

- by macrophages // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* — 2000. — Vol. 20. — P. 763–772.
7. *Faraj M., Havel P. J., Phelis S.* et al. Plasma acylation-stimulating protein, adiponectin, leptin, and ghrelin before and after weight loss induced by gastric bypass surgery in morbidly obese subjects // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 2003. — Vol. 88. — P. 1594–1602.
 8. *Freidman J. M.* Leptin, leptin receptors and the control of body weight // *Nutr. Rev.* — 1998. — Vol. 56. — P. 38–46.
 9. *Furuhashi M., Nobuyuki U., Moniwa N.* et al. Possible Impairment of Transcardiac Utilization of Adiponectin in Patients With Type 2 Diabetes // *Diabetes Care.* — 2004. — Vol. 27. — P. 2217–2221.
 10. *Havel P. J.* Update on adipocyte hormones. regulation of energy balance and carbohydrate // *Diabetes.* — 2004. — Vol. 52. — P. 143–151.
 11. *Hartman H. B., Hu X., Tyler K. X.* et al. Mechanisms regulating adipocyte expression of resistin // *J. Biol. Chemistry.* — 2002. — Vol. 277, № 22. — P. 19754–19761.
 12. *Lazar M. A.* Resistin and obesity-associated insulin resistance // *Trends Endocrinol. Metab.* — 2002. — Vol. 13. — P. 18–23.
 13. *Maeda K., Okubo K., Shimomura I.* et al. Analysis of expression profile of genes of human adipose tissue // *Gene.* — 1997. — Vol. 190. — P. 227–235.
 14. *Mantzoros C. S.* The role of leptin in human obesity and disease: A review of current evidence // *Ann. Intern. Med.* — 1999. — Vol. 130. — P. 671–680.
 15. *Matsuzawa Y., Funahashi T., Kihara S., Shimomura I.* Adiponectin and metabolic syndrome // *Arterioscler., Thrombosis, Vasc. Biol.* — 2004. — P. 24–29.
 16. *Murakami H., Ura N., Furuhashi M.* et al. Role of adiponectin in insulin-resistant hypertension and atherosclerosis // *Hypertens Res.* — 2003. — Vol. 26. — P. 705–710.
 17. *Nakamura Y., Shimada K., Fukuda D.* et al. Implications of plasma concentrations of adiponectin in patients with coronary artery disease // *Heart.* — 2004. — Vol. 90. — P. 528–533.
 18. *Plutzky J.* Inflammatory pathways in atherosclerosis and acute coronary // *Amer. J. Cardiol.* — 2001. — Vol. 88. — P. 10–15.
 19. *Rajala M. W., Scherer P. E.* Minireview: The adipocyte — at the crossroads of energy homeostasis, inflammation, and atherosclerosis // *Endocrinol.* — 2003. — Vol. 144, № 9. — P. 3765–3773.
 20. *Tritos N., Mantzoros C. S.* Leptin: Its role in obesity and beyond // *Diabetologia.* — 1997. — Vol. 40. — P. 1371–1379.
 21. *Wakabayashi S., Yoshimasa A.* Adiponectin concentrations in sera from patients with type 2 diabetes are negatively associated with sympathovagal balance as evaluated by power spectral analysis of heart rate variation // *Diabetes Care.* — 2004. — Vol. 27. — P. 2392–2397.
 22. *Zoccali C., Mallamaci F., Tripepi G.* et al. Adiponectin, metabolic risk factors, and cardiovascular events among patients with end-stage renal disease // *J. Amer. Soc. Nephrol.* — 2002. — Vol. 13. — P. 134–141.

Поступила 23.01.2007

© В. Е. СИНИЦЫН, С. К. ТЕРНОВОЙ, 2007

УДК 616.132.2-073.756.8:681.31

Роль КТ-ангиографии коронарных артерий с практической точки зрения: где мы находимся сегодня?

В. Е. Сеницын, С. К. Терновой

Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова Российского кардиологического научно-производственного комплекса (ген. дир. — академик Е. И. Чазов) Росздрава, Москва

В настоящее время мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) стала широко использоваться для исследований сердца и коронарных артерий. Это связано с техническим совершенствованием метода. Томографы с 16–64 спиралями обладают высоким пространственным и временным разрешением, благодаря чему стало возможным получение высокоинформативных трехмерных изображений сердечно-сосудистых структур. МСКТ дает возможность оценивать анатомию сердца и коронарных артерий, а также функцию клапанов и камер сердца, состояние миокарда. Основными сферами применения МСКТ-коронарографии в кардиологии являются ранний скрининг атеросклероза на основании количественной

оценки коронарного кальция, неинвазивная коронарография при сомнительных показаниях к инвазивной коронарографии, шунтография. Техническое совершенствование МСКТ продолжается, в связи с чем можно ожидать расширение сфер ее применения в диагностике болезней сердца и сосудов.

