентка Б., 62 лет, с ОИМ в анамнезе поступила с жалобами на учащение приступов стенокардии при физической нагрузке. При МСКТ-коронарографии в проксимальном сегменте правой КА выявлялась мягкая бляшка, субтотально стенозирующая просвет сосуда. Полученные данные были полностью подтверждены при выполнении КАГ. Пациентке проведена баллонная ангиопластика и стентирование правой КА (рис. 2).

В 2006 году М. Dewey et al. [12] было выполнено прямое сравнение теста на толе-

Преимущества МСКТ-коронарографии

Таблица 2.

- Неинвазивность
- Возможность выполнения в амбулаторных условиях
- Исследования в любых плоскостях с 3D-реконструкциями
- Оценка типа атеросклеротических бляшек (мягкие, кальцинированные, смешанные)
- Исключение наличия значимых стенозов коронарных артерий
- Оценка аорто-коронарных шунтов и стентов

рантность к физической нагрузке и 16-срезовой МСКТ-коронарографии у 80 пациентов, показавшие значительное преимущество последней методики в выявлении ИБС: чувствительность составила 73% против 91%, специфичность – 31% против 83% ($p = 0,039$) (КАГ использовалась в качестве референтного метода). Таким образом, даже МСКТ, выполненная на 16-срезовом томографе, имеет более высокую диагностическую ценность, чем нагрузочные пробы для выявления поражения КА.

По данным работ М. Stein et al. доля доступных для оценки сегментов коронарных артерий повышалась с 78% на 4-срезовых до 91% на 16-срезовых и до 100% на 64-срезовых томографах. Кроме того, анализ на основе чувствительности и специфичности в выявлении атеросклеротических бляшек в КА показал аналогичный тренд увеличения чувствительности (от 83% для 4-срезовых до 94% для 64-срезовых) и специфичности (от 93% до 97% соответственно).

Благодаря высокому пространственному разрешению и контрастности современная МСКТ-коронарография позволяет оценить как просвет сосуда, так и саму атеросклеротическую бляшку. Она определяет топографию атеросклеротического поражения КА, вовлечение в процесс одного и нескольких сосудов. По плотностным характеристикам атеросклеротические бляшки делятся на мягкие, смешанные и кальцинированные.

2-й случай

Пациент К., 48 лет, поступил с жалобами на впервые возникший приступ стенокардии. Он имел отягощенный семейный анамнез по ИБС, ранее выявлялась гиперхолестеринемия. При МСКТ-коронарографии в стволе левой КА с переходом на переднюю нисходящую артерию (ПНА) выявляется мягкая бляшка с сужением просвета сосуда до 50%. В среднем сегменте ПНА на уровне отхождения 2-й диагональной артерии визуализируется мягкая бляшка с субтотальным сужением просвета сосуда (рис. 3). Полученные данные были полностью подтверждены при выполнении КАГ. Больному проведены баллонная ангиопластика и стентирование.

По данным Т. Gaspar et al. [2] атеросклеротические бляшки, приводящие к гемодинамически



Рис. 3. В стволе левой КА с переходом на ПНА выявляется мягкая бляшка, визуализируется мягкая бляшка с субтотальным сужением просвета сосуда

незначимым стенозам КА играют ведущую роль в возникновении ОИМ. Они лучше выявляются при МСКТ-коронарографии, чем при КАГ. У пациентов из группы высокого риска сердечно-сосудистых заболеваний количество гемодинамически значимых стенозов значительно выше, коррелируя с показателями факторов риска.

Следует отметить, что атеросклеротические бляшки могут сопровождаться компенсаторным расширением просвета сосуда на уровне поражения (позитивное ремоделирование), что оценивается только при выполнении МСКТ-коронарографии или внутрисосудистого ультразвукового исследования.

При сопоставлении возможностей 64-срезовой МСКТ-коронарографии и КАГ в выявлении более чем 50% стенозов КА значения чувствительности, специфичности, положительного и отрицательного прогностического значения составили 94–100%, 95–97%, 87–97%, 99–100% соответственно [7, 8].

