

УДК 616.12-089

DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-3-23-28

А. А. ШИЛОВ<sup>1</sup>, Н. А. КОЧЕРГИН<sup>2</sup>, В. И. ГАНЮКОВ<sup>2</sup>,  
А. Н. КОКОВ<sup>2</sup>, К. А. КОЗЫРИН<sup>2</sup>, А. А. КОРОТКЕВИЧ<sup>2</sup>,  
О. Л. БАРБАРАШ<sup>2</sup>

## Сопоставимость данных сцинтиграфии с результатами коронарографии после хирургической реваскуляризации миокарда

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Кемеровской области «Кемеровский областной клинический кардиологический диспансер имени академика Л. С. Барбараша», г. Кемерово, Россия  
650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6.

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, Россия  
650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6.

E-mail: shilaa@kemcardio.ru

Статья поступила в редакцию 20.06.19; принята к печати 26.07.19

### Резюме

**Введение.** Радионуклидная визуализация включена в методы диагностики после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) и аортокоронарного шунтирования (АКШ) у пациентов с симптомами, но рекомендации предостерегают от ее рутинного тестирования у всех бессимптомных пациентов после реваскуляризации. В работе показаны результаты однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) после гибридной коронарной реваскуляризации миокарда, проведен анализ чувствительности и специфичности трех методов хирургической реваскуляризации миокарда через 12 месяцев.

**Цель исследования** – определение чувствительности и специфичности ОФЭКТ в определении стенозов коронарных артерий  $\geq 50$  % после выполнения трех методов хирургической реваскуляризации миокарда – АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации миокарда у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) и многососудистым поражением коронарного русла.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ 82 пациентов со стабильными формами ИБС, которым была проведена реваскуляризация миокарда по поводу наличия многососудистого поражения коронарного русла. Пациенты разделены на 3 группы: 1-ю группу составили 40 больных, которым выполнили процедуру АКШ, 2-ю – 29 пациентов после ЧКВ и 3-ю – 23 больных, которым проведена гибридная реваскуляризация миокарда.

**Результаты.** Все пациенты после реваскуляризации миокарда в среднем через  $21,8 \pm 8,6$  месяца госпитализировались в стационар, где проводилась ОФЭКТ миокарда с  $^{99m}\text{Tc}$ -технетрилом и контрольная коронарография/шунтография. Частота наличия значимого стеноза при коронарографии при дефекте перфузии  $\geq 5$  % на ОФЭКТ во время нагрузки составила в группах АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации соответственно 50, 50 и 33 % ( $p=0,894$ ). Наименьшая чувствительность ОФЭКТ была после гибридной реваскуляризации миокарда (20 %), в то время как в группе АКШ чувствительность составила 71,4 % ( $p=0,190$ ). Показатели специфичности ОФЭКТ были гораздо выше: в группах АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации, соответственно 75,8, 79 и 88,9 % ( $p=0,530$ ).

**Выводы.** У пациентов после проведенной реваскуляризации миокарда отсутствует достоверная взаимосвязь между размерами дефекта на ОФЭКТ и данными коронарографии вне зависимости от вида хирургической реваскуляризации миокарда. Выявление дефекта перфузии при нагрузке более 10 % при ОФЭКТ после проведенной хирургической реваскуляризации миокарда является основанием для проведения коронарографии с целью исключения рестеноза стента или дисфункции шунта, а также прогрессирования коронарного атеросклероза.

**Ключевые слова:** гибридная коронарная реваскуляризация, аортокоронарное шунтирование, MIDCAB, чрескожное коронарное вмешательство, сцинтиграфия миокарда

**Для цитирования:** Шилов А. А., Кочергин Н. А., Ганюков В. И., Коков А. Н., Козырин К. А., Короткевич А. А., Барбараш О. Л. Сопоставимость данных сцинтиграфии с результатами коронарографии после хирургической реваскуляризации миокарда. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2019;18(3):23–28. Doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-3-23-28.

