

## О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

**В.Е. Милюков** – д.м.н., проф. кафедры<sup>1</sup>  
\***Т.С. Жарикова** – м.н.с., аспирант кафедры анатомии<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова  
МЗ РФ, кафедра анатомии  
119991 Россия, г. Москва, ул. М. Трубецкая, 8 стр.2  
<sup>2</sup>ФГБУ «НИИ морфологии человека» РАМН  
117418 Россия, г. Москва, ул. Цюрупы, д. 3

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- миокард
- коронарные сосуды
- ишемическая болезнь сердца
- инвазивные и неинвазивные методы визуализации
- ангиография

### РЕЗЮМЕ:

Заболевания системы органов кровообращения в течение нескольких десятилетий являются одной из основных причин смерти и инвалидизации населения во многих странах мира. В Российской Федерации растет как количество случаев впервые выявленной ишемической болезни сердца, так и смертность трудоспособного населения от этой патологии. В клинической практике в настоящее время используются различные методы лучевой диагностики, позволяющие оценить состояние сердца и коронарных сосудов, определить локализацию и объем поражений. В доступной научной литературе, однако, мы не обнаружили данных о методах исследования, которые позволили бы выявить корреляционную связь между рентген-анатомическим состоянием коронарных сосудов и структурно-функциональным состоянием сердечной мышцы. Таким образом, очевидна необходимость проведения комплексного научного исследования, результаты которого позволят на основе данных обследования при помощи методов лучевой диагностики объективно оценить уровень обменных процессов и структурно-функциональное состояние кардиомиоцитов у кардиологических больных. Это будет способствовать повышению точности и информативности диагностики, а также повышению контроля эффективности проводимой терапии и уровня качества жизни больных с кардиальной патологией.

## ABOUT POSSIBILITIES OF INCREASING THE INFORMATIVENESS OF BEAM DIAGNOSTICS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

**Milyukov V. Ye.** – MD, PhD, professor<sup>1</sup>  
\***Zharikova T. S.** – MD, postgraduate<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>The First Sechenov Moscow, State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation  
8 structure 2, Malaya Trubetskaya str, Moscow Russia, 119991  
<sup>2</sup>Research Institute of Human Morphology of the Russian Academy of Medical Sciences  
3, ulitsa Tsyurupy, Moscow, Russian Federation, 117418

### KEY-WORDS:

- myocardium
- coronary arteries
- coronary heart disease
- invasive and non-invasive imaging techniques
- angiography

### ABSTRACT:

Diseases of the circulatory system in a few decades are one of the major causes of death and disability in the population in many countries around the world. In Russian Federation, a number of newly diagnosed cases of coronary heart disease and mortality of the working population of this pathology is growing. In clinical practice at the present time, various radiological techniques assess the condition of the heart and coronary vessels, determine the location and volume of lesions. In the available literature, however, we found no data on methods of research that would reveal the correlation between the X-ray anatomy of coronary vessels and structural and functional state of the heart muscle. Thus, the need for comprehensive scientific research is obvious. Results of this study will, on the basis of survey data, using the methods of radiation diagnosis, objectively assess the level of metabolic and structural and functional state of the cardiomyocytes in cardiac patients. This will improve the accuracy and informativeness of diagnosis, as well as the increase of the control of effectiveness of therapy and quality of patients' life with cardiac diseases.

Одну из лидирующих позиций среди причин смертности и инвалидизации как пожилого, так и работоспособного населения во многих, особенно индустриально развитых странах мира в течение нескольких последних десятилетий занимают болезни сердца и сосудов [1]. В 2010 г. в Российской Федерации зарегистрировано

увеличение числа умерших от ишемической болезни сердца (ИБС) на 12,7 тыс. человек, а количество операций по хирургической реваскуляции у больных ИБС возросло на 16% (по сравнению с 2009 г.) [2]. На современном этапе в клинической практике врачей различных специальностей широко распро-

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Жарикова Татьяна Сергеевна (Zharikova T. S), e-mail: wise\_tanya@mail.ru

странены и успешно применяются различные методы лучевой диагностики патологических изменений и травматических повреждений внутренних органов, нарушения проходимости сосудов, выявления новообразований и метастатического поражения органов и головного мозга, сосудистых мальформаций, исследования лимфатических узлов, травм опорно-двигательного аппарата.

