

5. Hot B.D. Pericardial and postpericardial injury syndromes // Uptodate / B.D. Rose, ed. – Wellesley, MA : Uptodate Online, 2010.
6. Guidelines on the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases // Eur. Heart J. – 2004. – Vol. 25(7). – P. 587–610.
7. Gill P.J., Forbes K., Coe J.Y. The effect of short-term prophylactic acetylsalicylic acid on the incidence of postpericardiotomy syndrome after surgical closure of atrial septal defects // Pediatr. Cardiol. – 2009. – Vol. 30. – P. 1061–1067.
8. Fries S., Grosser T. The cardiovascular pharmacology of COX-2 inhibition // Hematology. – 2005. – Vol. 2005. – P. 445–451.
9. Муравьев Ю.Б. Заболевания сердечно-сосудистой системы и нестероидные противовоспалительные препараты // Болезни сердца и сосудов. – 2006. – № 1(2). – С. 52–55.
10. Gislason G.H., Jacobsen S., Rasmussen J.N. et al. Risk of death or reinfarction associated with the use of selective cyclooxygenase-2 inhibitors and nonselective nonsteroidal antiinflammatory drugs after acute myocardial infarction // Circulation. – 2006. – Vol. 113. – P. 2906–2913.
11. Miller R.H., Horneffer P.J., Gardner T.J. et al. The epidemiology of the postpericardiotomy syndrome: a common complication of cardiac surgery // Am. Heart J. – 1988, Nov. – Vol. 116. – P. 1323–1329.
12. Ахмедов Ш.Д., Петенко А.В., Лежнев А.А. Оценка выраженности процесса воспаления в плевре после кардиохирургических вмешательств у пациентов с ишемической болезнью сердца // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2014. – Т. 29, № 2. – С. 44–47.
13. Mack D.R., Cahoon W.D. Jr., Lowe D.K. Colchicine for the primary prevention of the postpericardiotomy syndrome // Ann. Pharmacother. – 2011, Jun. – Vol. 45(6). – P. 803–806.
14. Dziembowska M., Pretto D.I., Janusz A. et al. High MMP-9 activity levels in fragile X syndrome are lowered by minocycline // Am. J. Med. Genet. A. – 2013, Aug. – Vol. 161A(8). – P. 1897–1903.
15. O'Dell J.R., Blakely K.W., Mallek J.A. et al. Treatment of early seropositive rheumatoid arthritis: a two-year, double-blind comparison of minocycline and hydroxychloroquine // Arthritis Rheum. – 2001, Oct. – Vol. 44(10). – P. 2235–2241.

Поступила 24.09.2015

Сведения об авторах

Ахмедов Шамиль Джаманович, докт. мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.
Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.
E-mail: shamil@cardio.tsu.ru.

Петенко Анжелика Владимировна, аспирант отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.
Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.
E-mail: avpetenko@mail.ru.

Гусакова Анна Михайловна, канд. мед. наук, врач клинико-диагностической лаборатории НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

Лежнев Александр Александрович, канд. мед. наук, врач-хирург отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.
Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.
E-mail: Lezhnev.md@gmail.com.

УДК 616.12-07

МЕТОДИКА ДВУХИЗОТОПНОЙ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ МИОКАРДА С ^{123}I -ФЕНИЛМЕТИЛПЕНТАДЕКАНОВОЙ КИСЛОТОЙ И $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МЕТОКСИИЗОБУТИЛИЗОНИТРИЛОМ

Ю.Б. Лишманов^{1,2}, К.В. Завадовский^{1,2}, М.О. Гуля^{1,2}, Е.А. Александрова¹, С.Л. Андреев¹

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт кардиологии", Томск

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"

E-mail: gulya@cardio-tomsk.ru

DUAL-ISOTOPE MYOCARDIAL SPECT TECHNIQUE WITH $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI AND ^{123}I -BMIPP

Yu.B. Lishmanov^{1,2}, K.V. Zavadovsky^{1,2}, M.O. Gulya^{1,2}, E.A. Alexandrova¹, S.L. Andreev¹

¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute for Cardiology", Tomsk

²National Research Tomsk Polytechnic University

Цель: продемонстрировать возможности методики двухизотопной однофотонно-эмиссионной компьютерной томографии с ^{123}I -фенилметилпентадекановой кислотой (^{123}I -ФМПДК) и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -метоксиизобутилизонитрилом ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ) в оценке перфузионно-метаболических взаимоотношений миокарда левого желудочка (ЛЖ). Внутривенно вводят $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ в дозе 296 МБк и через 70 мин 111 МБк ^{123}I -ФМПДК. Запись изображения проводят с использованием гамма-камеры, оснащенной твердотельными полупроводниковыми кадмий-цинк-теллуридными детек-

торами. Энергетические окна дифференциального дискриминатора для ^{99m}Tc и ^{123}I настраивают таким образом, чтобы они взаимно не пересекались. Это позволяет проводить двухизотопную сцинтиграфию миокарда в один день. Данная методика позволяет уменьшить лучевую нагрузку и продолжительность исследования, улучшить логику обследования больных в лечебном учреждении и сделать процедуру оценки метаболизма и перфузии миокарда более комфортной.

Ключевые слова: перфузионно-метаболическая сцинтиграфия, жизнеспособный миокард, однофотонно-эмиссионная компьютерная томография.

The aim of this study was to demonstrate the capabilities of the dual-isotope SPECT with ^{123}I -BMIPP and ^{99m}Tc -MIBI in the assessment of myocardial perfusion-metabolic relationships. Following 70 min after the intravenous administration of ^{99m}Tc -MIBI (296 MBq), ^{123}I -BMIPP (111 MBq) was introduced. The images were recorded using SPECT system equipped with solid-state semiconductor cadmium-zinc-telluride detectors. The energy windows of the differential discriminator for ^{99m}Tc and ^{123}I were adjusted to avoid overlapping. This enables to perform the dual-isotope myocardial scintigraphy as a single procedure at the same day. This method allows for the reduction of radiation exposure and procedure duration, improves logistics of in-hospital examination of patients, and makes the procedure for assessment of myocardium metabolism and perfusion more comfortable.

Key words: perfusion-metabolic scintigraphy, viable myocardium, SPECT.

Введение

В настоящее время доказано, что наличие жизнеспособного миокарда определяет прогноз и результаты оперативного лечения и развития патологии в целом у больных, направленных на кардиохирургические вмешательства [1, 15, 16]. Признаком же гибернированного, то есть ишемизированного, но потенциально сохранившего свою функцию миокарда, в ядерной кардиологии принято считать его сохраненную способность к накоплению метаболизируемого индикатора в дефектах перфузии. Наиболее распространенным радиофармпрепаратом (РФП) для гамма-сцинтиграфической оценки метаболизма сердечной мышцы является меченная йодом-123 фенилметилпентадекановая кислота (^{123}I -ФМПДК) [1], а для оценки миокардиальной перфузии – ^{99m}Tc -метоксиизобутилизонитрил (^{99m}Tc -МИБИ) [2]. Однако энергетические пики гамма-квантов, излучаемых йодом-123 и технецием-99m, очень близки (159 и 140,5 кэВ соответственно), что не позволяет качественно дифференцировать фотоны со столь близкими энергиями на традиционных Ангеровских гамма-камерах. Дело в том, что разрешающая способность натрий-йод-галлиевых детекторов у таких камер ограничена пределами 15–20%. В результате, чтобы избежать визуальных искажений, связанных с регистрацией сцинтилляций от близких по значениям энергии гамма-квантов, излучаемых разными РФП, можно использовать 2 подхода:

- проводить исследование последовательно, с интервалом, обеспечивающим полный распад изотопа, введенного первым (min – 48 ч);
- выполнять регистрацию гамма-излучения одновременно с использованием прибора, оснащенного твердотельным кадмий-цинк-теллурическим (CaZnTe) детектором, который позволяет сузить энергетическое окно дифференциального дискриминатора (ДД) до 5% и тем самым создает возможность для получения отдельных изображений аккумуляции ^{123}I -ФМПДК и ^{99m}Tc -МИБИ при совместном введении обоих РФП.