Ключевые слова: коронарные артерии, ангиография, атеросклероз, мультиспиральная компьютерная томография.

Хорошо известно, что единственным методом, позволяющим надежно оценивать состояние коронарных артерий (КА), является традиционная коронароангиография (КАГ). Для детального изучения стенок коронарных артерий и атеросклеротических бляшек также используют внутрикоронарное ультразвуковое исследование (ВКУЗИ), которое можно выполнить только при зондировании сердца (обычно — во время КАГ). Однако потребность в КАГ столь велика, что ее невозможно выполнить всем, кто в ней нуждается. Вместе с тем в 10–30% случаев при КАГ выявляют неизмененные коронарные артерии. В связи с этим высок интерес к методикам неинвазивной коронарографии.

В течение десятилетий «священным Граалем» для специалистов, работающих в области сердечно-сосудистой медицины, был поиск неинвазивных методов диагностики, с помощью которых можно было бы изучать состояние коронарных сосудов. Для этих целей использовали трансторакальную и чреспищеводную эхокардиографию, магнитно-резонансную (МР) томографию и компьютерную томографию (КТ) [7, 10].

До 1998 г. практически единственной разновидностью КТ, пригодной для получения изображений сердца, была электронно-лучевая томография (ЭЛТ) [8]. Однако число таких систем во всем мире было небольшим — около 200 (в настоящее время — не более 100). Эти томографы характеризовались хорошим временным разрешением, но имели ряд ограничений в отношении толщины срезов (минимальная величина — 1,5 мм) и объеме информации, которая могла быть получена за одну задержку дыхания пациентом. Созданная в 1989–1990 гг. спиральная КТ намного уступала ЭЛТ в визуализации сердца и сосудов.

В 1998 г. появилась мультиспиральная КТ (МСКТ), что оказалось неожиданно даже для многих специалистов. Практически сразу она стала применяться не только в традиционных для КТ областях, но и для исследований сердца и сосудов [3, 9, 10]. Результаты ее использования в диагностике состояния коронарных артерий оказались сопоставимыми с ЭЛТ.

Популярность МСКТ как метода визуализации сердца и сосудов постоянно растет. Быстро увеличивается число специалистов — как радиологов, так и кардиологов, активно использующих ее в клинической практике и в научных исследованиях.

Это связано с тем, что МСКТ достигла высокого технического совершенства. Современная МСКТ дает возможность за очень короткое время (суммарное время обследования пациента обычно не превышает 15 мин) получить объемную информацию о сердце и коронарных артериях.

Современные системы МСКТ позволяют получать от 4 до 64 срезов за один оборот трубки [3]. Учитывая, что время полного оборота трубки составляет всего 330–370 мс, скорость получения данных при МСКТ сердца очень велика. Для исследования коронарных артерий используют толщину среза 0,5 мм. При исследовании камер сердца и миокарда вполне достаточна толщина среза, равная 2–3 мм.

Оптимальными системами для КТ сердца и коронарных артерий являются приборы с 16–64 рядами детекторов. Уже появились и более совершенные приборы — МСКТ с двумя рентгеновскими трубками, ожидается появление на рынке прибора с 256 рядами детекторов [12]. МСКТ является магистральным путем для развития КТ — практически все новые томографы являются мультиспиральными.

ЭЛТ, а в настоящее время МСКТ, широко применялись и применяются для скрининга коронарного атеросклероза путем выявления и количественной оценки кальциноза коронарных артерий. Роль этих методов в оценке кальциноза коронарных артерий как маркера выраженности коронарного атеросклероза и предиктора риска сердечно-сосудистых осложнений хорошо известна и многократно описывалась в литературе, в том числе отечественной [4, 9].

Данные проспективных исследований и метаанализов показали, что коронарный кальциевый индекс (КИ), определяемый с помощью ЭЛТ, является независимым фактором риска развития осложнений сердечно-сосудистых заболеваний, при этом значения относительного риска развития осложнений сердечно-сосудистых заболеваний составляют от 2,1 до 9,3 (для разных степеней коронарного кальциноза), что гораздо выше, чем для «стандартных» фак-

торов риска ишемической болезни сердца (ИБС) [5]. Динамика роста КИ может использоваться при оценке эффективности лечения статинами [1].

