

## ВОЗМОЖНОСТИ СЦИНТИГРАФИИ МИОКАРДА И КОРОНАРОАНГИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПОРАЖЕНИЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА

**АБДРАХМАНОВА АЛСУ ИЛЬДУСОВНА**, ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; SCOPUS Author ID: 57192296744; канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Россия, 420012, Казань, ул. Карла Маркса, 74; врач отделения кардиологии ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Россия, 420087, Казань, ул. Карбышева, 12а, e-mail: alsuchaa@mail.ru

**ЦИБУЛЬКИН НИКОЛАЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**, ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, рентгеноэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии Казанской государственной медицинской академии – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 36

**АМИРОВ НАИЛЬ БАГАУВИЧ**, ORCID ID: 0000-0003-0009-9103; SCOPUS Author ID: 7005357664; докт. мед. наук, профессор кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, e-mail: namirov@mail.ru

**Реферат. Цель исследования** – анализ медицинской литературы, посвященной взаимосвязи различной степени поражения коронарных артерий, выявленной при проведении коронароангиографии с результатами однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. **Материал и методы.** Проведен анализ результатов исследований за последние годы, посвященных сравнению данных коронароангиографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. **Результаты и их обсуждение.** Среди пациентов со стенозом коронарных артерий до 50% в 45–68% случаев выявляются стойкие дефекты перфузии, в 20% – дефекты перфузии в покое, в 0,07–15% – дефекты перфузии при физической нагрузке; со стенозом коронарных артерий более 50% в 14% случаев выявляются стойкие дефекты перфузии, в 0,04% – обратимый дефект в покое, в 27–30% – дефект перфузии при физической нагрузке. По однофотонной эмиссионной компьютерной томографии поражение одного сосуда выявлено в 21–93% случаев, многососудистое поражение – в 79–91%, специфичность – 28%. Большинство нарушений перфузии приходится на бассейн передней межжелудочковой ветви и реже – на бассейн огибающей ветви. При отрицательных результатах однофотонной эмиссионной компьютерной томографии стенозы выявлены от 23,3 до 36,6% случаев, у 7,2% больных были выявлены поражения коронарных артерий высокого риска. Чувствительность однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в выявлении гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий составила 40–67,9%, специфичность – 70,9–87%. При стенозах коронарных артерий более 50% чувствительность составила 96,4–97%, специфичность 82–84,2% **Выводы.** Противоречивость имеющихся данных о выраженности поражения коронарных артерий у пациентов с безболевым ишемией миокарда, выявленной при проведении однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, о чувствительности и специфичности этого метода требует дальнейшего изучения и проведения собственного исследования.

**Ключевые слова:** однофотонная эмиссионная компьютерная томография, коронароангиография, диагностика, безболевая ишемия миокарда.

**Для ссылки:** Абдрахманова, А.И. Возможности сцинтиграфии миокарда и коронароангиографии в диагностике поражений коронарных артерий при безболевым ишемией миокарда / А.И. Абдрахманова, Н.А. Цибульский, Н.Б. Амиров // Вестник современной клинической медицины. – 2020. – Т. 13, вып. 3. – С.41–46. DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(3).41-46.

## MYOCARDIAL SCINTIGRAPHY AND CORONARY ANGIOGRAPHY CAPABILITIES IN THE DIAGNOSIS OF CORONARY ARTERY LESIONS IN PAINLESS MYOCARDIAL ISCHEMIA

**ABDRAKHMANOVA ALSU I.**, ORCID ID: 0000-0003-0769-3682; SCOPUS Author ID: 57192296744; C. Med. Sci., associate professor of the Department of clinical medicine fundamental basis of Institute of biology and fundamental medicine of Kazan Federal University, Russia, 420012, Kazan, Karl Marx str., 74; doctor of the Department of cardiology of Interregional Clinical Diagnostic Center, Russia, 420089, Kazan, Karbyshev str., 12a, e-mail: alsuchaa@mail.ru

**TSIBULKIN NIKOLAY A.**, ORCID ID: 0000-0002-1343-0478; C. Med. Sci., associate professor of the Department of cardiology, roentgen-endovascular and cardiovascular surgery of Kazan State Medical Academy – the branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Russia, 420012, Kazan, Butlerov str., 36

**AMIROV NAIL B.**, ORCID ID: 0000-0003-0009-9103; SCOPUS Author ID: 7005357664; D. Med. Sci., professor of the Department of general medical practice of Kazan State Medical University, 420012, Russia, Kazan, Butlerov str., 49, e-mail: namirov@mail.ru