Приведенные данные подтвердили достоверность получаемых при МСКТ-коронарографии результатов в диагностике атеросклероза КА. Возможность построения реконструкций в различных плоскостях при МСКТ-визуализации КА делает эту методику особенно информативной в оценке устьевых стенозов, трудно поддающихся исключению с помощью КАГ.

По показаниям исследований проксимальных и средних сегментов 3 КА (правая коронарная, передняя нисходящая и левая огибающая), основанных на анализе результатов МСКТ, проведенной на 64-срезовом компьютерном томографе, у 63 пациентов корреляция результатов МСКТ и КАГ в оценке степени стеноза достигала 0,83 (коэффициент Пирсона). В выявлении поражений КА чувствительность

МСКТ-коронарографии составила 100% ($p < 0,001$). При оценке гемодинамически значимых стенозов ($> 70\%$) специфичность МСКТ-коронарографии возростала до 92,6%. Таким образом, благодаря высокой чувствительности отрицательный результат обследования методом МСКТ-коронарографии позволяет исключить наличие значимых изменений КА и не подвергать пациентов проведению инвазивной КАГ. В этих случаях МСКТ выступает в роли скринингового метода, исключающего наличие ИБС. В тех случаях, когда по данным МСКТ обнаруживается значимое поражение КА, необходимо проведение КАГ с определением дальнейшей лечебной тактики.

Методику МСКТ коронарных стентов и аортокоронарных шунтов можно применять у пациентов, которым ранее проводилось хирургическое или эндоваскулярное лечение ИБС (аорто- и маммарокоронарное шунтирование, чрескожная транслюминальная баллонная ангиопластика КА с имплантацией стентов). В этих случаях цель обследования – оценка состояния шунтов (в особенности участков их анастомозов с коронарными артериями) и выявление рестенозов стентированных сегментов артерий. Применение объемной реконструкции позволяет проследить сложную анатомию отхождения шунтов, их анастомозы с коронарными артериями.

Клиническое наблюдение

Пациент С., 71 год, страдающий ИБС и перенесший аортокоронарное шунтирование (АКШ 2) в 2000 г., поступил с жалобами на ухудшение самочувствия, появление приступов стенокардии после физической нагрузки. Больному была выполнена МСКТ-коронарогра-



Рис. 4. По передней стенке аорты
1 – окклюзированный шунт;
2 – аортокоронарный шунт к ПНА без признаков гемодинамически значимых стенозов;
3 – ПНА в среднем сегменте окклюзирована

фия с построением трехмерных реконструкций (рис. 4).

Первые попытки МСКТ оценки аортокоронарных шунтов были предприняты с помощью ЭЛТ в начале 80-х годов XX века. Однако только в 90-х годах МСКТ-коронарография стала надежной методикой выявления хронической окклюзии или тромбоза артериальных и венозных шунтов. Т. Schlosser et al. [13] показали, что чувствительность и специфичность оценки шунтов с помощью 16-срезового томографа достигают 96% и 95% соответственно, что позволяет надежно дифференцировать окклюзированные шунты.

Риск возникновения рестеноза или окклюзии в стенке проксимального или среднего сегмента КА (от 4% до 30%) имеет существенные клинические последствия, вплоть до смертельного исхода, что оправдывает потребность в точной оценке состояния стента, и только КАГ могла ответить на столь важный вопрос. Недавние технические успехи в развитии МСКТ, использование ретроспективной синхронизации с ЭКГ резко подняли качество изображения и позволили рассматривать МСКТ-коронарографию как альтернативу диагностической КАГ при оценке стентов [14].