При применении МСКТ для скрининга коронарного кальция контрастное вещество не вводится, а заключение носит вероятностный характер – то есть указывается, имеет ли пациент низкий, средний или высокий риск развития значимых коронарных стенозов и неблагоприятных коронарных осложнений в ближайшее время.

Для того чтобы увидеть просвет артерии и саму бляшку, необходимо во время проведения КТ внутривенное введение 80–140 мл контрастного вещества и выполнение исследования в артериальную фазу при синхронизации с ЭКГ. Такую методику называют КТ-ангиографией коронарных артерий (рис. 1, 2).

По данным многочисленных исследований [6, 10, 13], чувствительность

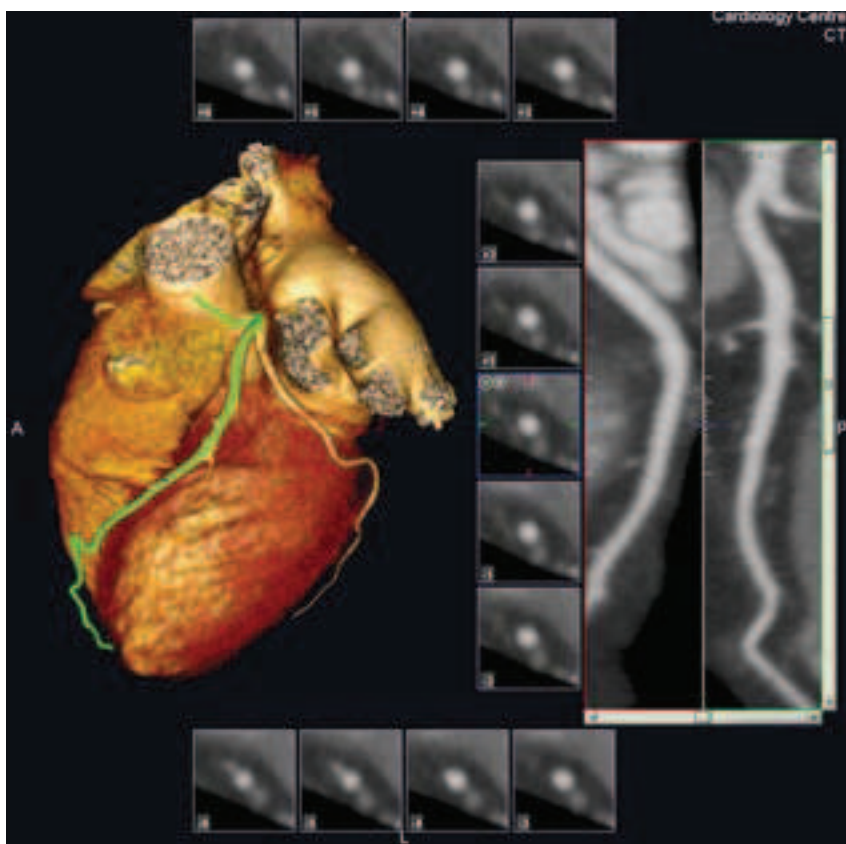


Рис. 1. КТ-ангиография коронарных артерий в норме. Трехмерная реконструкция. Представлена также реконструкция передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) вдоль ее хода и срезы ее по короткой оси.