UDC 616.12-089

DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-3-23-28

А. А. SHILOV<sup>1</sup>, N. A. KOCHERGIN<sup>2</sup>, V. I. GANYUKOV<sup>2</sup>,  
A. N. KOKOV<sup>2</sup>, K. A. KOZYRIN<sup>2</sup>, A. A. KOROTKEVICH<sup>2</sup>,  
O. L. BARBARASH<sup>2</sup>

## Comparability of scintigraphy data with coronary angiography after surgical myocardial revascularization

<sup>1</sup> Kemerovo Regional Clinical Cardiology Clinic named after acad. L. S. Barbarasha, Russia, Kemerovo  
6 Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russia, 650002

<sup>2</sup> Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Russia, Kemerovo  
6 Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russia, 650002

e-mail: shilik@yandex.ru

Received 20.06.19; accepted 26.07.19

## Summary

**Introduction.** Radionuclide imaging is included in diagnostic methods after PCI and CABG in patients with symptoms, but the recommendations caution against routine testing in all asymptomatic patients after revascularization. The paper shows the results of single-photon emission computed tomography after hybrid coronary myocardial revascularization; an analysis of the sensitivity and specificity of three methods of surgical myocardial revascularization was carried out in 12 months.

**Aim** of the study was to determine the sensitivity and specificity of SPECT in determining coronary artery stenosis  $\geq 50\%$  after performing three methods of surgical myocardial revascularization: CABG, PCI, and hybrid myocardial revascularization in patients with coronary artery disease and multi-vascular coronary lesion.

**Material and methods.** A retrospective analysis of 82 patients with stable forms of coronary artery disease who underwent myocardial revascularization for the presence of the multivascular coronary lesion was carried out. The patients were divided into three groups: the first group consisted of 40 patients who underwent CABG, the second – 29 patients after PCI, and the third – 23 patients who underwent hybrid myocardial revascularization.

**Results.** All patients after myocardial revascularization, on average, after  $21.8 \pm 8.6$  months, were hospitalized, where single-photon emission computed tomography of the myocardium with  $^{99m}\text{Tc}$ -technetrit (SPECT) and control coronarography/shuntography were performed. The frequency of the presence of significant stenosis during coronary angiography with a perfusion defect of  $\geq 5\%$  on SPECT during exercise was 50, 50 and 33 % in the CABG, PCI, and hybrid revascularization, respectively ( $p=0.894$ ). The least sensitivity of SPECT was after hybrid myocardial revascularization (20 %), while in the CABG group, the sensitivity was 71.4 % ( $p = 0.190$ ). The SPECT specificity indices were much higher: in the CABG, PCI, and hybrid revascularization groups, respectively, 75.8, 79 and 88.9 % ( $p=0.530$ ).

**Conclusion.** There is no significant relationship between the size of the defect on SPECT and coronary angiography data, regardless of the type of surgical myocardial revascularization in patients after myocardial revascularization. Detection of a perfusion defect with a load of more than 10% in SPECT after surgical myocardial revascularization is the basis for coronary angiography in order to exclude stent restenosis or shunt dysfunction, as well as progression of coronary atherosclerosis.

**Keywords:** hybrid coronary revascularization, CABG, MIDCAB, PCI, myocardial scintigraphy

**For citation:** Shilov A. A., Kochergin N. A., Ganyukov V. I., Kokov A. N., Kozyrin K. A., Korotkevich A. A., Barbarash O. L. Comparability of scintigraphy data with coronary angiography after surgical myocardial revascularization. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2019;18(3):23–28. Doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-3-23-28. (In Russ.).

## Введение

Возникновение и развитие радионуклидных методов исследования сердечно-сосудистой системы связано, прежде всего, со значительным улучшением неинвазивной диагностики ишемической болезни сердца (ИБС). Уже около полувека применение этих методов прогрессивно растет во всем мире [1].

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) со стрессовой перфузией миокарда, которая измеряет степень индуцируемой ишемии, обычно используется для стратификации риска у пациентов со стабильной ИБС и принятия терапевтических решений [2, 3].

Кроме того, визуализация перфузии миокарда с ОФЭКТ – ценный метод неинвазивной стратификации риска, выявляющий пациентов с высоким риском смерти или развития инфаркта миокарда (ИМ). В крупных исследованиях было обнаружено, что нормальные результаты оценки перфузии при нагрузке ассоциируются с последующим риском сердечно-сосудистой смерти и развития ИМ  $<1\%$  в год, почти такой же низкий, как и в общей популяции [4]. При этом крупные дефекты перфузии, в том числе в бассейнах нескольких коронарных артерий являются индикаторами неблагоприятного прогноза [5].