Конец XX века ознаменовался переходом классической рентгенодиагностики в период комплексной лучевой диагностики, когда в число лучевых методов вошли ультразвуковые исследования (УЗИ), компьютерная томография, методы радионуклидного анализа, магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и другие. Появление новых лучевых технологий и внедрение компьютерной техники привели к коренному перевороту в медицинской диагностике, расширению ее горизонтов и интеграции с другими медицинскими специальностями [3]. Широкий спектр современных методов лучевой диагностики используется и при обследовании кардиологических больных [4,5]. Постоянное обновление рекомендаций и стандартов лечения сердечно-сосудистых заболеваний способствует поиску новых лучевых методов диагностики, которые позволят давать оценку структурным и функциональным нарушениям в сердце, осуществлять контроль эффективности проводимого лечения и реабилитационных мероприятий [6–8].

На современном этапе «золотым стандартом» оценки степени выраженности коронарного атеросклероза и окклюзирующего поражения коронарных артерий считают коронарную ангиографию, позволяющую количественно охарактеризовать степень стеноза коронарной артерии и его гемодинамическую значимость. Кроме того, рентгеновскую коронароангиографию используют и для оценки состояния аорто-коронарных и маммарных шунтов, а также для определения возможного прогноза развития заболевания у пациентов с поражением коронарных артерий. Коронароангиография выполняется для определения показаний к хирургическому или эндоваскулярному методу лечения, может сочетаться с выполнением эндоваскулярных интервенционных вмешательств на коронарных сосудах у пациентов с ИБС [6, 9–11].

Несколько лет назад в алгоритм обследования пациентов кардиологического профиля были внедрены и другие методы визуализации коронарных артерий, к которым относят мультиспиральную (многосрезовую, мультidetекторную) компьютерную томографию, внутрисосудистое УЗИ и МРТ коронарных артерий [1, 12–15].

Метод компьютерной томографии был открыт английским ученым Хаунсфилдом в 1972 г. Благодаря данному методу стало возможным количественно оценивать степень поглощения тканями рентгеновского излучения, что определяется с помощью денситометриче-

ских показателей – коэффициентов поглощения, выражаемых в единицах Хаунсфилда, НУ. Таким образом, появилась возможность объективно математически оценивать анатомические особенности и патологические изменения различных структур. Спиральная компьютерная томография, появившаяся в 1989 г. прошлого века, дала возможность исследовать интересующую анатомическую область за один период задержки дыхания, а появившаяся на рубеже XX–XXI вв. мультиспиральная компьютерная томография позволила воспроизводить за полный оборот системы «трубка - детекторы» более одного среза (от 2 до 256 изображений) и оценивать изучаемые структуры на разных уровнях с меньшими временными затратами и лучевой нагрузкой для пациента [16,17]. Для увеличения градиента показателей плотности тканей применяют методику внутривенного усиления, т.е. болюсного введения водорастворимых йодсодержащих контрастных препаратов. Мультиспиральная компьютерная томография с ретроспективной кардиосинхронизацией и контрастированием (внутривенным усилением) с успехом применяется для диагностики поражений коронарных артерий и их проходимости, состояния стентов, артериальных и венозных шунтов, сосудистых мальформаций. По данным многих авторов [6,18,19], данный метод диагностики демонстрирует высокую чувствительность и специфичность в определении степени сужения просвета коронарных сосудов. Кроме того, дополнительными преимуществами мультиспиральной компьютерной томографии считают возможность определения состояния компенсаторного коллатерального кровотока, а также оценку количества кальция в атеросклеротических бляшках и стенках коронарных артерий, поскольку согласно современным представлениям, кальциевый индекс может быть предиктором развития внезапных сердечно-сосудистых событий [10,20–22]. Неоспоримыми преимуществами мультиспиральной компьютерной томографии являются также высокая чувствительность (до 97–98% ) в диагностике атеросклеротических кальцинированных и «мягких» бляшек, до 100% при определении окклюзии коронарных шунтов), возможность построения трехмерных реконструкций (объемный рендеринг) сердца и сосудов, просмотр структур в проекциях максимальной интенсивности в искривленных плоскостях, высокая воспроизводимость и возможность прямой оценки стенозов артерий [6, 19]. Недостатками данного метода являются возможные аллергические реакции на контрастное вещество и наличие лучевой нагрузки (до 10 мЗв) [9, 23].