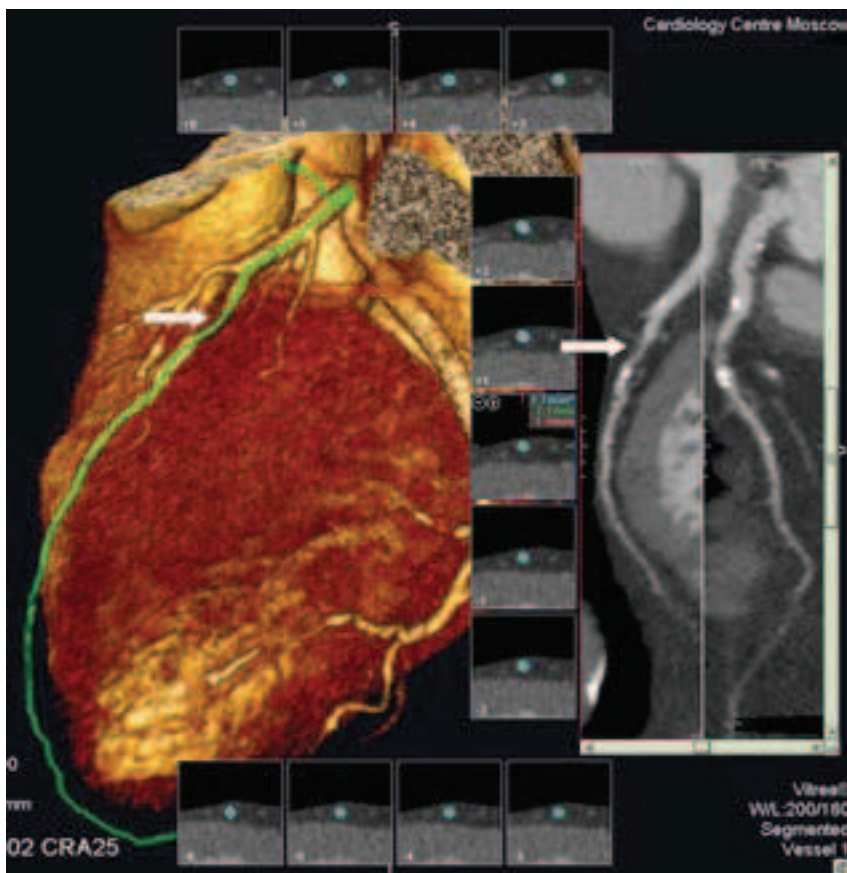


Рис. 2. МСКТ коронарных артерий при ИБС. Трехмерные реконструкции.

Реконструкция по ходу ПМЖВ, стрелкой указана мягкая бляшка, суживающая просвет артерии более чем на 50%. Кроме того, в стенках артерии видны частично кальцинированные гемодинамически незначимые бляшки.

и специфичность ЭЛТ и МСКТ в оценке гемодинамически значимых стенозов в проксимальных и средних сегментах коронарных артерий составляют соответственно 86–95% и 78–90%. В 2005–2006 гг. были опубликованы данные нескольких исследований по оценке чувствительности и специфичности 64-спиральных томографов в выявлении гемодинамически значимых стенозов КА. Их результаты совершенно очевидно продемонстрировали существенное снижение числа сегментов коронарных артерий, не поддающихся диагностической интерпретации (при применении 4-спиральных систем трудности в интерпретации тех или иных сегментов коронарного русла встречались в 10–35%, 64-спиральных систем – в 0–6% случаев).

Актуальной проблемой кардиологии является оценка проходимости коронарных стентов. Стенты хорошо видны при КТ-ангиографии, однако артефакты от метал-

ла могут затруднять визуализацию их внутреннего просвета (рис. 3). Новые модели МСКТ (системы с 16–64 и более спиральями), использующие тонкие срезы и усовершенствованные алгоритмы реконструкции изображений, позволяют существенно улучшить визуализацию внутреннего просвета стентов. На сегодняшний день МСКТ позволяет достоверно оценивать внутренний просвет стентов диаметром от 3 мм. Для надежной визуализации просвета более мелких стентов потребуются новые технические решения в устройстве систем МСКТ.

Помимо диагностики стенотических поражений, КТ-коронарография позволяет выявить врожденные аномалии коронарных артерий (рис. 4), аневризмы коронарных сосудов (в частности, при болезни Кавасаки). В этих случаях КТА может полностью заменить коронарную ангиографию.

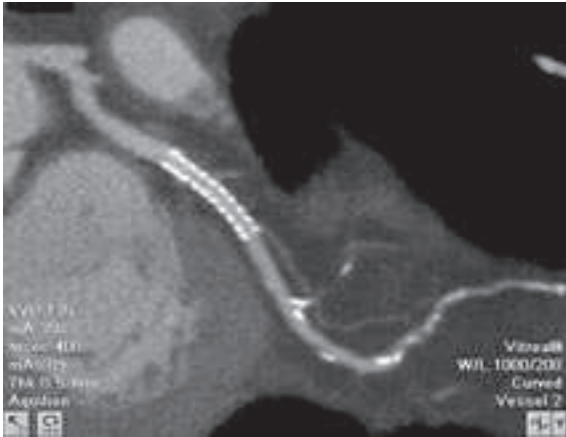


Рис. 3. МСКТ проходимость металлического стента внутри ПМЖВ.