Процедуры реваскуляризации, включая чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) и аортокоронарное шунтирование (АКШ), выполняются у многих пациентов с ИБС. Несмотря на эффективность этих процедур, необходимо рассмотреть различные стратегии последующего наблюдения за пациентами после реваскуляризации. ОФЭКТ является подходящим методом визуализации для оценки пациентов, перенесших ЧКВ или АКШ, и используется при наблюдении за такими пациентами [6]. Радионуклид-

ная визуализация включена в методы диагностики после ЧКВ и АКШ у пациентов с симптомами, но рекомендации предостерегают от его рутинного тестирования у всех бессимптомных пациентов после реваскуляризации. Так, у пациентов, перенесших ЧКВ, при отсутствии симптомов, рекомендуется проведение радионуклидной томографии в зависимости от полноты реваскуляризации и в определенных бессимптомных подгруппах пациентов [7].

Следует отметить, что выполнение радионуклидных методов исследования после реваскуляризации при асимптомном течении считается показанным спустя 5 лет после выполнения АКШ, в то время как проведение данной методики ранее 5 лет после АКШ и позднее 2 лет после ЧКВ является сомнительным. При этом считается целесообразным выполнение радионуклидных методов диагностики раньше 2 лет после ЧКВ [8].

**Целью** исследования было определение чувствительности и специфичности ОФЭКТ в установлении стенозов коронарных артерий  $\geq 50\%$  после выполнения трех методов хирургической реваскуляризации миокарда – АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации миокарда – у больных с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла.

## Материал и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ 82 пациентов со стабильными формами ИБС, которым была проведена реваскуляризация миокарда по поводу наличия многососудистого поражения коронарного русла. Пациенты, вошедшие в исследование, разделены на три группы: 1-ю группу составили 40 больных, которым выполнили процедуру АКШ, 2-ю – 29 пациентов после ЧКВ и 3-ю – 23 больных, которым проведена гибридная

реваскуляризация миокарда. В группе гибридной реваскуляризации первым этапом выполнялось миниинвазивная прямая реваскуляризация миокарда на ПНА с последующим проведением в течение 1–3 суток ЧКВ остальных венечных артерий с имплантацией стентов с лекарственным покрытием (DES) второго поколения. В группах АКШ и ЧКВ, соответственно, проводились коронарное шунтирование и ЧКВ с использованием идентичных DES.

Основные клиничко-анамнестические и ангиографические показатели пациентов исследуемых групп приведены в табл. 1.

Средний возраст пациентов во всех трех группах достоверно не различался. Преобладали пациенты мужского пола. В каждой из групп более чем в половине случаев в анамнезе имелся постинфарктный кардиосклероз. По данным эхокардиографии средняя фракция выброса достоверно не различалась.

ОФЭКТ миокарда проводили на комбинированной системе ОЭКТ/КТ Discovery NM/CT 670 (GE Medical Systems, Israel) с использованием низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения. В качестве визуализирующего агента использовали радиофармацевтический препарат (РФП) «Технетрил», меченный  $^{99m}\text{Tc}$ -технецием ( $^{99m}\text{Tc}$ ). Исследование проводили в покое и после фармакологической нагрузочной пробы с вазодилататором трифосаденинином (натрия аденозинтрифосфат – Дарница). Стресс-агент вводили через периферический венозный катетер в течение 6 мин со скоростью 0,14 мг/кг/мин по контролю артериального давления и электрокардиографии (ЭКГ). Полученные данные обрабатывали при помощи пакетов «Myovation» (GE Healthcare), для реконструкции изображений использовали итеративный метод (OSEM/MLEM). Перфузию миокарда оценивали с использованием 17-сегментарной модели левого желудочка. На основании оценки фиксации РФП в баллах от 0 до 4, где 0 – нормальная перфузия, а 4 –

полное отсутствие перфузии, определяли процент дефекта перфузии миокарда левого желудочка. Выявленные дефекты перфузии миокарда левого желудочка считали постоянными в случае отсутствия различий показателей сцинтиграфии в покое и после нагрузочной пробы. Преходящие дефекты перфузии миокарда определяли при наличии разницы суммарных перфузионных показателей, равной 1 и более баллов.

