

Р.И. Тамразов^{1,2}, Р.Д. Хуснутдинов², Э.Н. Алехин^{1,2},
Н.В. Аверина¹, Ю.С. Пышкина^{1,3}, Д.А. Пашков^{1,2}

СОБСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ^{99m}Tc-СЕНТИСКАН ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТОРОЖЕВЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ У БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

¹ Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России, Тюмень

² МКМЦ «Медицинский город», Тюмень

³ Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, Самара

Контактное лицо: Юлия Сергеевна Пышкина, e-mail: yu.pyshkina@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Изучить возможности нового отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc-сентискан при визуализации СЛУ у больных раком молочной железы.

Материал и методы: Проведено обследование 178 чел. с установленным диагнозом рака молочной железы. Пациенты разделены на две группы в зависимости от пути введения радиофармацевтического препарата. За день до оперативного лечения всем обследуемым вводился с помощью инсулинового шприца радиофармацевтический препарат активностью не более 120 МБк, в объеме 0,3–0,4 мл. Визуализируемые СЛУ маркировались на коже запатентованным устройством – «Устройство для наружного маркирования зон повышенного накопления радиофармацевтического препарата» (Патент на полезную модель RU 218690 U1). Интраоперационный поиск СЛУ осуществлялся с помощью гамма-зондов Gamma-Finder II или Радикал с последующим срочным гистологическим исследованием.

Результаты: Радиоизотопная визуализация СЛУ при использовании отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc-сентискан: в первой группе (препарат вводился перитуморально) составила 100 %, среднее количество визуализируемых лимфатических узлов в данной группе – 2,2; во второй группе (препарат вводился субареолярно) – 99,1 %, среднее количество визуализируемых лимфатических узлов – 2,6. В первой группе пациентов метастатическое поражение СЛУ выявлено в 8 случаях (13,1 %), а во второй группе – в 14 (11,9 %). Все лимфатические узлы картировались в подмышечной области на стороне опухолевого процесса.

Заключение: Оценена возможность препарата ^{99m}Tc-сентискан для определения и биопсии СЛУ у больных раком молочной железы. Использование отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc-сентискан позволяет визуализировать сторожевые лимфатические узлы у больных раком молочной железы и обнаружить их расположение в 99,1–100 % случаев. С учетом полученных результатов, расширенных показаний к применению радиофармпрепарата и стоимости наборов, радиофармпрепарат ^{99m}Tc-сентискан, является более предпочтительным для применения в клинической практике.

Ключевые слова: сторожевые лимфатические узлы, рак молочной железы, сцинтиграфия, ^{99m}Tc-сентискан

Для цитирования: Тамразов Р.И., Хуснутдинов Р.Д., Алехин Э.Н., Аверина Н.В., Пышкина Ю.С., Пашков Д.А. Собственный опыт применения радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc-сентискан при визуализации сторожевых лимфатических узлов у больных раком молочной железы // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 1. С. 83–87. DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-83-87

R.I. Tamrazov^{1,2}, R.D. Khusnutdinov², E.N. Alekhin^{1,2},
N.V. Averina¹, Yu.S. Pyshkina^{1,3}, D.A. Pashkov^{1,2}

Own Experience of using the Radiopharmaceutical ^{99m}Tc-sentiscan in Visualization of Sentinel Lymph Nodes in Patients with Breast Cancer

¹ Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

² Medical City, Tyumen, Russia

³ Samara State Medical University, Samara, Russia

Contact person: Yu.S. Pyshkina, e-mail: yu.pyshkina@yandex.ru

ABSTRACT

Purpose: To study the capabilities of the new radiopharmaceutical ^{99m}Tc-sentiscan in the visualization of sentinel lymph nodes in patients with breast cancer.

Material and methods: A survey of 178 people diagnosed with breast cancer. Patients were divided into two groups depending on the route of administration of the radiopharmaceutical. The day before surgical treatment, all subjects were injected with a radiopharmaceutical using a syringe with an activity of no more than 120 MBq, in a volume of 0.3–0.4 ml. The visualized sentinel lymph nodes were marked on the skin using a patented device – «Device for external marking of sentinel lymph nodes during radionuclide visualization». Intraoperative search for sentinel lymph nodes was carried out using gamma detectors Gamma-Finder II or Radical, followed by urgent histological examination.