Клинически востребованной оказалась оценка с помощью КТ-ангиографии проходимости венозных и артериальных коронарных шунтов (рис. 5). Чувствительность и специфичность мультиспиральной компьютерной томографии для оценки проходимости шунтов приближаются к 100% [2, 11]. Несомненным преимуществом МСКТ является одновременная полная визуализация всех органов грудной клетки. По этой причине метод дает возможность диагностировать различные послеоперационные осложнения, такие как медиастинит, воспалительные изменения грудины, мягких тканей, ателектазы легких.

Современные системы МСКТ позволяют в каждом случае получать не только наборы данных для реконструкции коронарных артерий, но и серии изображений, позволяющие изучать размеры и объемы камер сердца и толщину миокарда в различные фазы сердечного цикла, рассчитывать массу миокарда, фракцию выброса, ударный объем, параметры локальной сократимости миокарда. С помощью МСКТ можно получать отчетливые изображения клапанов сердца. Основное показание к применению МСКТ сердца в этих случаях — уточнение данных эхокардиографии (разумеется, если в этом есть необходимость).



Рис. 4. МСКТ сердца. Врожденная аномалия развития коронарных артерий.

Левая и правая артерии отходят от единого ствола (показан стрелкой).



Рис. 5. МСКТ сердца. Трехмерная реконструкция сердца пациента с венозными и артериальными коронарными шунтами.

Окклюзия маммарного шунта к огибающей артерии (показана стрелкой). Хорошо виден анастомоз маммарного шунта с ПМЖВ, проходимый венозный шунт к правой коронарной артерии.

Важным преимуществом МСКТ является тот факт, что наряду с изображениями коронарных артерий метод позволяет детально оценивать толщину и плотность миокарда, а также степень контрастирования сердечной мышцы. МСКТ – надежный метод выявления внутрижелудочковых и внутрипредсердных тромбов.

У всех пациентов с острым инфарктом миокарда МСКТ позволяет видеть область инфаркта как зону сниженной плотности на фоне контрастированного миокарда (рис. 6). Впоследствии по мере формирования рубца можно наблюдать процесс истончения сердечной мышцы в области инфаркта и развитие нарушений локальной сократимости.

Пока МСКТ не позволяет изучать перфузию миокарда по «первому прохождению» болюса контрастного вещества (как это делается при МРТ) из-за опасений чрезмерной лучевой нагрузки. Однако ожидаемое появление систем с более сложными и эффективными системами детекторов дает основание надеяться на то, что КТ будет использоваться и для этой цели.

Следует обратить внимание, что при проведении КТ коронарных артерий одновременно можно получить информацию о состоянии аорты и легочной артерии, а также средостения и легких, то есть выявить ряд заболеваний, которые могут сопровождаться болевым синдромом в грудной клетке, но не связаны с заболеванием коронарных артерий (болезни аорты, позвоночника, плевры, легких).

Таким образом, клинический опыт применения новых систем МСКТ убедительно свидетельствует о том, что КТ-коронарография уже заняла определенную нишу в практической кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, и сегодня МСКТ коронарных артерий – это уже не редко используемое исследование, применяемое преимущественно в научных целях (например, МР-коронарография до сих пор находится на этом этапе), а метод с устоявшимися показаниями к использованию.

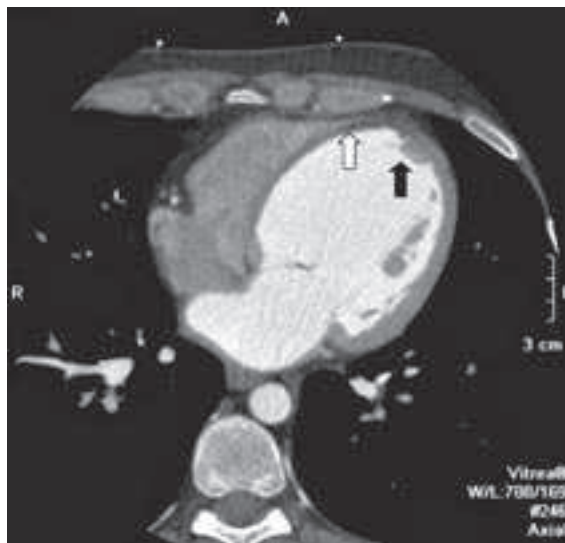


Рис. 6. Поперечный срез сердца пациента с трансмуральным верхушечно-перегородочным инфарктом миокарда.