Внутрисосудистое УЗИ (ВСУЗИ) – это метод, позволяющий в естественных условиях изучить микроанатомию коронарных артерий при помощи миниатюрных эхо-датчиков и оценивать коронарный кровоток, позволяет производить анализ компонентов и морфологическую оценку атеросклеротической бляшки. Так,

инвазивное диагностическое внутрисосудистое ультразвуковое виртуальное гистологическое исследование позволяет идентифицировать бляшки различных типов и выделять критерии уязвимости бляшки, например, наличие фиброзной капсулы, расширение некротического ядра, кальциноз, положительное ремоделирование коронарного русла и др. Кроме того, внутрикоронарное УЗИ может сопровождать проведение эндоваскулярных вмешательств у пациентов с ИБС [12,13].

Как альтернативой, так и дополнением к ВС УЗИ на современной этапе служит внутрисосудистая оптическая когерентная томография (ВСОКТ), которая используется для получения изображений внутренней структуры тканей у человека. Физическим принципом ОКТ является регистрация света, рассеянного назад от оптических неоднородностей, а не детекция отраженного эхо-сигнала, обусловленного пространственным распределением акустического импеданса, как при ВС УЗИ, благодаря чему пространственное разрешение ОКТ как минимум в 10 раз выше, чем у ВСУЗИ. Помимо этого, ВСОКТ предоставляет более точные по сравнению с ангиографией и ВСУЗИ данные о гиперплазии неоинтимы на стентах и о морфологических изменениях в бляшках при рестенозе стента [24].

Проведение магнитно-резонансной коронарографии стало возможным благодаря открытию в середине XX века американскими исследователями явления ядерно-магнитного резонанса, а в 1971 г. физик Поль Лаутербур предложил использовать слабые магнитные поля и метод восстановления изображений по обратным проекциям. Согласно данным некоторых авторов, контрастная магнитно-резонансная коронарография по информативности уступает мультиспиральной компьютерной томографии [23].

По данным современной зарубежной литературы, существует несколько методов лучевой диагностики, которые позволяют оценить функциональную (гемодинамическую) значимость коронарного стеноза. К ним относят стресс-эхокардиографию, МРТ сердца и перфузионную сцинтиграфию миокарда, которая может быть представлена ПЭТ или однофотонной эмиссионной компьютерной томографией [1,5].

Эхокардиография может выполняться как в одномерном М-режиме, так и в виде двух- (2D) или трехмерного исследования (3D). Исследование сердца при помощи ультразвука позволяет оценить не только анатомические параметры, например, толщину миокарда желудочков, массу миокарда, но и общую и локальную сократительную функцию миокарда камер сердца, рассчитать фракцию выброса. Нарушение сократительной функции сердечной мышцы выявляется при стресс-индуцированной ишемии во время или после нагрузки, а локальное нарушение сократимости стенки желудочков характерно для зоны постинфарктного кардиосклероза, т.е. участка сердечной мышцы,

замещенной рубцовой тканью. [1,9,25]. Нарушения, выявленные при стресс-эхокардиографии, ассоциированы с повышенным риском развития внезапных сердечно-сосудистых событий [26]. Преимуществами стресс-эхокардиографии являются доступность и возможность многократного повторения. Недостатками же этого метода являются высокая аппаратно- и операторозависимость, субъективность в интерпретации эхографических изображений, возможность лишь непрямо́й оценки стенозов коронарных артерий, низкая переносимость физических нагрузок пациентами со значимыми поражениями коронарных артерий, а также низкая воспроизводимость [23].