**Abstract. Aim.** The aim of the study was to analyze medical literature on the connection between different degrees of coronary artery lesions detected during coronary angiography and the results of single photon emission computed tomography. **Material and methods.** The analysis of research results of recent years devoted to the comparison of coronarography and single photon emission computed tomography data was conducted. **Results and discussion.** The persistent perfusion defects are found in up to 50% of patients with coronary artery stenosis in 45–68% of cases. In 20% of cases perfusion defects at rest were found. In 0,07–15% perfusion defects at physical activity were found. In patients with coronary artery stenosis over 50% in 14% there were persistent perfusion defects, in 0,04% – reversible defect at rest, and in 27–30% – perfusion defects at physical activity. Single photon emission computed tomography revealed the defeat of one vessel in 21–93% of cases, multivascular defeat in 79–91%, and specificity in 28%. The majority of perfusion disorders occur in the pool of anterior interventricular branch and less often in the pool of the circumflex branch. In case of negative results of single photon emission computed tomography stenosis was revealed in 23,3% to 36,6% of the cases. Coronary artery lesions of high risk were revealed in 7,2% of patients. Sensitivity of single photon emission computed tomography in detection of hemodynamically significant stenoses of coronary arteries was 40–67,9%, and specificity was 70,9–87%. At coronary artery stenoses more than 50% sensitivity was 96,4–97%, and specificity was 82–84,2%. **Conclusion.** The inconsistency of the available data on the severity of coronary artery lesions in patients with painless myocardial ischemia revealed by a single photon emission computed tomography, as well as on the sensitivity and specificity of this method, requires further investigation and conduction of original study. **Key words:** perfusion scintigraphy, coronary angiography, diagnostics, painless myocardial ischemia. **For reference:** Abdrakhmanova AI, Tsiulkin NA, Amirov NB. Myocardial scintigraphy and coronary angiography in the diagnosis of coronary artery lesions in painless myocardial ischemia. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2020; 13 (3): 41–46. **DOI:** 10.20969/VSKM.2020.13(3).41–46.

При безболевогой ишемии миокарда (ББИМ) возникают преходящие нарушения перфузии, метаболизма, функции или электрической активности миокарда, не сопровождающиеся приступом стенокардии или ее эквивалентами [1]. ББИМ может быть первым проявлением ишемической болезни сердца (ИБС), в том числе в форме безболевого инфаркта миокарда (ИМ) или внезапной сердечной смерти (ВСС). В свою очередь, наличие ББИМ повышает риск ВСС в 10 раз, риск жизнеугрожающих аритмий – в 2 раза, риск ИМ и застойной сердечной недостаточности – в 1–1,5 раза [2, 3]. В основе ББИМ в большинстве случаев лежит атеросклеротическое поражение коронарных артерий (КА). Одним из важных факторов, определяющих прогноз больных ББИМ, является распространенность атеросклеротического поражения коронарного русла [4].

Коронароангиография (КАГ) является основным диагностическим методом в определении вида, степени и локализации поражения КА [5–7]. По рекомендациям Европейского общества кардиологов, значимым стенозом КА считают стеноз 50% и более, по Американскими рекомендациями (ACC/AHA) – 70% и более. КАГ помогает выявить анатомическое строение сосуда, но не оценивает функциональную значимость стеноза [8]. Предполагается, что у больных с ИБС тяжесть поражения коронарного русла не является фактором, определяющим наличие или отсутствие ББИМ [8]. Напротив, в части работ при сравнении поражений КА у пациентов с болевой ишемией миокарда (БИМ) и с ББИМ отмечались различия [6]. При сопоставлении данных КАГ обнаружена тесная корреляция между «немой» ишемией и тяжестью коронарного атеросклероза. По мере увеличения количества пораженных КА выявлено увеличение количества эпизодов ББИМ как изолированных, так и в сочетании с эпизодами БИМ. Ряд авторов считают, что при увеличении количества пораженных КА преимущественно возрастает частота эпизодов ББИМ [5, 6].

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) является одним из ведущих неинвазивных методов диагностики поражения КА. Эффективность полученных результатов исследования повышается при синхронизации с электрокардиографией (ЭКГ) и при проведении исследования с использованием нагрузочной пробы (НП) [9–16]. ОФЭКТ обладает более высокой чувствительностью в выявлении ишемии миокарда, индуцированной физической нагрузкой (ФН) или связанной со значимыми стенозами КА, чем стандартная регистрация ЭКГ при проведении теста с ФН. Обнаружено, что при отрицательной нагрузочной ЭКГ-пробе отсутствие признаков ишемии на ОФЭКТ отмечается лишь в 35% случаев [17].

В отличие от КАГ, отражающей анатомические особенности КА и степень их стенозирования, ОФЭКТ позволяет оценить нарушения перфузии миокарда (ПМ) левого желудочка (ЛЖ) на клеточном уровне в бассейне пораженных КА [18].