Для определения значимого процента дефекта перфузии мы взяли исследование «COURAGE» [9], где дефект перфузии более 5 % считался значимым.

Это согласуется и с другими работами, где дефект перфузии менее 5 % ишемического миокарда считали минимальной ишемией, от 5 до 9 % ишемического миокарда – легкой ишемией, а  $\geq 10$  % ишемического миокарда относилось от умеренной до тяжелой степени ишемии [10–12].

При контрольной ангиографии рестеноз стента/шунта выставлялся при стенозе более 50 %. Значимым стенозом *de novo* считали появление нового стеноза в коронарных артериях 70 % и более диаметром более 2,5 мм, который отсутствовал до реваскуляризации. Чувствительность метода ОФЭКТ подтверждалась при дефекте перфузии более 5 % и наличии рестеноза стента/шунта или появлении нового значимого стеноза. Соответственно, специфичность метода подтверждалась при отсутствии дефекта перфузии более 5 % на ОФЭКТ и отсутствии рестеноза стента/шунта или нового значимого стеноза в коронарных артериях.

Статистический анализ результатов выполняли при помощи программы «STATISTICA-8.0». Три и более независимые группы сравнивали с помощью рангового анализа вариаций по Краскелу – Уоллису с последующим парным сравнением групп с использованием непараметрического теста Манна – Уитни с применением поправки Бонферрони. Статистически значимыми считались показатели, у которых значение  $p \leq 0,05$ .

Таблица 1

## Клиничко-анамнестическая и ангиографическая характеристика больных исследуемых групп

Table 1

## Clinical-anamnestic and angiographic characteristics of patients of the studied groups

Характеристика	Группа			P
	АКШ (n=40)	ГКР (n=23)	ЧКВ (n=29)	
Демографическая				
Возраст, лет	60,35±5,4	59,86±6,6	61,8±8,7	0,86
Пол, муж.	31 (77,5 %)	21 (91,3 %)	20 (69 %)	0,151
Анамнез				
Сахарный диабет	7 (17,5 %)	1 (4,34 %)	3 (10,34 %)	0,286
Артериальная гипертензия	39 (97,5 %)	22 (95,65 %)	29 (100 %)	0,556
Постинфарктный кардиосклероз	23 (57,5 %)	11 (47,82 %)	19 (65,5 %)	0,44
Фракция выброса левого желудочка, %	54±7,4	56,2±6,3	53,3±9,9	0,159
Ангиографическая				
Двухсосудистое поражение	20 (50,0 %)	16 (69,5 %)	19 (65,5 %)	0,235
Трехсосудистое поражение и более	20 (50,0 %)	7 (30,5 %)	10 (34,5 %)	



Таблица 2

## Чувствительность и специфичность ОФЭКТ после трех методов реваскуляризации миокарда

Table 2

## The sensitivity and specificity of SPECT after three methods of myocardial revascularization

Показатель	АКШ (n=40)	ЧКВ (n=29)	Гибридная реваскуляризация (n=23)	p
Чувствительность	5/7 (71,4 %)	6/10 (60 %)	1/5 (20 %)	0,190
Специфичность	25/33 (75,8 %)	15/19 (79 %)	16/18 (88,9 %)	0,530

## Результаты исследования и их обсуждение

Все пациенты после реваскуляризации миокарда в среднем через  $21,8 \pm 8,6$  месяца госпитализировались в стационар, где проводилась ОФЭКТ миокарда с  $^{99m}\text{Tc}$ -технетрилом и контрольная коронарография/шунтография.

Дефект перфузии по данным ОФЭКТ менее 5 % отмечался в группе АКШ у 33 из 40 (82,5 %) пациентов, в группе ЧКВ – у 19 из 29 больных (65,5 %), в гибридной реваскуляризации – в 18 из 23 случаев (78,2 %) ( $p=0,254$ ).