С помощью МРТ сердца в режимах T1-, T2- и протон-взвешенных изображений (срезов) возможна оценка перфузии и жизнеспособности миокарда с помощью анализа динамики накопления и выведения контрастного вещества, на графике зависимости интенсивности от времени [23]. Замедление поступления контрастного вещества в ишемизированные участки миокарда в случае развития инфаркта миокарда или в зону замещения сердечной мышцы соединительно-тканым рубцом при наличии постинфарктного кардиосклероза проявляется уменьшением интенсивности сигналов и обозначается как дефект перфузии [9, 23]. По данным некоторых авторов, МРТ сердца лучше выявляет субэндокардиальные дефекты перфузии, чем ПЭТ [27] и однофотонная эмиссионная компьютерная томография [28]. К недостаткам МРТ относят большое время получения изображений, высокую стоимость оборудования, невозможность обследования больных с клаустрофобией, с имплантированными кардиостимуляторами и металлическими протезами, а также высокую чувствительность к осуществляемым пациентом движениям [9].

Современная радионуклидная диагностика основана на регистрации гамма-квантов, либо испускаемых непосредственно радиоактивными нуклидами при их распаде (сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография), либо образующихся при взаимодействии позитронов, испускаемых нуклидом, с электронами окружающих атомов. Использование радионуклидного метода диагностики стало возможно благодаря открытию в конце XIX века французским физиком Анри Беккерелем явления естественной радиоактивности. Для оценки пространственного распределения радиофармпрепарата в тканях или в органе путем расчета степени и равномерности накопления его используются статистически исследования [1,9, 23]. Сцинтиграфия с тропным к поврежденному миокарду  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом используется с целью выявления очагов острого инфаркта миокарда. Оценка сократительной и насосной функций сердца проводится с помощью радионуклидной равновесной вентрикулографии с использованием меченых эритроцитов *in vivo* пирофосфатом олова и  $^{99m}\text{Tc}$ -пертехнетатом.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография и ПЭТ с мечеными жирными кислотами или  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой нашли применение для изучения метаболизма сердечной мышечной ткани [9,23,29–31]. Использование радионуклидных методов обследования хотя ограничено их менее высокой, по сравнению с другими методами, доступностью, позволяет оценить функциональное состояние миокарда после восстановления кровотока по стенозированным коронарным сосудам путем хирургической или эндоваскулярной реваскуляризации.

Пациенты кардиологического профиля являются особой категорией больных. Для сохранения качества жизни и успешного эффективного лечения им необходима ранняя и точная диагностика патологических изменений. При решении вопроса о выборе метода лечения пациента с ИБС необходимо опираться не только на данные ангиографии, но и параметры исследований, позволяющие оценить функциональное состояние сердечной мышцы.

Необходим поиск новых диагностических методик, позволяющих получить данные о корреляции морфо-

метрических параметров гемоциркуляторного русла и коронарных сосудов с уровнем функционального состояния сердечной мышцы, что позволит грамотно и своевременно осуществлять выбор метода лечения пациента. На основе анализа современной доступной научной литературы можно сделать вывод, что еще, вероятно, не до конца раскрыт потенциал лучевых методов диагностики поражений сердца и коронарных сосудов в выявлении их анатомических или патологических особенностей. Следовательно, очевидна целесообразность проведения комплексного научного исследования, результаты которого позволят на основе данных обследования кардиологических больных при помощи лучевых методов диагностики, объективно оценить уровень обменных процессов и структурно-функциональное состояние кардиомиоцитов. Результаты такого исследования будут способствовать повышению точности и информативности диагностики, а также улучшению контроля эффективности проводимой терапии и реабилитационных мероприятий, повышению уровня качества жизни больных с коронарной патологией. ■