Results: Radioisotope visualization of sentinel lymph nodes using the domestic radiopharmaceutical ^{99m}Tc-sentiscan: in the first group (the drug was administered peritumorally) was 100 %, the average number of visualized lymph nodes in this group was 2.2; in the second group

(the drug was administered subareolarly) – 99.1 %, the average number of visualized lymph nodes – 2.6. In the first group of patients, metastatic lesions of sentinel lymph nodes were detected in 8 cases (13.1 %), and in the second group – in 14 (11.9 %). All lymph nodes were mapped in the axillary region on the side of the tumor process.

Conclusion: The possibility of the radiopharmaceutical ^{99m}Tc -sentiscan for the identification and biopsy of sentinel lymph nodes in patients with breast cancer was assessed. The use of the domestic ^{99m}Tc -sentiscan makes it possible to visualize sentinel lymph nodes in patients with breast cancer and detect their location in 99.1–100 % of cases. Taking into account the results obtained, the expanded indications for the use of the radiopharmaceutical and the cost of the kits, ^{99m}Tc -sentiscan is more preferable for use in clinical practice.

Keywords: *sentinel lymph node, breast cancer, scintigraphy, ^{99m}Tc -sentiscan*

For citation: Tamrazov RI, Khusnutdinov RD, Alekhin EN, Averina NV, Pyshkina YuS, Pashkov DA. Own Experience of using the Radiopharmaceutical ^{99m}Tc -sentiscan in Visualization of Sentinel Lymph Nodes in Patients with Breast Cancer. Medical Radiology and Radiation Safety. 2024;69(1):83–87. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-83-87

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) занимает лидирующее место по заболеваемости и смертности в структуре онкологических заболеваний у женщин как в России, так и в Тюменской области [1]. Постоперационные осложнения после подмышечной лимфаденэктомии [2] провоцируют поиск новых подходов хирургического лечения РМЖ [3]. В качестве альтернативы подмышечной лимфаденэктомии выполняется биопсия сторожевых лимфатических узлов (СЛУ) [4]. Метод позволяет оценить локорегионарный статус и целесообразность выполнения лимфаденэктомии в полном объеме [5–8].

Впервые методика визуализации лимфатической системы и СЛУ с помощью синего красителя была описана D.L. Morton et al в 1992 г. у пациента с меланомой кожи [9]. D.N. Krag et al в 1993 г. после инъекции радиоактивного коллоида и последующей идентификации его гамма-зондом выполнили биопсию СЛУ [10].

Биопсия СЛУ – один из наиболее развивающихся методов стадирования локорегионарной распространенности рака молочной железы. Активное использование методики в области лечения РМЖ началось в 80–90-х годах прошлого столетия. Мета-анализ 26 исследований показал высокую диагностическую точность биопсии СЛУ в определении статуса подмышечных лимфатических узлов у больных РМЖ [11–14]. Данные наиболее крупного мета-анализа, включающего в себя более 15 тыс. пациентов из 48 исследований, показали, что при использовании биопсии СЛУ риск рецидива заболевания в регионарных лимфатических узлах составляет всего 0,3 % при уменьшении общего количества осложнений после биопсии СЛУ до 3 % в сравнении с 35 % после подмышечной лимфаденэктомии [15].

Таким образом, биопсия СЛУ показала высокую эффективность и простоту, и в настоящее время относится к числу базовых методов диагностики поражения регионарных лимфатических узлов при РМЖ и рекомендуется экспертами Международного противоракового союза в качестве стандартного метода при определении степени распространенности процесса у больных раком молочной железы.

Биопсия СЛУ может проводиться различными способами. В Российской Федерации широкое применение получил – радиоизотопный метод визуализации.

В Тюменской области данная методика была впервые внедрена в МКМЦ Медицинский город в 2014 г. За это время выполнено 2 629 исследований.

Цель исследования – оценить возможности нового отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc -сентискан в выявлении СЛУ у больных раком молочной железы.

Материал и методы

В исследование включены 178 женщин с установленным диагнозом рака молочной железы. Средний возраст обследуемых составил 61 год. Всем пациенткам на догоспитальном этапе проводились: физикальное обследование, ультразвуковое исследование молочных желез и зон регионарного лимфооттока, маммография, морфологическая верификация опухоли молочной железы, рентгенография органов грудной клетки и сцинтиграфия скелета.