В рекомендациях по диагностике и лечению стабильной ИБС регламентируется использование нагрузочного тестирования с визуализацией миокарда (в частности, перфузионные методики) для углубленной оценки сердечно-сосудистого риска и решения вопроса показаний к КАГ, а также для оценки гемодинамической значимости ранее выявленных стенозов КА [19].

Ряд работ посвящен взаимосвязи различной степени поражения КА, выявленной при проведении КАГ, с результатами ОФЭКТ. Полученные результаты неоднозначны вне зависимости от уровня и степени изменения КА.

В исследовании Е.В. Михайлова и соавт. при сравнении данных ОФЭКТ в покое и при ФН с результатами КАГ выявлено, что среди пациентов без стенозов КА у 61% выявлены стойкие дефекты перфузии, у 1 (0,02%) пациента – обратимый дефект перфузии, у 11 (20%) пациентов – дефекты перфузии в покое, у 4 (0,07%) пациентов – дефекты перфузии при ФН [19].

В одной из работ среди пациентов со стенозами КА менее 50% был выявлен стойкий дефект ПМ в 68% случаях, у 12,5% – обратимый дефект перфузии, у 15% пациентов дефект ПМ возникал при ФН [20]. В работе Е.И. Денисенко-Канкия и соавт. (2019) у пациентов со стенозом КА 20–49% выявлены следующие изменения ПМ: в группе преобладали пациенты с нормальной перфузией – 55,6%, с выраженным снижением перфузии после нагрузки – 2,4% [21].

В другой работе у пациентов со стенозами КА менее 50% кровотоков и микроциркуляция в миокарде ЛЖ сохранялись, при сцинтиграфии отмечено нормальное миокардиальное накопление индикатора [22]. Показано, что независимыми факторами, ассоциированными с необструктивной ИБС, является молодой возраст, женский пол, атипичная боль в грудной клетке и нагрузочные тесты низкого риска. Кроме того, с высокой частотой нахождения нормальных КА при КАГ коррелирует отсутствие сахарного диабета (СД), дислипидемии, курения, периферического атеросклероза [23].

В работе А.Н. Сумина и соавт. (2017) у пациентов с наличием или подозрением на ИБС положительный результат фармакологического стресс-теста при ОФЭКТ выявлен в 28% случаев, при этом гемодинамически значимое поражение КА прослеживалось у 56% больных. Чувствительность ОФЭКТ с фармакологическими тестами в выявлении гемодинамически значимых стенозов КА составила 40%, специфичность – 87% [24].

К.В. Завадовский и соавт. (2014), изучая состояние миокардиальной перфузии у пациентов с ангиографически значимыми (более 70%) и пограничными (50–70%) стенозами КА, выявили, что у больных с пограничными стенозами КА имеются в 20% случаев сцинтиграфические признаки, характерные для ангиографически значимых стенозов [25]. Е.В. Михайлова и соавт. (2013) при сравнении данных ОФЭКТ в покое и при НП с результатами КАГ выявили, что из 22 пациентов со стенозом КА более 50% у 3 (14%) выявлены стойкие дефекты перфузии, у 1 (0,04%) – обратимый дефект в покое, у 6 (27%) – дефект перфузии при физической нагрузке. Выявлены высокие чувствительность (97%), специфичность (82%) и точность (92%) ОФЭКТ миокарда в диагностике ИБС [20].

В.В. Соломяным и соавт. (2014) при сравнении результатов ОФЭКТ миокарда ЛЖ в покое и при нагрузке с данными КАГ при наличии стеноза в одной из трех КА (стеноз 50–70%) выявлено, что чувствительность метода в диагностике достоверного стойкого дефекта перфузии составила 96,4%, а специфичность – 84,2% [26].

В исследовании В.А. Кузнецова и соавт. (2012) чувствительность стресс-ОФЭКТ в выявлении гемодинамически значимых стенозов КА составила 67,9%, специфичность – 70,9%. Многоцентровое исследование с участием 12 центров с включением 230 больных обнаружило чувствительность ОФЭКТ в выявлении коронарных стенозов в 54,5% [27].

У пациентов со стенозом КА 50–85% преобладает обратимый дефект ПМ с ухудшением ПМ при

пробе с ФН, тогда как в группе лиц со стенозами КА более 85% преобладали пациенты с нарушением ПМ в покое, что соответствует концепции «критически значимого стеноза» (стеноз  $\geq 85\%$ ) с ограничением коронарного кровотока в состоянии покоя. Площадь дефекта ПМ в покое, а также и после пробы с ФН была достоверно больше у пациентов со стенозом КА (20–49%) по сравнению с пациентами со стенозом менее 20%. Использование НП позволило диагностировать ББИМ у 74% пациентов со стенозами КА менее 20% [28].