Второй подход выглядит более предпочтительным, поскольку позволяет экономить время исследования, исключить погрешности, связанные с совмещением сцинтиграмм, полученных в разные дни при индикации движущихся объектов, и проч.

Вместе с тем разработка методик, связанных с одномоментной сцинтиграфической оценкой перфузии и метаболизма миокарда в эксперименте и клинике, далека от своего разрешения [9, 17].

Цель исследования: продемонстрировать возможности методики двухизотопной однофотонно-эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) с ^{231}I -ФМПДК и ^{99m}Tc -МИБИ в оценке перфузионно-метаболических взаимоотношений миокарда ЛЖ.

Материал и методы

Методику двухизотопной оценки перфузионно-метаболического соотношения в миокарде ЛЖ выполняют следующим образом.

Подготовка. В течение 3 дней до проведения исследования пациентам проводят блокаду щитовидной железы раствором Люголя (5 капель 1 раз в сутки). За 6 ч до введения РФП исключают прием пищи.

Радиофармацевтические препараты. Учитывая, что коэффициент аккумуляции ^{99m}Tc -МИБИ в миокарде составляет 1,8% от введенной активности [18], а ^{123}I -ФМПДК – порядка 5,4% [5], доза первого РФП составляет 296 МБк, второго – 111 МБк. Таким образом, уровни интрамиокардиальной активности обоих радионуклидов становятся сопоставимыми (около 5 МБк). Введение столь малых доз РФП обусловлено тем, что регистрация гамма-квантов ультрабыстрыми CaZnTe детекторами позволяет достигать набора импульсов, оптимального для формирования диагностического изображения, за гораздо более короткое время, чем при использовании стандартной гамма-камеры с детекторами на основе йодида натрия (стандартная доза ^{99m}Tc -МИБИ – 600–900 МБк) [3].

Протокол введения РФП. Первым из двух РФП внутривенно вводят агент для оценки миокардиальной перфузии – ^{99m}Tc -МИБИ. Учитывая, что наилучшее соотношение сердце/окружающие ткани для данного РФП определяется на 90-й мин после введения [7], а оптимальным временем для визуализации накопления жирных кислот в сердце является 10–15 мин [8], инъекцию ^{123}I -ФМПДК выполняют через 70 мин от момента введения ^{99m}Tc -МИБИ. Инъекцию обоих РФП осуществляют в состоянии функционального покоя.

Протокол регистрации сцинтиграфических изобра-

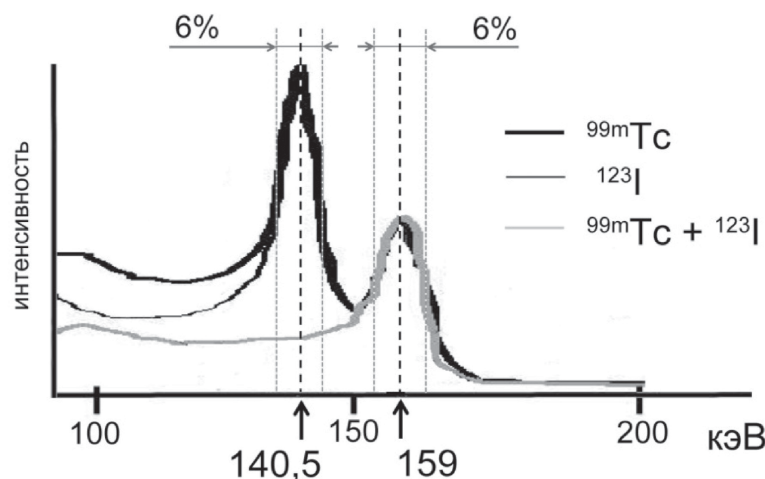


Рис. 1. Энергетические спектры ^{99m}Tc и ^{123}I на камере Discovery NM/CT570с. Для каждого из радионуклидов центр окна дифференциального дискриминатора обозначен жирной пунктирной линией, границы окна дифференциального дискриминатора – тонкой пунктирной линией