Критерии включения пациентов в исследование: первично операбельный рак молочной железы (0, I, IIА, IIВ, IIIА стадии); отсутствие поражения регионарных лимфатических узлов по данным ультразвукового исследования и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ/КТ) молочных желез. Критерии исключения из исследования: общее тяжелое состояние пациента; противопоказания к проведению лучевого исследования; отсутствие готовности к сотрудничеству со стороны пациента.

Пациенты разделены на две группы в зависимости от пути введения радиофармацевтического препарата (РФП) ^{99m}Tc -сентискан: I группа – 61 пациентка – препарат вводился перитуморально, у обследуемых опухоль пальпировалась; II – 117 пациенток – препарат вводился субареоларно.

Группы пациентов были сформированы с учетом ранее проведенного нами исследования с РФП ^{99m}Tc -нанотоп [16].

Распределение пациентов по патоморфологической стадии первичной опухоли молочной железы представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение пациентов по патоморфологической стадии первичной опухоли

Distribution of patients by pathological stage of the primary tumor

Группа пациенток	pT in situ	pT ₁	pT ₂
I группа (n=61)	3	35	23
II группа (n=117)	6	89	22

Примечание: Первичная опухоль – pT

Используемый радиофармацевтический препарат – ^{99m}Tc -сентискан.

^{99m}Tc -сентискан – набор для приготовления радиофармацевтического препарата, представляющего собой нанокolloидный раствор гамма-оксида алюминия, меченного технецием-99m с периодом полураспада 6,04 часа. Радиофармпрепарат предназначен для сцинтиграфической визуализации и интраоперационной детекции СЛУ у пациентов со злокачественными образованиями: молочной железы, меланомой кожи, гортани и гортаноглотки, слизистой полости рта, вульвы, шейки матки, эндометрия, предстатель-

ной железы, полового члена и других органов. Радиофармацевтический препарат изготавливался в соответствии с инструкцией производителя.

Специальной подготовки пациентов к исследованию не требуется. За день до оперативного лечения всем обследуемым перитуморально или субареоларно вводился с помощью инсулинового шприца радиофармацевтический препарат (рис. 1) активностью не более 120 МБк, в объеме 0,3–0,4 мл. Препарат вводился перитуморально у пациентов с пальпируемой опухолью.

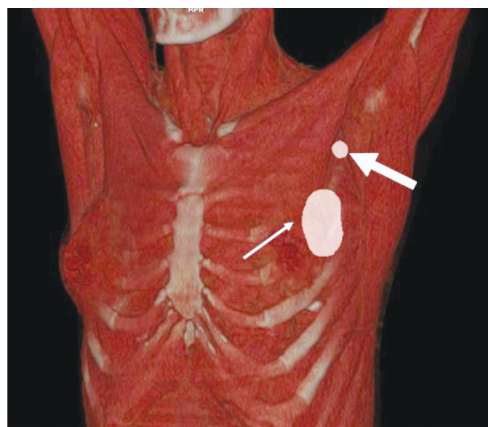


Рис. 1. ОФЭКТ/КТ молочной железы и аксиллярной области, трехмерная реконструкция. Зона инъекции РФП ^{99m}Tc -сентискан при перитуморальном введении (тонкая стрелка); сигнальный лимфатический узел (толстая стрелка)

Fig. 1. SPECT/CT of the breast and axillary region, three-dimensional reconstruction. Injection zone of ^{99m}Tc -sentican radiopharmaceutical during peritumoral administration (thin arrow); sentinel lymph node (thick arrow)

Статические сцинтиграммы молочной железы и аксиллярной области в прямой и боковой проекциях зоны выполнялась на гамма-томографах Siemens Symbia T2, Siemens Intevo Bold, оснащенных параллельными низкоэнергетическими коллиматорами высокого разрешения (LEHR), размер матрицы 256×256 или 512×512 пикселей, коэффициент масштабирования (zoom) – 1,00 с набором счета не менее 400 000 импульсов. Положение пациента на столе при сцинтиграфии – лёжа на боку, с заведенными руками за голову. Сцинтиграфия проводилась через 40–60 минут после инъекции индикатора (рис. 2). В некоторых случаях для более детального определения локализации СЛУ проводилось гибридное обследование – ОФЭКТ/КТ с низкодозовой КТ по стандартным протоколам.