В работе А.А. Аншелес и соавт. (2012) у пациентов с ИБС при проведении ОФЭКТ установлено, что преходящую ишемию миокарда вызывают лишь 30% пограничных стенозов (50–70%), 50% стенозов – на 80% и 66% субтотальных стенозов КА [16].

При анализе результатов стресс-ОФЭКТ в сравнении с КАГ поражение одного сосуда выявлено в 21% случаев, многососудистое поражение – в 79%. При однососудистом поражении чувствительность метода составила 93%, при двух- и трехсосудистом – 91%, а специфичность – 28%. В проведенном исследовании снижение кровоснабжения сердечной мышцы чаще определялось при патологических изменениях в бассейне передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) левой КА (46,1%) при изолированном и сочетанном ее поражении, и реже – в огибающей ветви ЛКА (25,6%), что совпадает с данными других авторов. Г.Г. Романова (2009) в своей работе также обнаружила, что большинство нарушений перфузии приходится на бассейн ПМЖВ (47,3%) и реже – на бассейн ОВ (21,62%) [29].

В нескольких работах был проведен анализ результатов КАГ у пациентов с отрицательными результатами ОФЭКТ [30]. В одной из работ частота выявления обструктивных поражений КА составила от 23,3 до 36,6%, кроме того, в последнем случае у 7,2% больных были выявлены поражения КА высокого риска. В большинстве случаев эти поражения (66%) были локализованы в дистальных отделах КА, и чаще всего затрагивалась только одна КА (68%) [31].

По данным J.W. Yuan et al. (2015), выявлено, что ОФЭКТ демонстрирует ложноотрицательный результат при стенотическом поражении передней межжелудочковой ветви, дистальных стенозах, однососудистом поражении и при низком риске развития ИБС. При поражении трех КА, по данным КАГ, при ОФЭКТ также высока вероятность получения отрицательного результата нагрузочного теста [32].

В работе И.В. Литвиненко (2015) при стенозе 70–90% трех КА также не визуализировались патологические изменения миокарда ЛЖ, что подтверждается данными, что у больных ИБС с трехсосудистым поражением КА не всегда выявляются дефекты перфузии, это обусловлено «сбалансированным» снижением кровотока [22]. Доказано, что ложноотрицательные результаты ОФЭКТ ассоциированы с увеличением возраста, наличием типичной стенокардии с более высокой предтестовой вероятностью, увеличением объемов ЛЖ, мужским полом [33].