жений. Метаболическую и перфузионную томосцинтиграфию миокарда выполняют последовательно, через 10 мин после введения ^{123}I -ФМПДК. Запись отсроченных метаболических скантинграмм проводят спустя 4 ч после инъекции ^{123}I -ФМПДК.

Пациентов располагают на томографическом столе в положении на спине с отведенными за голову руками. Сцинтиграфическое изображение сердца позиционируют в центре поля зрения детекторов.

С целью разделения фотопиков ^{123}I и ^{99m}Tc ширину окна ДД максимально сужают. Центр окна ДД для Tc-^{99m} настраивают на 140,5 кэВ, низко- и высокоэнергетические пороги устанавливают симметрично по 3% (рис. 1) таким образом, чтобы суммарная ширина окна ДД составила 6%. При исследовании с ^{123}I центр окна ДД настраивают на энергетический пик 159 кэВ (рис. 1), ширина энергетического окна также составляет 6% (высоко- и низкоэнергетические пороги по 3%). Таким образом, энергетические окна для ^{99m}Tc и ^{123}I взаимно не пересекаются, что дает возможность формировать качественные изображения с обоими РФП в один день.

Регистрацию изображения осуществляют в матрицу 70x70, размер вокселя реконструкции – 4,0x4,0x4,0 мм. Продолжительность сбора данных составляет 10 мин для каждого из индикаторов.

В настоящем исследовании все сцинтиграфические исследования были выполнены на томографе Discovery NM/CT 570с, оснащенный ультрабыстрым CaZnTe детектором.

Обработка изображений. Используют интерактивный алгоритм 3-D реконструкции изображения. Обработку полученных скантинграмм осуществляют при помощи пакетов прикладных программ Xeleris (GE Healthcare, USA).

Выраженность локальных нарушений перфузии и метаболизма ЛЖ оценивают с использованием 17-сегментарной модели ЛЖ по 4-бальной шкале: 0 – аккумуля-

ция РФП в миокарде более 70% от максимального; 1 – незначительно (55–70%) выраженные, 2 – умеренно (40–55%) выраженные, 3 – выраженные (25–40%) и 4 – резко выраженные (менее 25%) дефекты накопления индикатора. Размер дефектов перфузии (ДП) и метаболизма (ДМ), выраженный в процентах, вычисляют путем деления суммарного количества баллов на 68 (максимально возможная сумма баллов во всех 17 сегментах). Показатель, отражающий перфузионно-метаболическое несоответствие (ПМН), вычисляют путем вычитания значения размера дефекта аккумуляции метаболического агента из размера дефекта накопления перфузионного РФП [10].

Процедура оценки жизнеспособного миокарда по данной методике была одобрена этическим комитетом. Со всех пациентов было взято информированное согласие и объяснена

цель исследования. Были обследованы 32 пациента с ишемической болезнью сердца (ИБС), стенокардией напряжения (функциональный класс – ФК II–III по классификации Канадского общества кардиологов), осложненной хронической сердечной недостаточностью (ХСН) II–IV ФК по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца. Все больные имели стенозирующий (более 75%) атеросклероз коронарных сосудов, конечно-систолический индекс (КСИ) ЛЖ более 60 мл/м², аневризму ЛЖ по данным эхокардиографии. Пациентам была выполнена комплексная хирургическая коррекция дисфункции ЛЖ, включающая реваскуляризацию миокарда в сочетании с вентрикулопластикой по Мениканти [14]. При сравнительном анализе эхокардиографических данных и клинического статуса до оперативного вмешательства и в раннем послеоперационном периоде пациенты были сопоставимы.