Определяли на радионуклидных изображениях зоны интенсивного накопления радиофармпрепарата в проекции места его введения и очаги накопления РФП, соответствующие сторожевым лимфатическим узлам, проводили их подсчет.

Визуализируемые на сцинтиграммах СЛУ маркировали на коже (рис. 3) с помощью запатентованного нами устройства – «Устройство для наружного маркирования зон повышенного накопления радиофармацевтического препарата» (Патент на полезную модель RU 218690 U1) [8]. В качестве красителя использовался медицинский маркер Viscot Medical (США) [7].

Оперативное вмешательство проводилось не позднее 24 часов после введения радиофармпрепарата. Интраоперационный поиск СЛУ осуществлялся по нанесенным меткам на коже с помощью портативных гамма-зондов Gamma-Finder II или Радикал. Далее выполнялась би-

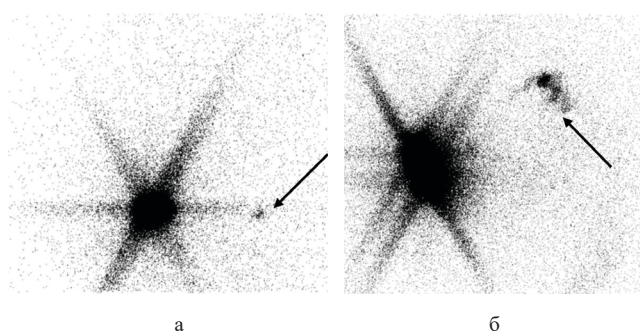


Рис. 2. Статическая сцинтиграмма молочной железы и аксиллярной области в боковой проекции. Зона инъекции РФП: перитуморальное введение (а), субареоларное введение (б), сторожевые лимфатические узлы (стрелка)

Fig. 2. Static scintigram of the breast and axillary region in the lateral projection. Injection area of radiopharmaceutical: peritumoral injection (a), subareolar injection (b), sentinel lymph nodes (arrow)



Рис. 3. Накожная маркировка сторожевого лимфатического узла
Fig. 3. Sentinel lymph node labeling

опсия СЛУ с последующим срочным гистологическим исследованием.

Согласно клиническим рекомендациям Минздрава России, по результату срочного гистологического заключения о статусе сторожевого лимфатического узла, хирург определял дальнейшую тактику в отношении аксиллярных лимфатических узлов.

Результаты и обсуждение

В настоящее время в нашей стране зарегистрировано несколько радиофармацевтических препаратов предназначенных для проведения биопсии СЛУ: отечественного производства ^{99m}Tc -нанотех и ^{99m}Tc -сентискан; зарубежного производства – ^{99m}Tc -нанотоп. В клинической практике так же использовался РФП ^{99m}Tc -технефит [5].

Ранее нами было проведено сравнение возможностей радиофармацевтических препаратов ^{99m}Tc -нанотоп и ^{99m}Tc -технефит для визуализации сигнальных лимфатических узлов у больных раком молочной железы. Было отмечено, что применение РФП ^{99m}Tc -нанотоп позволяет определить СЛУ в 100 % случаев уже через 15 мин после периареоларного введения препарата. Использование в клинической практике РФП ^{99m}Tc -нанотоп является более предпочтительным в сравнении с РФП ^{99m}Tc -технефит для визуализации сигнальных лимфатических узлов у больных раком молочной железы [16]. В данной работе проведен анализ применения РФП ^{99m}Tc -сентискан для визуализации СЛУ на предоперационном этапе.

Оценены результаты срочного и планового гистологического исследования СЛУ при использовании отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc -сентискан:

- в первой группе радионуклидная визуализация СЛУ составила 100 %, среднее количество визуализируемых лимфатических узлов в данной группе – 2,2;

- во второй группе – 99,1 %, среднее количество визуализируемых лимфатических узлов – 2,6.

Количество СЛУ, выявленных в группах пациентов, представлено в табл. 2.