**Выводы.** Преимуществами ОФЭКТ, синхронизированной с ЭКГ и проведенной по протоколу в покое и с ФН, являются неинвазивность, простота выполнения, информативность в оценке жизнеспособности миокарда у больных с ББИМ. Целесообразно использовать этот метод, когда результаты клинического обследования и НП сомнительны, в качестве первого метода диагностики для отбора групп больных для проведения КАГ, а также при решении вопроса о проведении эндоваскулярного лечения для определения объема вмешательства в случаях многососудистого поражения. Результаты перфузионной ОФЭКТ уточняют алгоритм ведения заболевания и позволяют выбрать наиболее рациональное лечение, направленное на снижение риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в данной популяции больных. Противоречивость имеющихся данных о выраженности поражения КА у пациентов с ББИМ, выявленной при проведении ОФЭКТ, о чувствительности и специфичности этого метода требует дальнейшего изучения и проведения собственного исследования.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безболевая ишемия миокарда / Н.Б. Амиров, А.И. Абдрахманова, Г.Б. Сайфуллина, Р.Н. Амирова. – Казань: Медицина, 2018. – 83 с.
2. Внезапная сердечная смерть у больных ишемической болезнью сердца: от механизмов к клинической практике / Е.З. Голухова, О.И. Громова, Н.И. Булаева [и др.] // Кардиология. – 2017. – № 12. – С.73–81.
3. Безболевая ишемия миокарда у пациентов с метаболическим синдромом: стратификация кардиоваскулярного риска / Н.П. Митьковская, И.В. Патеюк, Т.В. Статкевич [и др.] // Новости медико-биологических наук. – 2015. – № 3. – С.39–42.
4. К вопросу о поражении коронарных артерий при безболевой ишемии миокарда / А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, И.В. Абдульянов [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, вып. 6. – С.57–62.
5. *Маянская, С.Д.* Особенности поражения коронарного русла у пациентов с безболевой ишемией миокарда / С.Д. Маянская, Д.Р. Тавкаева // Вестник современной клинической медицины. – 2013. – Т. 6, вып. 4. – С.74–79.
6. *Abdrakhmanova, A.I.* Coronary Artery Disease in Patients with Silent Myocardial Ischemia According To the Coronary Angiographic Data / A.I. Abdrakhmanova, J.V. Osloпова, I.V. Abdulyanov // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016. – Vol. 7, № 4. – P.1564–1568.
7. *Абдрахманова, А.И.* Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы) / А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – Т. 8, вып. 6. – С.103–115.
8. Кардиология: национальное руководство / ред. Е.В. Шляхто. – М.: ГЭОТАР - Медиа, 2015. – 800 с.
9. Показатели перфузионной томосцинтиграфии миокарда при безболевой ишемии миокарда / А.И. Абдрахманова, Г.Б. Сайфуллина, Н.Б. Амиров [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2020. – Т. 13, вып. 1. – С.54–61. DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(1).54-61.
10. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография и скрининг коронарного кальция в диагностике ишемии миокарда и стратификации риска у пациентов с бессимптомной депрессией сегмента ST / И.В. Патюк, Н.П. Митковская, В.И. Терехов [и др.] // Лечебное дело. – 2015. – № 5. – С.33–37.
11. *Сергиенко, В.Б.* Перфузионная сцинтиграфия и ОЭКТ миокарда (методические рекомендации) / В.Б. Сергиенко, А.А. Аншелес, Д.Н. Шульгин // Кардиологический вестник: бюллетень Российского кардиологического научно-производственного комплекса. – 2015. – № 2. – С.6–21.
12. *Рыжкова, Д.В.* Перфузионная сцинтиграфия / Д.В. Рыжкова // Кардиология. Новости. Мнение. Обучение. – 2016. – № 4. – С.76–86.
13. Перфузионная ОЭКТ миокарда с КТ-коррекцией поглощения: принципы получения и интерпретации данных (методические рекомендации) / А.А. Аншелес, С.П. Миронов, Д.Н. Шульгин [и др.] // Лучевая диагностика и терапия. – 2016. – № 3 (7). – С.87–101.
14. Перфузионная сцинтиграфия миокарда / Г.Е. Труфанов, В.С. Декан, Г.Г. Романов [и др.]. – СПб.: Элби, 2012. – 80 с.
15. Main method of diagnosis of silent myocardial ischemia / A.I. Abdrakhmanova<sup>1</sup>, J.V. Osloпова<sup>1</sup>, O.R. Esin [et al.] // International Journal of Pharmacy and Technology IJPT. – 2016. – Vol. 8, № 4. – P.24400–24406.
16. *Аншелес, А.А.* Сопоставление результатов нагрузочных проб, данных однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и коронарографии у больных ишемической болезнью сердца / А.А. Аншелес, Д.Н. Шульгин, В.В. Соломяный [и др.] // Кардиологический вестник. – 2012. – № 2. – С.10–16.
17. *Аншелес, А.А.* Современное состояние и перспективные технологии радионуклидной диагностики в кардиологии / А.А. Аншелес, И.В. Сергиенко, В.Б. Сергиенко // Кардиология. – 2018. – № 6. – С.61–69.
18. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology / G. Montalescot, U. Sechtem, S. Achenbach [et al.] // Eur. Heart J. – 2013. – Vol. 34. – P.2949–3003.
19. Перфузионная сцинтиграфия миокарда и чрескожное коронарное вмешательство у пациентов со стенозирующим поражением коронарных артерий / Е.В. Михайлов, Ю.Ю. Шамурова, И.В. Танцырева [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2018. – № 10. – С.60–65.
20. Результаты перфузионной сцинтиграфии миокарда и коронарной ангиографии у работников железнодорожного транспорта с аритмиями сердца / Е.В. Михайлов, Е.С. Меньшикова, Е.А. Гребенюк [и др.] // Актуальные проблемы полипатий в клинической и профилактической медицине: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию заслуженного деятеля науки РФ профессора Д.А. Глубокова. – Челябинск, 2013. – С.167–170.
21. Сравнительный анализ данных перфузионной сцинтиграфии миокарда у пациентов с поражением коронарных артерий / Е.И. Денисенко-Канкия, Ф.Н. Чанахчян, Е.И. Василенко [и др.] // Кардиологический вестник. – 2019. – № 4. – С.58–65.
22. *Литвиненко, И.В.* Возможности ОФЭКТ-КТ в диагностике стенозов коронарных артерий / И.В. Литвиненко // Медицинская визуализация. – 2015. – № 2. – С.53–66.