Область сниженного контрастирования миокарда в зоне инфаркта указана белой стрелкой. Тромб в верхушке желудочка обозначен черной стрелкой.

В настоящее время можно сформулировать следующие показания к применению КТ-коронарографии:

1. Неинвазивная коронарография у пациентов с предполагаемым или сомнительным диагнозом ИБС, когда отсутствуют явные показания к КАГ. Выявление неизмененных коронарных артерий при КТ-ангиографии практически исключает вероятность наличия гемодинамически значимых стенозов. При обнаружении значимых коронарных стенозов по данным МСКТ больного направляют на КАГ для уточнения состояния коронарного русла и выбора метода реваскуляризации.

2. Предоперационная оценка состояния коронарных артерий у пациентов, которым планируются различные виды оперативных вмешательств на сердце (например, протезирование клапанов сердца) или других органах.

3. Высокий риск выполнения КАГ.

4. Оценка состояния венозных и артериальных коронарных шунтов.

5. Диагностика аневризм и врожденных аномалий коронарных артерий.

6. Уточнение данных КАГ (например, при подозрении на остиальный стеноз или при отсутствии контрастирования коронарной артерии).

7. Случаи, когда требуется одновременная оценка состояния миокарда (рубцовые зоны) и коронарных артерий (например, при дифференциальной диагностике кардиомиопатий).

Не следует забывать, что МСКТ уже стала методом выбора для проведения неинвазивной ангиографии аорты и ее ветвей, легочной артерии, диагностики пара- и интракардиальных объемных образований. Не вызывает сомнений, что показания к КТ-коронарографии будут расширяться с ростом числа систем КТ, их техническим совершенствованием и увеличением числа специалистов, владеющих этой методикой.

Литература

1. Белькинд М. Б., Сеницын В. Е., Лякишев А. А. и др. Коронарный кальций и лечение статинами // Тер. арх. — 2006. — № 4. — С. 53–56.
2. Веселова Т. Н., Сеницын В. Е., Федотенков И. Н. и др. Роль электронно-лучевой томографии в оценке проходимости аортокоронарных шунтов. Результаты трехлетнего наблюдения // Там же. — 2003. — № 4. — С. 15–19.
3. Календер В. Компьютерная томография. — М.: Техносфера, 2006.
4. Колотая Н. В., Сеницын В. Е., Терновой С. К. Электронно-лучевая компьютерная томография коронарных артерий — новые возможности диагностики ишемической болезни сердца и коронарного атеросклероза // Тер. арх. — 1999. — № 9. — С. 61–66.
5. Сеницын В. Е., Воронов Д. А., Морозов С. П. Степень кальциноза коронарных артерий как прогностический фактор осложнений сердечно-сосудистых заболеваний без клинических проявлений: результаты метаанализа // Там же. — 2006. — № 9. — С. 22–26.
6. Сеницын В. Е., Устюжанин Д. В. Мультиспиральная компьютерная томография: исследование коронарных артерий // Бол. сердца и сосуд. — 2006. — № 1. — С. 20–24.
7. Терновой С. К., Сеницын В. Е. Развитие компьютерной томографии и прогресс лучевой диагностики // Тер. арх. — 2006. — № 1. — С. 10–12.
8. Терновой С. К., Сеницын В. Е. Спиральная компьютерная и электронно-лучевая томография. — Видар-М, 1998.
9. Терновой С. К., Сеницын В. Е., Гагарина Н. В. Неинвазивная диагностика атеросклероза и кальциноза коронарных артерий. — М.: Атмосфера. — 2003.
10. Coronary Radiology / Ed. M. Oudkerk. — Springer, 2004.
11. Marano R., Storto M. L., Maddestra N., Bonomo L. Non-invasive assessment of coronary artery bypass graft with retrospectively ECG-gated four-row multi-detector spiral computed tomography // Eur. Radiol. — 2004. — Vol. 14, № 8. — P. 1353–1362.
12. Ohnesorge B. M., Flohr T. G., Becker C. R. et al. Multi-slice and dual-source CT in cardiac imaging. — Springer, 2006.
13. Raff G. L., Gallagher M. J., O'Neill W. W., Goldstein J. A. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography // J. Amer. Coll. Cardiol. — 2005. — Vol. 46, № 3. — P. 552–557.
14. Schoepf U. J., Becker C. R., Ohnesorge B. M., Yucel E. K. CT of coronary artery disease // Radiol. — 2004. — Vol. 232. — P. 18–37.

Поступила 23.01.2007