Частота рестеноза стента/шунта или появление новых значимых стенозов в группе АКШ составила 32,5 % (у 13 из 40 пациентов), в группе ЧКВ – 20,7 % (у 6 из 29 больных), гибридной реваскуляризации – в 13 % (3 из 23 случаев) ( $p=0,194$ ).

Как видно из данных табл. 2, наименьшая чувствительность ОФЭКТ была после гибридной реваскуляризации миокарда (20 %), в то время как в группе АКШ чувствительность составила 71,4 % ( $p=0,190$ ). Показатели специфичности ОФЭКТ были гораздо выше: в группах АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации, соответственно 75,8, 79 и 88,9 % ( $p=0,530$ ).

В табл. 3 приведены варианты полученных при ОФЭКТ дефектов перфузии. Так, в группах ЧКВ и гибридной реваскуляризации отсутствовали стабильные (более 5 %) дефекты перфузии, в то время как

после АКШ у 1 из 2 больных (50 %) подтвердилось наличие рестеноза шунта. Частота наличия значимого стеноза при коронарографии при дефекте перфузии  $\geq 5$  % на ОФЭКТ во время нагрузки составила в группах АКШ, ЧКВ и гибридной реваскуляризации соответственно 50, 50 и 33 % ( $p=0,894$ ).

Согласно литературным данным [14], пациенты с обратимым дефектом перфузии, индуцированным нагрузкой и охватывающим более 10 % всего миокарда левого желудочка, представляют собой подгруппу высокого риска. В связи с этим было решено сопоставить пациентов с дефектами перфузии при нагрузке более 5 % и более 10 % (табл. 4).

При анализе результатов ОФЭКТ в ряде случаев мы получили парадоксальный результат: в ответ на нагрузку дефект перфузии не увеличивался, а уменьшался. В группе гибридной реваскуляризации таких случаев не оказалось. В то время как в группе АКШ таких пациентов было 3, во всех случаях на шунтографии подтверждена выраженная дисфункция шунта, из них у 2 больных – окклюзия шунта. В группе ЧКВ из 4 больных, где отмечался парадоксальный ответ, у 3 выявлено появление нового значимого стеноза, потребовавшего проведения повторного ЧКВ. Тем не менее статистической разницы получено не было, вероятнее всего, за счет малого количества наблюдаемых парадоксальных ответов.

Таблица 3

## Характеристика дефекта перфузии по ОФЭКТ после трех методов реваскуляризации миокарда

Table 3

## Characteristics of the perfusion defect by SPECT after three methods of myocardial revascularization

Характеристика дефекта	АКШ	ЧКВ	Гибридная реваскуляризация	p
Стабильный дефект	1/2 (50 %)	0/4 (0 %)	0/2 (0 %)	0,181
Дефект при нагрузке	2/4 (50 %)	1/2 (50 %)	1/3 (33,3 %)	0,894
Парадоксальный результат	3/3 (100 %)	3/4 (75 %)	– (0 %)	0,9

Таблица 4

## Характеристика дефекта перфузии по ОФЭКТ по размеру

Table 4

## The characteristic of the perfusion defect by SPECT and size

Размер дефекта перфузии по ОФЭКТ	Общее число пациентов	Число пациентов с рестенозом или новым значимым стенозом при коронарографии	Процент подтверждения дефекта перфузии данными коронарографии, %	p
Более 5 % при нагрузке	4	2	50	0,201
Более 10 % при нагрузке	7	6	85,7	

При анализе чувствительности и специфичности наивысшая чувствительность метода ОФЭКТ оказалась в группе АКШ (71,4 %). Возможно, это связано с тем, что в большинстве случаев при коронарошунтографии в нашем исследовании отмечалась дисфункция шунта в виде окклюзии. В других группах более частой причиной полученного дефекта перфузии  $\geq 5$  % было появление рестеноза стента или значимого нового стеноза. Наибольшая специфичность ОФЭКТ отмечалась в группе гибридной реваскуляризации миокарда (88,9 %), однако достоверной разницы с группами АКШ и ЧКВ не получено. Полученные данные разнятся с литературными данными [13], где чувствительность ОФЭКТ с нагрузкой – 85–90 %, а специфичность – 70–75 %. Однако приведенные цифры чувствительности и специфичности приводятся в основном в диагностике ИБС, в отличие от проведенного исследования, где чувствительность и специфичность ОФЭКТ оценивается после выполненной реваскуляризации миокарда и за ангиографически значимый стеноз принимался стеноз на 50 % в зоне стента/шунта, который не всегда дает ишемию.