Через 12 мес. после кардиохирургического вмешательства больные были подразделены на две группы: (1) удовлетворительный результат хирургического лечения (n=18) – стабилизация процесса ремоделирования сердца (КСИ ЛЖ не изменился или увеличился не более чем на 15% по сравнению с ранним послеоперационным периодом); (2) неудовлетворительный эффект вмешательства (n=14) – повторное ремоделирование миокарда ЛЖ (КСИ увеличился более чем на 15% по сравнению с ранним послеоперационным периодом).

Статистическую обработку результатов выполняли при помощи программ STATISTICA 10.0 и MedCalc 12.1.14.0. Полученные данные представлены в виде медианы и квартилей Me (Q25–Q75). Достоверность межгрупповых различий оценивали в соответствии с непараметрическим критерием Манна–Уитни (Mann–Whitney). Для нахождения дифференциальной границы (cut-off value) между исследуемыми величинами в независимых выборках проводили ROC-анализ. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты

Результаты перфузионной сцинтиграфии миокарда с ^{99m}Tc -МИБИ и метаболической сцинтиграфии с ^{123}I -ФМПДК представлены в таблице 1, из которой следует, что пациенты с ИБС, осложненной ХСН, имели выраженные нарушения перфузии и метаболизма ЛЖ.

До оперативного лечения группы достоверно различались по следующим исходным сцинтиграфическим показателям: ДМ на отсроченных изображениях, ПМН на ранних и отсроченных сканах (табл. 1).

По результатам корреляционного анализа, нами была выявлена достоверная взаимосвязь между размером ПМН на отсроченных сканах и динамикой КСИ ($r=-0,33$; $p<0,05$), а также динамикой фракции выброса – ФВ ($r=0,31$; $p<0,05$) после операции.

По данным ROC-анализа (табл. 2), наибольшее значение площади под ROC-кривой было отмечено у методики определения ПМН на отсроченных сканах, поэтому, на наш взгляд, оценка именно этого показателя является наиболее приемлемой в прогнозе повторного ремоделирования ЛЖ после комплексной оперативной коррекции его сократительной дисфункции. Так, значение указанного индекса более 12% позволяет прогнозировать положительный эффект хирургического лечения с чувствительностью и специфичностью 100 и 56% соответственно.

Обсуждение

По данным литературы, при сочетанном исследовании перфузии и метаболизма миокарда выделяют различные типы перфузионно-метаболических нарушений [6]. Нежизнеспособный миокард характеризуется перфузионно-метаболическим соответствием с выраженным пропорциональным снижением аккумуляции как перфузионного, так и метаболического агентов в дисфункциональном сегменте. Жизнеспособный миокард может иметь 3 варианта перфузионно-метаболического соотношения:

- 1) нормальная аккумуляция перфузионного и метаболического РФП;
- 2) гипоперфузия сердечной мышцы в сочетании с высоким уровнем накопления метаболического агента (прямое перфузионно-метаболическое несоответствие, характерное для гибернированного миокарда);

Таблица 1

Показатели перфузии и метаболизма миокарда ЛЖ у пациентов с ИБС, осложненной ХСН

Сцинтиграфические показатели	Вся выборка (n=32)	I группа (n=18)	II группа (n=14)	p
ДП, %	37,5 (29,4;47,1)	36,7 (32,4;48,5)	38,2 (22,0;42,6)	0,13
ДМ ранний, %	40,4 (30,1;44,1)	39,7 (30,9;42,6)	41,2 (26,5;44,1)	0,59
ДМ отсроченный, %	29,4 (18,4;38,2)	26,5 (20,6;32,4)	38,2 (16,2;44,1)	0,02
ПМН раннее, %	0,0 (-6,6;5,8)	5,9 (-5,9;7,4)	-1,5 (-7,4;1,5)	0,02
ПМН отсроченное, %	5,9 (3,7;16,9)	14,7 (5,9;27,9)	4,4 (2,9;7,4)	<0,0001

Примечание: ДП – дефект перфузии; ДМ – дефект метаболизма; ПМН – перфузионно-метаболическое несоответствие; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЛЖ – левый желудочек; p – уровень статистической значимости межгрупповых различий по критерию Манна–Уитни.