## Список литературы

1. Pakkal M., Raj V., McCann G.P. Non-invasive imaging in coronary artery disease including anatomical and functional evaluation of ischemia and viability assessment. *The British Journal of Radiology*. 2011; 84: S280–S295.
2. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия – 2010. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2011; 192 с.
3. Линденбратен Л.Д. Лучевая диагностика: достижения и проблемы нового времени. *Радиология - практика*. 2007; 3: 4–15.
4. Шарфеев А.З. Диагностика сочетанных атеросклеротических поражений различных бассейнов у больных ИБС. *Казанский медицинский журнал*. 2009; ХС (2); 145–148.
5. Шахов Б.Е., Кринина И.В., Матусова Е.И., Вострякова Л.В. Классические лучевые методы в дифференциальной диагностике синдрома стенокардии. *Медицинский альманах*. 2007; 1: 58–61.
6. Терновой С.К., Акчурин Р.С., Федотенков И.С. и др. Мультиспиральная компьютерная томография в неинвазивной диагностике проходимости маммаро- и аортокоронарных шунтов. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2010; 6: 147–153.
7. Нуднов И.Н., Болотов П.А., Руденко Б.А. Сравнительный анализ морфологии коронарного атеросклероза после имплантации лекарственных и непокрытых стентов по данным коронарной ангиографии и внутрисосудистого ультразвука. *Медицинская визуализация*. 2011; 5: 104–113.
8. Лишманов Ю.Б., Марков В.А., Кривоногов Н.Г. Возможности радионуклидных методов исследования в прогнозе результатов аорто-коронарного шунтирования у больных после инфаркта миокарда. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2008; 2 (4): 17–25.
9. Методы лучевой диагностики: учебное пособие. С. К. Терновой и др. (Под общ. ред. Л.П. Сапожковой). Ростов н/д: Феникс. 2007; 137 с.
10. Сеницын В.Е., Фомина И.Г., Писарев М.В., Гагарина Н.В. Диагностическое и прогностическое значение выявления коронарного кальциноза на доклинической стадии ишемической болезни сердца. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2004; 3 (5): 118–125.
11. Kothawade K., Noel Bairey Merz C. Microvascular coronary dysfunction in women – pathophysiology, diagnosis and management. *Curr. Probl. Cardiol*. 2011; 36 (8): 291–318.
12. Gorge G., Ge J., von Birgelen C., Erbel R. Intracoronary ultrasound – the new gold-standart? *Zeitschrift für Kardiologie*. 1998; 87 (8): 575–585.
13. Мовсесянц М.Ю., Иванов В.А., Трунин И.В. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование с функцией виртуальной гистологии при поражении коронарных артерий. *Кардиология*. 2009; 12: 58–61.

14. Веселова Т.Н., Меркулова И.Н., Яровая Е.Б., Руда М. Я. Оценка жизнеспособности миокарда методом МСКТ для прогнозирования развития постинфарктного ремоделирования левого желудочка. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2013; 1(45): 17–24.
15. Стукалова О.В., Власова Э.Е., Тарасова Л.В., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография сердца у больных постинфарктным кардиосклерозом перед операцией хирургической реваскуляризации миокарда. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2013; 1(45): 36–41.
16. Хофер М. Компьютерная томография. Базовое руководство. М.: Медлит. 2006; 208 с.
17. Galanski M., Prokop M. Spiral and multislice CT of the body. *New York, Thieme*. 2003.
18. Ropers D., Baum U., Karsten P. et al. Detection of coronary artery stenoses with thin slice multi detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*. 2003; 107: 664–666.
19. Морозов С.П., Насникова И.Ю., Сеницын В.Е. Терновой С.К. Мультиспиральная компьютерная томография. (Под ред. С.К. Тернового). М: ГЭОТАР-Медиа. 2009; 112 с.
20. Боев С.С., Доценко Н.Я., Герасименко Л.В., Шехунова И.А. Кальцификация коронарных артерий как маркер риска коронарной болезни артерии и предиктор кардиоваскулярных осложнений. *Здравоохранение Чувашии*. 2012; 1: 74–79.
21. Agatston A.S., Janowitz W.R., Hildner F.J. et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1990; 15: 827–832.
22. Lau G.T., Ridley L.J., Schieb M.C. et al. Coronary artery stenoses: detection with calcium scoring, CT angiography and both methods combined. *Radiology*. 2005; 235: 415–422.
23. Общая и военная рентгенология: учебник. (Под ред. Г.Е. Труфанова). СПб.: ВМедА, Медкнига ЭЛБИ-СПБ. 2008; 480 с.
24. Периоперационная реабилитация больных осложненными формами ишемической болезни сердца. (Под ред. проф. В.В. Плечева.). Уфа. 2012; 336 с.
25. Sicari R., Nihoyannopoulos P., Evangelista A. et al. Stress Echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). *Eur J Echocardiogr*. 2008; 9: 415–37.
26. Klein C., Nekolla S.G., Bengel F.M. et al. Assessment of myocardial viability with contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison with positron emission tomography. *Circulation*. 2002; 105: 162–167.
27. Wagner A., Mahrholdt H., Holly T.A., Elliott M.D. et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet*. 2003; 361: 374–379.
28. Лишманов Ю.Б., Ефимова И.Ю., Чернов В.И. и др. Сцинтиграфия как инструмент диагностики, прогнозирования и мониторинга лечения болезней сердца. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2007; 22 (3): 74–77.
29. Рыжкова Д.В., Колесниченко М.Г., Болдуева С.А., Костина И.С. Изучение состояния коронарной гемодинамики методом позитронной эмиссионной томографии у пациентов с коронарным синдромом Х. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2012; 27 (2): 50–56.
30. Nekolla S., Reder S., Saraste A. et al. Evaluation of the Novel Myocardial Perfusion Positron-Emission Tomography Tracer 18F-BMS-747158-02: Comparison to 13N-Ammonia and Validation With Microspheres in a Pig Model. *Circulation*. 2009; 119(17): 2333–2342.
31. Gerber B.L., Ordoubadi F.F., Wijns W. et al. Positron emission tomography using 18F-fluoro-deoxyglucose and euglycaemic hyperinsulinaemic glucose clamp: optimal criteria for the prediction of recovery of post-ischemic left ventricular dysfunction. Results from the European Community concerted action multicenter study on use of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography for the detection of myocardial viability. *Eur. Heart. J*. 2001; 22: 1691–701.