Как известно, стабильный дефект перфузии чаще всего обусловлен наличием некроза миокарда, т. е. результат постинфарктного кардиосклероза [12]. В связи с этим в исследовании отдельно оценивались результаты значимого ( $\geq 5$  %) дефекта перфузии, полученного при нагрузке. Однако и по этому показателю достоверных различий не получено ( $p=0,894$ ).

Несмотря на то, что статистической разницы между группами по размеру дефекта не получено, прослеживается тенденция более частого подтверждения результатами коронарографии большего дефекта по ОФЭКТ. Таким образом, можно констатировать, что дефект перфузии  $\geq 10$  % при нагрузке указывает на группу повышенного риска. Это совпадает с европейскими рекомендациями по реваскуляризации, где при дефекте на фоне нагрузочной пробы  $>10$  % прогноз течения заболевания считается неблагоприятным и пациенту показана хирургическая реваскуляризация миокарда [15].

## Выводы

1. У пациентов после проведенной реваскуляризации миокарда отсутствует достоверная взаимосвязь между размерами дефекта на однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и данными коронарографии вне зависимости от вида хирургической реваскуляризации миокарда.

2. Наибольшая чувствительность ОФЭКТ (71,4 %) среди трех методов реваскуляризации установлена в группе АКШ.

3. Выявление дефекта перфузии при нагрузке более 10 % при ОФЭКТ после проведенной хирургической реваскуляризации миокарда является основанием для проведения коронарографии с целью исключения рестеноза стента или дисфункции шунта, а также прогрессирования коронарного атеросклероза.

## Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

## Литература / References

1. Остроумов Е. Н. Где нужна ядерная кардиология? // Рос. кардиолог. журн. – 2009. – № 5 (79). – С. 4–9. [Ostroumov EN. Where is nuclear cardiology needed? Russian Journal of Cardiology. 2009;5(79):4–9. (In Russ.)]. Doi: 10.15829/1560-4071-2009-5-4-9.
2. Song YB, Arbab-Zadeh A, Matheson MB. Contemporary Discrepancies of Stenosis Assessment by Computed Tomography and Invasive Coronary Angiography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2019;12(2):e007720. Doi: 10.1161/CIRCIMAGING.118.007720.
3. Короткевич А. А., Коков А. Н. Гибридные технологии лучевой диагностики ишемической болезни сердца: современные возможности и перспективы // Комплекс. проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2015. – № 1. – С. 5–9. [Korotkevich AA, Kokov AN. Hybrid technology of beam diagnostics in the diagnosis of coronary heart disease: current opportunities and prospects. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2015;(1):5–9. (In Russ.)]. Doi: 10.17802/2306-1278-2015-1-5-9.
4. Brown KA. Prognostic value of thallium-201 myocardial perfusion imaging. A diagnostic tool comes of age. *Circulation*. 1991;83:363–381. Doi: 10.1161/01.cir.83.2.363.
5. Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD et al. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation*. 1998;97:535–543. Doi: 10.1161/01.cir.97.6.535.
6. Holly TA, Abbott BG, Al-Mallah M et al. Single photon emission computed tomography. *J Nucl Cardiol*. 2010;17:941–973. Doi: 10.1007/s12350-010-9246-y.
7. Acampa W, Petretta MP, Daniele S et al. Myocardial perfusion imaging after coronary revascularization: a clinical appraisal. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2013;40(8):1275–1282. Doi: 10.1007/s00259-013-2417-8.
8. Hendel RC et al. Appropriate Use Criteria for Cardiac Radionuclide Imaging. *JACC*. 2009;53(23):2201–2229. Doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.013.
9. Shaw LJ, Berman DS, Maron DJ et al. Optimal Medical Therapy With or Without Percutaneous Coronary Intervention to Reduce Ischemic Burden. Results From the Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation (COURAGE) Trial Nuclear Substudy. *Circulation*. 2008;117:1283–1291. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.743963.
10. Berman DS, Abidov A, Kang X et al. Prognostic validation of a 17-segment score derived from a 20-segment score for myocardial perfusion SPECT interpretation. *J Nucl Cardiol*. 2004;11:414–423. Doi: 10.1016/j.nuclcard.2004.03.033.
11. Национальное руководство по радионуклидной диагностике: в 2 т. / под ред. Ю. Б. Лишманова, В. И. Чернова. – Томск: STT, 2010. – 686 с. [National Radionuclide Diagnosis Manual. In 2 volumes. Ed. by Yu. B. Lishmanov, V. I. Chernov. Tomsk, STT, 2010:686. (In Russ.)].
12. Чернов В. И., Лишманов Ю. Б. Библиотека практического радиолога. Перфузионная сцинтиграфия миокарда. – М., 2013. – 46 с. [Chernov VI, Lishmanov YuB. Library of practical radiologist. Perfusion myocardial scintigraphy. M., 2013:46. (In Russ.)].
13. Сергиенко В. Б. Радионуклидные исследования при атеросклерозе: обзор // Кардиолог. вестн. – 2009. – Т. 4 (16), № 2. – С. 78–83. [Sergienko VB. Radionuclide studies in atherosclerosis (review). *Heart Journal*. 2009;4(16)(2):78–83. (In Russ.)].
14. Lin FY, Dunning AM, Narula J et al. Impact of an Automated Multimodality Point-of-Order Decision Support