23. Prevalence and predictors of nonobstructive coronary artery disease identified with coronary angiography in contemporary clinical practice / M.R. Patel, D. Dai, A.F. Hernandez [et al.] // *American Heart Journal*. – 2014. – Vol. 167. – P.846–852.
24. Сумин, А.Н. Оценка предтестовой вероятности в диагностике обструктивных поражений коронарных артерий: нерешенные вопросы / А.Н. Сумин // *Российский кардиологический журнал*. – 2017. – Т. 11, вып. 6. – С.68–76.
25. Заводовский, К.В. Состояние миокардиальной перфузии у пациентов с пограничными и гемодинамически значимыми стенозами коронарных артерий / К.В. Заводовский, М.О. Гуля, Ю.Б. Лишманов // *Конгресс Российской ассоциации радиологов: тезисы*. – СПб., 2014. – С.482.
26. Соломяный, В.В. Количественная оценка гемодинамической значимости пограничных стенозов коронарных артерий методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с коррекцией поглощения излучения в сравнении с фракционным резервом кровотока / В.В. Соломяный, И.В. Сергиенко, А.Н. Самко // *Вестник рентгенологии и радиологии*. – 2014. – № 6. – С.39–46.
27. Кузнецов, В.А. Предикторы гемодинамически значимых коронарных стенозов у пациентов с нарушениями миокардиальной перфузии по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда / В.А. Кузнецов, Е.И. Ярославская, Е.А. Горбатенко // *Клиническая медицина*. – 2012. – № 7. – С.25–30.
28. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention / G.N. Levine, E.R. Bates, J.C. Blankenship [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol*. – 2011. – № 58. – P.44–122.
29. Романов, Г.Г. Сравнительная оценка диагностических возможностей перфузионной ЭКГ-синхронизированной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда и коронарографии в выявлении стенозов коронарных артерий / Г.Г. Романов // *Вестник Российской военной-медицинской академии. Приложение*. – Т. 28, вып. 4. – С.10–16.
30. Predictors of high-risk coronary artery disease in subjects with normal SPECT myocardial perfusion imaging / R. Nakanishi, H. Gransar, P. Slomka [et al.] // *Journal of Nuclear Cardiology*. – 2016. – Vol. 23, № 3. – P.530–541.
31. Budoff, M.J. Diagnostic Accuracy of Noninvasive 64-row Computed Tomographic Coronary Angiography (CCTA) Compared with Myocardial Perfusion Imaging (MPI): The PICTURE Study, A Prospective Multicenter Trial / M.J. Budoff, D. Li // *Academic Radiology*. – 2017. – Vol. 24, № 1. – P.22–29.
32. Yuan, J.W. Coronary arteriography in the diagnosis results and prognosis analysis of suspected coronary artery disease in patients with normal SPET myocardial perfusion imaging / J.W. Yuan, Y.T. Wang, C.Z. Lu // *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*. – 2015. – Vol. 18, № 3. – P.215–221.
33. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в диагностике обструктивных поражений коронарных артерий / А.Н. Сумин, Е.В. Корок, А.А. Короткевич [и др.] // *Российский кардиологический журнал*. – 2017. – № 12. – С.14–20.
- cardiac death in patients with coronary heart disease: from mechanisms to clinical practice]. *Kardiologiya [Cardiology]*. 2017; 12: 73–81.
3. Mit'kovskaya NP, Pateyuk IV, Statkevich TV, et al. Bezbolevaya ishemiya miokarda u pacientov s metabolicheskim sindromom: stratifikaciya kardiovaskulyarnogo riska [Painless myocardial ischemia in patients with metabolic syndrome: stratification of cardiovascular risk]. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk [Life Sciences News]*. 2015; 3: 39–42.
4. Abdrahmanova AI, Amirov NB, Abdulyanov IV, Gaifullina RF, Oslopova JV. The question of coronary artery damage in silent myocardial ischemia. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2018; 11 (6): 57-62. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(6).57-62
5. Majanskaja SD. Osobennosti porazheniya koronarnogo rusla u pacientov s bezbolevoj ishemiej miokarda [Features of coronary lesion in patients with painless ischemia of the myocardium]. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]*. 2013; 4: 74–79.
6. Abdrahmanova AI, Oslopova JV, Abduljanov IV. Coronary Artery Disease in Patients with Silent Myocardial Ischemia According To the Coronary Angiographic Data. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2016; 4: 1564-1568 .
7. Abdrahmanova AI, Amirov NB, Sajfullina GB. Bezbolevaya ishemija miokarda (obzor literatury) [Painless myocardial ischemia (literature review)]. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]*. 2015; 6: 103-115.
8. Shlyah'to EV. Kardiologiya: nacional'noe rukovodstvo [Cardiology: national leadership]. Moskva: GEOTAR – Media [Moscow: GEOTAR –Media]. 2015; 800 p.
9. Abdrahmanova AI, Saifullina GB, Amirov NB, Khusainova AK, Khasanova AG. Pokazateli perfuzionnoy tomografiyi miokarda pri bezbolevoj ishemii miokarda [Myocardial perfusion tomography indicators in silent myocardial ischemia]. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]*. 2020; 13 (1): 54-61. DOI: 10.20969/VSKM.2020.13(1).54-61.
10. Patyuk IV, Mit'kovskaya NP, Terekhov VI, et al. Odnofotonnaya emissionnaya komp'yuternaya tomografiya i skrinig koronarnogo kal'ciya v diagnostike ishemii miokarda i stratifikacii riska u pacientov s bessimptomnoj depressiej segmenta ST [Single-photon emission computed tomography and coronary calcium screening for the diagnosis of myocardial ischemia and risk stratification in patients with asymptomatic ST segment depression]. *Lechebnoe delo [Medical business]*. 2015; 5: 33-37.
11. Sergienko VB, Ansheles AA, Shul'gin DN. Perfuzionnaya scintigrafiya i OEKT miokarda (metodicheskie rekomendacii) [Myocardial perfusion scintigraphy and SPECT (guidelines)]. *Kardiologicheskij vestnik: Byulleten' Rossijskogo kardiologicheskogo nauchno-proizvodstvennogo kompleksa [Cardiological Bulletin: Bulletin of the Russian Cardiology Research and Production Complex]*. 2015; 2: 6–21.
12. Ryzhkova DV. Perfuzionnaya scintigrafiya [Perfusion scintigraphy]. *Kardiologiya; Novosti; Mnenie; Obuchenie [Cardiology; News; Opinion; Training]*. 2016; 4: 76-86.
13. Ansheles AA, Mironov SP, Shul'gin DN, et al. Perfuzionnaya OEKT miokarda s KT – korrekciej pogloshcheniya: principy polucheniya i interpretacii dannyh (metodicheskie rekomendacii) [Perfusion myocardial SPECT with CT – correction of absorption: principles of obtaining and interpreting data (guidelines)]. *Luchevaya diagnostika i terapiya [Radiation diagnostics and therapy]*. 2016; 3 (7): 87-101.