Таблица 2

Результаты ROC-анализа показателей перфузионно-метаболической сцинтиграфии миокарда в прогнозе эффективности хирургического лечения сократительной дисфункции ЛЖ

Показатели	Значение AUC	p	Наилучшее пороговое значение	Чувствительность	Специфичность
ДМ отсроченный	0,675	0,020	>35,3	57	89
ПМН раннее	0,667	0,016	≤1,5	86	56
ПМН отсроченное	0,778	<0,0001	≤11,8	100	56

Примечание: ДМ – дефект метаболизма; ПМН – перфузионно-метаболическое несоответствие; AUC (area under curve) – площадь под ROC-кривой; p – уровень статистической значимости по сравнению с AUC=0,5.

- 3) нормальная перфузия в зонах со сниженным метаболизмом (инвертированное ПМН, свойственное стандартизированным сегментам ЛЖ).

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов [1], наличие жизнеспособных участков миокарда является наиболее значимым предиктором восстановления контрактильной функции сердца после его прямой реваскуляризации (класс рекомендации I, уровень доказательности A). В то же время, по данным STICH исследования (Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure), больные, имеющие гибернированный миокард, не имели какой-либо выгоды от реконструкции полости ЛЖ в дополнении к коронарному шунтированию (КШ) [12]. Результаты указанного исследования вызвали широкую дискуссию в научных кругах. Так, в этой работе, основанной на анализе 1212 больных, жизнеспособность миокарда оценили только у 774 пациентов. При этом основным методом оценки жизнеспособности была ЭхоКГ с добутамином, однако данный метод не позволяет определить размеры трансмурального рубца [11, 13]. Настоящим исследованием показано, что размер зоны гибернированного миокарда (по данным сочетанной сцинтиграфии с ^{123}I -ФМПДК и ^{99m}Tc -МИБИ) возможно использовать в качестве прогностического критерия эффективности не только реваскуляризации, но также и для прогноза реконструктивных вмешательств на ЛЖ.

Заключение

Проведение одномоментного двухизотопного исследования при помощи ОФЭКТ томографа с детекторами на основе CaZnTe , по сравнению с исследованием на стан-

дартной Ангеровской гамма-камере, позволяет уменьшить лучевую нагрузку и продолжительность исследования, улучшить логику обследования больных в лечебном учреждении и сделать процедуру выявления гибернированного миокарда у пациентов кардиохирургического профиля более комфортабельной.

Данная работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (№14-15-00178).