## References

1. Pakkal M., Raj V., McCann G.P. Non-invasive imaging in coronary artery disease including anatomical and functional evaluation of ischemia and viability assessment. *The British Journal of Radiology*. 2011; 84: S280–S295.
2. Boqueria L.A., Gudkova R.G. Cardiac Surgery - 2010. Diseases and congenital malformations of the circulatory system. Moscow: Publishing Bakoulev center for cardiovascular surgery of Russian Academy of Medical Sciences. 2011. 192 p [In Russ].
3. Lindenbraten L.D. Beam diagnostics: achievements and challenges of modern times. *Radiology - practice*. 2007, 3: 4–15 [In Russ].
4. Sharafiev A.Z. Diagnosis of associated atherosclerotic lesions of different pools in CHD patients. *Kazan Medical Journal*. 2009; XC (2), 145–148 [In Russ].
5. Shahov B.E., Krinina I.V., Matusowa E.I., Vostriakova L.V. Classic radiologic differential diagnosis of angina syndrome. *Medical almanac*. 2007, 1: 58–61 [In Russ].

6. Ternovoy S.K., Akchurin R.S., Fedotenkov I.S. et al. Multislice computed tomography in the diagnosis of non-invasive cross-mammario and aortocoronary bypass grafts. *Kuban Research Medical Bulletin*. 2010, 6: 147–153 [In Russ].
7. Nudnov I.N., Bolotov P.A., Rudenko B.A. Comparative analysis of the morphology after implantation of coronary atherosclerosis and uncovered stents drug according to coronary angiography and intravascular ultrasound. *Medical imaging*. 2011, 5: 104–113 [In Russ].
8. Lishmanov J.B., Markov V.A., Krivonogov N.G. Possibilities of radionuclide methods in forecasting the results of coronary artery bypass grafting in patients after myocardial infarction. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2008, 2 (4): 17–25 [In Russ].
9. The methods of radiologic diagnosis: a manual. S.K. Ternovoy and others (Ed. Ed. Sapozhkova L.P.). Rostov n / D: Phoenix. 2007, 137 p. [In Russ].
10. Sinicyn V.E., Fomina I.G., Pisarev M.V., Gagarina N.V. Diagnostic and prognostic significance of detection of coronary calcification in the preclinical stage of ischemic heart disease. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2004, 3 (5): 118–125 [In Russ].
11. Kothawade K., Noel Bairey Merz C. Microvascular coronary dysfunction in women – pathophysiology, diagnosis and management. *Curr. Probl. Cardiol*. 2011; 36 (8): 291–318.
12. Gorge G., Ge J., von Birgelen C., Erbel R. Intracoronary ultrasound – the new gold-standart? *Zeitschrift für Kardiologie*. 1998; 87 (8): 575–585.
13. Movsesyants M.Y., Ivanov V.A., Trunin I.V. Intravascular ultrasound with Virtual Histology in lesions of the coronary arteries. *Cardiology*. 2009, 12: 58– 61 [In Russ].
14. Veselova T.N., Merkulova I.N., Yarovaya E.B., Ruda M. J. Evaluation of myocardial viability Metolit MSCT for the prediction of postinfarction left ventricular remodeling. Regional circulation and microcirculation. 2013, 1 (45): 17–24 [In Russ].
15. Stukalova O.V., Vlasova, E.E., Tarasov L.V., Ternovoy S.K. Magnetic resonance imaging of the heart in patients with postinfarction cardiosclerosis preoperative surgical myocardial revascularization. *Regional circulation and microcirculation*. 2013, 1 (45): 36–41 [In Russ].