## REFERENCES

1. Amirov NB, Abdrahmanova AI, Sajfullina GB, et al. Bezbolevaya ishemiya [Painless ischemia]. *Kazan': Medicina [Kazan Medicine]*. 2018; 83 p.
2. Goluhova EZ, Gromova OI, Bulaeva NI, et al. Vnezapnaya serdechnaya smert' u bol'nyh ishemicheskoy bolezniyu serdca: ot mekhanizmov k klinicheskoy praktike [Sudden

14. Trufanov GE, Dekan VS, Romanov GG, et al. Perfuzionnaya scintigrafiya miokarda [Myocardial perfusion scintigraphy]. SPb: Elbi. 2012; 80 p.
15. Abdrahmanova AI, Oslopova JV, Esin OR, et al. Main metod of diagnosis of silent myocardial ischemia. International Journal of Pharmacy and Technology IJPT. 2016; 4 (8): 24400-24406.
16. Ansheles AA, Shul'gin DN, Solomyanyj VV, et al. Sopotavlenie rezul'tatov nagruzochnyh prob, dannyh odnofotonnoj emissionnoj komp'yuternoj tomografii i koronarografii u bol'nyh ishemicheskoy bolezn'yu serdca [Comparison of the results of stress tests, data of single-photon emission computed tomography and coronarography in patients with coronary heart disease]. Kardiologicheskij vestnik [Cardiological Bulletin]. 2012; 2: 10-16.
17. Ansheles AA, Sergienko IV, Sergienko VB. Sovremennoe sostoyanie i perspektivnye tekhnologii radionuklidnoj diagnostiki v kardiologii [Current state and promising technologies of radionuclide diagnostics in cardiology]. Kardiologiya [Cardiology]. 2018; 6: 61-69.
18. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, Budaj A, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. Eur Heart J. 2013; 34: 2949-3003.
19. Mihajlov EV, Shamurova YuYu, Tancyreva IV, et al. Perfuzionnaya scintigrafiya miokarda i chreskoznoe koronarnoe vmeshatel'stvo u pacientov so stenoziruyushchim porazheniem koronarnyh arterij [Perfusion scintigraphy of the myocardium and percutaneous coronary intervention in patients with stenotic lesions of the coronary arteries]. Ural'skij medicinskij zhurnal [Ural medical journal]. 2018; 10: 60-65.
20. Mihajlov EV, Men'shikova ES, Grebenyuk EA, et al. Rezul'taty perfuzionnoj scintigrafii miokarda i koronarnoj angiografii u rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta s aritmiyami serdca [Results of myocardial perfusion scintigraphy and coronary angiography in railway transport workers with cardiac arrhythmias]. Chelyabinsk: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu zasluzhennogo deyatelya nauki RF, professora DA Glubokova "Aktual'nye problemy polipatii v klinicheskoy i profilakticheskoy medicine" [Chelyabinsk: Actual problems of polyopathies in clinical and preventive medicine]. 2013; 167-170.
21. Denisenko-Kankiya EI, Chanahchyan FN, Vasilenko EI. Sravnitel'nyj analiz dannyh perfuzionnoj scintigrafii miokarda u pacientov s porazheniem koronarnyh arterij [Comparative analysis of myocardial perfusion scintigraphy data in patients with coronary artery disease]. Kardiologicheskij vestnik [Cardiology journal]. 2019; 4: 58-65.
22. Litvinenko IV. Vozmozhnosti OFEKT-KT v diagnostike stenozov koronarnyh arterij [Possibilities of SPECT-CT in the diagnosis of coronary artery stenosis]. Medicinskaya vizualizaciya [Medical imaging]. 2015; 2: 53-66.
23. Patel MR, Dai D, Hernandez AF, et al. Prevalence and predictors of nonobstructive coronary artery disease identified with coronary angiography in contemporary clinical practice. American Heart Journal. 2014; 167: 846-852.