Авторы, изучавшие возможность использования 4-срезовых томографов в оценке рестеноза в стенке, пришли к выводу, что рассматривать этот метод как надежный не следует [15]. С появлением новых 16- и 64-срезовых томографов появилось множество работ по данной тематике. А.Н. Mahnken et al. [16] изучали влияние материала стента на качество визуализации его просвета. В условиях *in vitro* было показано, что стенты, покрытые золотом, вызвали множественные артефакты, а изготовленные из нержавеющей стали, с тонкими профилями продуцировали их меньше. Другие факторы, благоприятно влияющие на видимость просвета стента, были связаны с улучшением технических параметров томографов: более тонкая коллимация пучка рентгеновского излучения, уменьшение толщины среза. Роль \varnothing стента при оценке МСКТ-коронарографии обсуждалась некоторыми авторами (в частности, J.D. Schijf et al. [15]), показавшими, что стенты с \varnothing меньше 3 мм хуже визуализировались с помощью 16-срезового томографа, чем имеющие \varnothing более 3 мм.

Кроме того, по данным экспериментальных исследований стенты с \varnothing менее 3 мм трудно анализировать с помощью МСКТ-коронаро-

графии из-за сильного сокращения видимости его просвета. По данным F. Cademartiri et al. [17], изучавших возможности 16-срезового томографа в диагностике рестеноза стентированных сегментов КА, окклюзия стента выявлялась при чувствительности и прогностичности отрицательного результата – 80% и 98% соответственно.

Основные диагностические ограничения МСКТ-коронарографии – трудности получения качественных изображений у пациентов с аритмией (проблемы кардиосинхронизации) и избыточной массой тела (высокая степень поглощения рентгеновского излучения жировой тканью). Наличие коронарного стента из металла высокой плотности приводит к появлению артефактов, существенно снижающих информативность исследования. Выраженный кальциноз КА в последнее время не рассматривается как препятствие для МСКТ-коронарографии благодаря развитию компьютерной обработки изображений и появлению двухэнергетических томографов.

МСКТ-коронарография все еще уступает КАГ по специфичности оценки степени стеноза в связи с более низким пространственным разрешением, составляющим 0,5 и 0,2 мм соответственно. Кроме того, в 5–7% случаев дистальные сегменты КА не могут быть достоверно оценены. Техническое совершенствование томографов позволит преодолеть эти ограничения в ближайшие 1–2 года.

Лучевая нагрузка рассматривается в развитых странах как один из существенных недостатков МСКТ-коронарографии (10–15 мЗв, что, однако, в 2 раза ниже лучевой нагрузки при стресс-томосцинтиграфии миокарда). Совершенствование аппаратов и их программного обеспечения идет по пути создания протоколов томографии с модуляцией дозы, когда ток на рентгеновской трубке достигает пикового значения в конечно-диастолическую фазу сердечного цикла, а минимального – в конечно-

систолическую. Кроме того, уже существуют целые системы МСКТ с проспективной кардиосинхронизацией томографии (включение рентгеновской трубки только в конечно-диастолическую фазу сердечного цикла), что позволяет снизить лучевую нагрузку до 1–3 мЗв.

Заключение

Коронарография остается наиболее информативным способом выявления стенозов коронарных артерий. Вместе с тем современная МСКТ-коронарография уже зарекомендовала себя как легко выполнимый и высокоинформативный метод оценки КА, имеющий четко определенные показания к применению.

Он достоверно исключает наличие стенозов КА, а при атеросклеротических бляшках помогает определить тактику лечения ИБС: нуждается ли пациент в хирургических или эндоваскулярных вмешательствах. С распространением 64-срезовых МСКТ произойдет увеличение количества интервенционных лечебных внутрисосудистых процедур атеросклероза КА, а за счет развития ранней диагностики – расширение показаний для лечебных вмешательств.

Дополнительным стимулом к популяризации томографии коронарных артерий в ближайшие годы станет существенное снижение лучевой нагрузки на пациента, что позволит использовать МСКТ-коронарографию как метод скрининга ИБС, а характеристика состава и объема бляшек станет рутинной процедурой оценки эффективности медикаментозной терапии атеросклероза.