16. Hofer M. Computed tomography. A basic guide. Moscow: Medlit. 2006, 208 p [In Russ].
17. Galanski M., Prokop M. Spiral and multislice CT of the body. *New York, Thieme*. 2003.
18. Ropers D., Baum U., Karsten P. et al. Detection of coronary artery stenoses with thin slice multi detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*. 2003; 107: 664–666.
19. Morozov S.P., Nasnikova I.Y., Sinicyn V.E., Ternovoy S.K. Multidetector computed tomography. (Eds. Thorn SK). M: GEOTAR Media. 2009; 112 p [In Russ].
20. Boev S.S., Dotsenko N.Y., Gerasimenko L.V., Shekhunova I.A. Coronary artery calcification as a marker of the risk of coronary artery disease and a predictor of cardiovascular events. *Health Care in Chuvashia*. 2012, 1: 74–79 [In Russ].
21. Agatston A.S., Janowitz W.R., Hildner F.J. et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1990; 15: 827–832.
22. Lau G.T., Ridley L.J., Schieb M.C. et al. Coronary artery stenoses: detection with calcium scoring, CT angiography and both methods combined. *Radiology*. 2005; 235: 415–422.
23. General and military radiology: a textbook. (Eds. Trufanova GE). St. Petersburg.: MMA, Medkniga ELBI SPB. 2008, 480 p [In Russ].
24. Perioperative rehabilitation of patients with complicated forms of ischemic heart disease. (By red.prof. V. Burly.) - Ufa. 2012, 336 p [In Russ].
25. Sicari R., Nihoyannopoulos P., Evangelista A. et al. Stress Echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). *Eur. J. Echocardiogr*. 2008; 9: 415–37.
26. Klein C., Nekolla S.G., Bengel F.M. et al. Assessment of myocardial viability with contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison with positron emission tomography. *Circulation*. 2002; 105: 162–167.
27. Wagner A., Mahrholdt H., Holly T.A., Elliott M.D. et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet*. 2003; 361: 374–379.
28. Lishmanov J.B., Efimova I.J., Chernov V.I. et al. Scintigraphy as a tool for diagnosis, prognosis and monitoring of the treatment of heart disease. *Siberian Journal of Medicine (Tomsk)*. 2007, 22 (3): 74–77 [In Russ].
29. Ryzhkova D.V., Kolesnychenko M.G., Boldueva S.A., Kostin J.S. The study of coronary hemodynamics methods of positron emission tomography in patients with cardiac syndrome X. *Siberian Medical Journal (Tomsk)*. 2012, 27 (2): 50–56 [In Russ].
30. Nekolla S., Reder S., Saraste A. et al. Evaluation of the Novel Myocardial Perfusion Positron-Emission Tomography Tracer 18F-BMS-747158-02: Comparison to 13N-Ammonia and Validation With Microspheres in a Pig Model. *Circulation*. 2009; 119(17): 2333–2342.
31. Gerber B.L., Ordoubadi F.F., Wijns W. et al. Positron emission tomography using 18F-fluoro-deoxyglucose and euglycaemic hyperinsulinaemic glucose clamp: optimal criteria for the prediction of recovery of post-ischemic left ventricular dysfunction. Results from the European Community concerted action multicenter study on use of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography for the detection of myocardial viability. *Eur. Heart. J.* 2001; 22: 1691–701.