24. Sumin AN. Ocenka pretestovoj veroyatnosti v diagnostike obstruktivnyh porazhenij koronarnyh arterij: nereshennyye voprosy [Assessment of pre-test probability in the diagnosis of obstructive coronary artery lesions: unresolved issues]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian journal of cardiology]. 2017; 6 (11): 68-76.
25. Zavodovskij KV, Gulya MO, Lishmanov YUB. Sostoyanie miokardial'noj perfuzii u pacientov s pograničnymi i gemodinamicheski znachimymi stenozami koronarnyh arterij; Nauchnoe izdanie [State of myocardial perfusion in patients with borderline and hemodynamically significant coronary artery stenosis; Scientific publication]. Kongress Rossijskoj Assotsiacii radiologov [Congress of the Russian Association of radiologists]. 2014; 482.
26. Solomyanyj VV, Sergienko IV, Samko AN. Quantitative assessment of the hemodynamic relevance of borderline coronary stenosis by myocardial single-photon emission computed tomography with radiation absorption correction versus fractional flow reserve. Journal of radiology and nuclear medicine. 2014; 6: 39-46.
27. Kuznetsov VA, Yaroslavskaya EI, Gorbatenko EA. Predictors of hemodynamically significant coronary stenosis in patients with disturbed myocardial perfusion based on the results of single-photon emission computed tomography. Clinical Medicine. 2012; 7: 25-30.
28. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. J Am Coll Cardiol. 2011; 58: 44-122.
29. Romanov GG. Sravnitel'naya ocenka diagnosticheskikh vozmozhnostej perfuzionnoj EKG-sinhronizirovannoj odnofotonnoj emissionnoj komp'yuternoj tomografii miokarda i koronarografii v vyavlenii stenozov koronarnyh arterij [Comparative evaluation of diagnostic capabilities of perfusion ECG-synchronized single-photon emission computed tomography of the myocardium and coronary angiography in the detection of coronary artery stenosis]. Vestnik Rossijskoj Voenno-meditsinskoj akademii [Bulletin of the Russian Military medical Academy]. 2009; 4 (28): 10-16.
30. Nakanishi R, Gransar H, Slomka P, et al. Predictors of high-risk coronary artery disease in subjects with normal SPECT myocardial perfusion imaging. Journal of Nuclear Cardiology. 2016; 23 (3): 530-541.
31. Budoff MJ, Li D, Kazerooni EA, Thomas GS, Mieres JH, Shaw LJ. Diagnostic Accuracy of Noninvasive 64-row Computed Tomographic Coronary Angiography (CCTA) Compared with Myocardial Perfusion Imaging (MPI): The PICTURE Study, A Prospective Multicenter Trial. Academic Radiology. 2017; 24 (1): 22-29.
32. Yuan JW, Wang YT, Lu CZ. Coronary arteriography in the diagnosis results and prognosis analysis of suspected coronary artery disease in patients with normal SPET myocardial perfusion imaging. Hellenic Journal of Nuclear Medicine. 2015; 18 (3): 215-221.
33. Sumin AN, Korok EV, Korotkevich AA, et al. Vozmozhnosti odnofotonnoj emissionnoj komp'yuternoj tomografii v diagnostike obstruktivnyh porazhenij koronarnyh arterij [Possibilities of single-photon emission computed tomography in the diagnosis of obstructive lesions of the coronary arteries]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian journal of cardiology]. 2017; 12: 14-20.