*Tool on Rates of Appropriate Testing and Clinical Decision Making for Individuals with Suspected Coronary Artery Disease: A Prospective Multicenter Study. JAM Coll Cardiol. 2013;62(4):308–316. Doi: 10.1016/j.jacc.2013.04.059.*

15. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2019;40(2):87–165. Doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.

### Информация об авторах

**Шилов Александр Александрович** – канд. мед. наук, зав. кабинетом рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ КО «Кемеровский областной клинический кардиологический диспансер им. акад. Л. С. Барбараша», e-mail: shilaa@kemcardio.ru.

**Кочергин Никита Александрович** – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории интервенционных методов диагностики и лечения ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: nikotwin@mail.ru.

**Ганюков Владимир Иванович** – д-р мед. наук, зав. лабораторией интервенционных методов диагностики и лечения ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: ganyukov@mail.ru.

**Коков Александр Николаевич** – канд. мед. наук, зав. лабораторией рентгеновской и томографической диагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: kokoan@kemcardio.ru.

**Козырин Кирилл Александрович** – канд. мед. наук, кардиохирург отделения кардиохирургии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: kozirin@list.ru.

**Короткевич Алексей Алексеевич** – врач-радиолог отделения лучевой диагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский

институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: koroaa@kemcardio.ru.

**Барбараш Ольга Леонидовна** – член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, e-mail: olb61@mail.ru.

### Authors information

**Shilov Alexander A.** – MD, PhD, head of the X-ray diagnostic and treatment methods, Kemerovo Regional Clinical Cardiology Clinic named after acad. L. S. Barbarasha, Kemerovo, e-mail: shilaa@kemcardio.ru.

**Kochergin Nikita A.** – MD, PhD, Researcher, Laboratory of Interventional Diagnostic and Treatment Methods, Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, e-mail: nikotwin@mail.ru.

**Ganyukov Vladimir I.** – MD, PhD, head of the Laboratory of Interventional Diagnostic and Treatment Methods Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, e-mail: ganyukov@mail.ru.

**Kokov Alexander N.** – PhD, head of the Laboratory of X-ray and Tomographic Diagnostics of the Federal State Budget Scientific Research Institution Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, e-mail: kokoan@kemcardio.ru.

**Kozyrin Kirill A.** – MD, PhD, Cardiac Surgeon Federal State Budgetary Scientific Institution, Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, e-mail: kozirin@list.ru.

**Korotkevich Alexey A.** – radiologist of the Department of Radiology Diagnostics, Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, e-mail: koroaa@kemcardio.ru.

**Barbarash Olga L.** – Corresponding Member RAS, director Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, e-mail: olb61@mail.ru.