Вне зависимости от технического прогресса сотрудничество рентгенологов, кардиологов, интервенционных радиологов, кардиохирургов – залог успешного развития МСКТ-коронарографии. ■

Список литературы

1. Achenbach S. et. al. Top 10 indications for coronary CTA. *Supplement to Applied Radiology*. 2006; 35 (12): 22–31.
2. Gaspar T., Halon R., Rubinshtein N. Clinical applications and future trends in cardiac CTA. *Eur. Radiol. Suppl.* 2005; 15 (14): 10–14.
3. Jacobs J.E. How to perform coronary CTA: A to Z, *Supplement to Applied Radiology*. 2006; 12: 10–17.
4. Силицын В.Е., Воронов Д.А., Морозов С.П. Степень кальциноза коронарных артерий как прогностический фактор осложнений

- сердечно-сосудистых заболеваний без клинических проявлений: результаты метаанализа. Терапевтический архив. 2006; 9: 22–27.
5. Терновой С.К., Синицын В.Е., Гагарина Н.В. Неинвазивная диагностика атеросклероза и кальциноза коронарных артерий. М: *Атмосфера*. 2003; 144.
 6. Синицын В.Е., Устюжанин Д.В. КТ-ангиография коронарных артерий. *Кардиология*. 2006; 1: 20–25.
 7. Ehara M., Surmely J.F., Kawai M. et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population: Comparison with conventional invasive angiography. *Circ. J.* 2006; 70: 564–571.
 8. Leschka S. et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur. Heart. J.* 2005; 26: 1482–1487.
 9. Wann S. Cardiac CT for risk stratification, Supplement to Applied. *Radiology*. 2006; 12: 41–44.
 10. Hoffmann U., Moelewski F., Cury R.C. et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease. Patient-versus segment-based analysis. *Circulation*. 2004; 110: 2638–2643.
 11. Rienmuller R., Brekke O., Kampenes V.B. et al. Dimeric versus monomeric nonionic contrast agents in visualization of coronary arteries. *Eur. J. Radiol.* 2001; 38 (3): 173–178.
 12. Dewey M. et al. Head-to head comparison of multislice computed tomography angiography and exercise electrocardiography for diagnosis of coronary artery disease. *Eur. Heart.* 2007; 10, 28 (20): 2485–2490.
 13. Schlosser T., Konorza T., Hunold P. et al. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *JACC*. 2004; 44: 1224–1229.
 14. Chabbert V., Carrie D., Bennaceur M. et al. Evaluation of in-stent restenosis in proximal coronary arteries with multidetector computed tomography (MDCT). *Eur Radiol.* 2007; 17: 1452–1463.
 15. Schijf J.D., Bax J.J., Jukema J.W. et al. Feasibility of assessment of coronary stent patency using 16-slice computed tomography. *Am. J. Cardiol.* 2004; 94: 427–430.
 16. Mahnken A.H., Buecker A., Wildberger J.E. et al. Coronary artery stents in multislice computed tomography: in vitro artefact evaluation. *Invest Radiol.* 2003; 39: 27–33.
 17. Cademartiri F., Marano R., Runza G. et al. Non-invasive assessment of coronary stent patency with multislice CT: preliminary experience. *Radiol. Med. (Torino)*. 2005; 109 (5–6): 500–507.

MSCT CORONARY ANGIOGRAPHY: STATE-OF-THE-ART CAPABILITIES AND PROSPECTS

**S.K. Ternovoy, S.P. Morozov, I.Yu. Nasnikova, N.S. Silchenko,
V.E. Sinitsyn. V.F. Likov, D.V. Salnikov**

Technological advance in multislice computed tomography (MSCT) set the radiologists all over the world thinking of its application in patients with ischemic heart disease. Proved diagnostic efficiency of 64-slice MSCT coronary angiography nominates the technique to be a first-line screening method for coronary atherosclerosis: it allows quick, accurate, and non-invasive imaging and quantitative assessment of coronary lesions. Though the indications for MSCT has already defined, there still are controversies about its place in diagnostic strategy. The aim of our study was to picture the state-of-the-art MSCT capabilities, focusing on MSCT coronary angiography and its place in contemporary clinical medicine.

Key words: coronary arteries, ischemic heart disease, computed tomography.