Литература

1. Гуля М.О., Лишманов Ю.Б., Завадовский К.В., Лебедев Д.И. Состояние метаболизма жирных кислот в миокарде левого желудочка и прогноз эффективности кардиоресинхронизирующей терапии у пациентов с дилатационной кардиомиопатией // Российский кардиологический журнал. – 2014. – № 9. – С. 61–67.
2. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Национальное руководство по радионуклидной диагностике: в 2 т. – Томск: STT, 2010. – 290 с.
3. Лишманов Ю.Б., Ефимова И.Ю., Чернов В.И. и др. Сцинтиграфия как инструмент диагностики, прогнозирования и мониторинга лечения болезней сердца // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2007. – Т. 22, № 3. – С. 74–77.
4. Kohl P., Windecker S., Alfonso F. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2014. – Vol. 46, No. 4. – P. 517–592.
5. Torizuka K., Yonekura Y., Nishimura T. et al. A Phase 1 study of beta-methyl-p-(123I)-iodophenyl-pentadecanoic acid (123I-BMIPP) // Kaku Igaku – 1991. – Vol. 7. – P. 681–990.
6. Ghosh N., Rimoldi O.E., Beanlands R.S. et al. Assessment of myocardial ischaemia and viability: role of positron emission tomography // Eur. Heart J. – 2010. – Vol. 31, No. 24. – P. 2984–2995.
7. Savi A., Gerundini P., Zoli P. et al. Biodistribution of Tc-99m methoxy-isobutyl-isonitrile (MIBI) in humans // Eur. J. Nucl. Med. – 1989. – Vol. 15, No. 9. – P. 597–600.
8. Hambye A.S., Dobbeleir A.A., Vervaeke A.M. et al. BMIPP imaging to improve the value of sestamibi scintigraphy for predicting functional outcome in severe chronic ischemic left ventricular dysfunction // J. Nucl. Med. – 1999. – Vol. 40, No. 9. – P. 1468–1476.
9. Dobbeleir A.A., Hambye A.S., Franken P.R. Influence of methodology on the presence and extent of mismatching between ^{99m}Tc-MIBI and ¹²³I-BMIPP in myocardial viability studies // J. Nucl. Med. – 1999. – Vol. 40, No. 5. – P. 707–714.
10. B. Hesse, K. Tagil, Cuocolo A. et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2005. – Vol. 32, No. 7. – P. 855–897.
11. Medrano R., Lowry R.W., Young J.B. et al. Assessment of myocardial viability with ^{99m}Tc sestamibi in patients undergoing cardiac transplantation // Circulation. – 1996. – Vol. 94. – P. 1010–1017.
12. Michler R.E., Rouleau J.L., Al-Khalidi H.R. et al. Insights from the STICH trial: change in left ventricular size after coronary artery bypass grafting with and without surgical ventricular reconstruction // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2013. – Vol. 146, No. 5. – P. 1139–1145.
13. Nelson Ch., McCrohon J., Khafagi F. et al. Impact of scar thickness on the assessment of viability using dobutamine echocardiography and thallium single-photon emission computed tomography // J. ACC. – 2004. – Vol. 43. – P. 1248–1256.
14. O'Neill J.O., Starling R.C. Surgical remodeling in ischemic cardiomyopathy // Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med. – 2003. – Vol. 5, No. 4. – P. 311–319.
15. Bax J.J., Visser F.C., Poldermans D. et al. Relationship between preoperative viability and postoperative improvement in LVEF and heart failure symptoms // J. Nucl. Med. – 2001. – Vol. 42, No. 1. – P. 79–86.
16. Bax J.J., Poldermans D., Elhendy A. et al. Sensitivity, specificity, and predictive accuracies of various noninvasive techniques for detecting hibernating myocardium // Cur. Probl. Cardiol. – 2001. – Vol. 26. – P. 141–186.
17. Kumita S., Cho K., Nakajo H. et al. Simultaneous assessment of Tc-99m-sestamibi and I-123-BMIPP myocardial distribution in patients with myocardial infarction: evaluation of left ventricular function with ECG-gated myocardial SPECT // Ann. Nucl. Med. – 2000. – Vol. 14, No. 6. – P. 453–459.
18. Wackers F.J., Berman D.S., Maddahi J. et al. Technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile: human biodistribution, dosimetry, safety, and preliminary comparison to thallium-201 for myocardial perfusion imaging // J. Nucl. Med. – 1989. – Vol. 30, No. 3. – P. 301–311.

Поступила 06.10.2015

Сведения об авторах

Лишманов Юрий Борисович, докт. мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель научного направления НИИ кардиологии; ведущий инженер лаборатории № 31 Физико-технического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Адреса: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а; 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

E-mail: zamdir@cardio-tomsk.ru.

Завадовский Константин Валерьевич, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: konstz@cardio-tomsk.ru.

Гуля Марина Олеговна, врач-рентгенолог лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: morja20@yandex.ru.

Александрова Екатерина Александровна, аспирант отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: alex270587@yandex.ru.

Андреев Сергей Леонидович, канд. мед. наук, младший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: anselen@rambler.ru.