Таблица 2

Распределение количества СЛУ в группах пациентов
Distribution of the number of SLNs in patient groups

Количество СЛУ	Перитуморальное введение РФП (n=61)	Субареолярное введение РФП (n=117)
1 СЛУ	16	18
2 СЛУ	25	41
3 СЛУ	14	32
4 СЛУ	5	16
5 СЛУ	1	5
6 СЛУ	0	4

Интраоперационное обнаружение и биопсия лимфатических узлов, в которых было отмечено накопление РФП, было успешно выполнено через 20–24 ч после введения РФП. В первой группе пациентов метастатическое поражение СЛУ выявлено в 8 случаях (13,1 %), а во второй группе – в 14 (11,9 %). Все выявленные СЛУ в обеих группах были обнаружены в подмышечной области на стороне опухолевого процесса.

Таким образом, полученные результаты использования отечественного РФП ^{99m}Tc -сентискан не уступают результатам радионуклидной визуализации СЛУ у пациентов с раком молочной железы с помощью других радиофармпрепаратов [16]. Но, с учётом расширенных показаний к применению радиофармпрепарата, стоимости и формы поставки наборов, отсутствию зависимости от зарубежных поставок, отечественный РФП ^{99m}Tc -сентискан является более предпочтительным для клинической практики.

Заключение

Оценена возможность препарата ^{99m}Tc -сентискан для выявления и биопсии сторожевых лимфатических узлов у больных раком молочной железы.

Использование отечественного радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc -сентискан позволяет визуализировать сторожевые лимфатические узлы у больных раком молочной железы и обнаружить их расположение в зависимости от пути введения в 99,1–100 % случаев. Метастатическое поражение сторожевых лимфатических узлов при гистологическом исследовании выявлено в 8 случаях (13,1 %) в первой группе, во второй группе – в 14 (11,9 %).

С учётом полученных результатов, а также расширенных показаний к применению радиофармпрепарата и стоимости наборов, отечественный РФП ^{99m}Tc -сентискан, является наиболее предпочтительным для применения в клинической практике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Кудратова Е.А., Федоров Н.М. Эпидемиология рака молочной железы в Тюменской области за период 2017–2021 гг. в условиях пандемии COVID-19 // Молодежная наука и современность: Материалы 88 Международной научной конференции студентов и молодых ученых. 2023. С.163–165. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53959934>. (Дата обращения: 06.10.2023).
- Нартокова А.С.Х., Койчуев А.А. Подмышечная лимфаденэктомия при оперативном лечении рака молочной железы. Опыт безрецидивной методики // Научный медицинский вестник Югры. 2022. Т.32, № 2. С.117–118. doi: 10.25017/2306-1367-2022-32-2-117-118.
- Бабаева О.Г., Квон Т.Э., Шевченко К.Е., Сидоров С.В., Новиков С.С. Анализ безрецидивной и общей выживаемости при онкопластических и органосохраняющих операциях у больных раком молочной железы // Исследования и практика в медицине. 2021. Т.8, № 4. С.65–71. doi: 10.17709/2410-1893-2021-8-4-6.
- Kuru B. The Adventure of Axillary Treatment in Early Stage Breast Cancer // Eur. J. Breast Health. 2020. V.16, No. 1. P. 1–15. doi: 10.5152/ejbh.2019.5157.
- Ермаков А.А., Зикийраходжаев А.Д., Лазутина Т.А., Леонтьев А.В., Волченко Н.Н., Беляков М.М., Каприн А.Д., Костин А.А. Методика непрямого лимфосцинтиграфии с использованием радиофармпрепарата «Технефит ^{99m}Tc » для определения путей лимфооттока и биопсии сторожевых лимфатических узлов при хирургическом лечении больных раком молочной железы и меланомой кожи // Злокачественные опухоли. 2016. Т.3, С. 63–76. doi: 10.18027/2224-5057-2016-3-63-76.
- Eldaly A.S., Avila F.R., Torres-Guzman R.A., Maita K., Garcia J.P., Serrano L.P., Forte A.J. Radiomics and Artificial Intelligence in Predicting Axillary Lymph Node Metastasis in Breast Cancer: a Systematic Review // Curr. Med. Imaging. 2023. V.19, No. 6. P. 564–578. doi: 10.2174/1573405618666220822093226.
- Хуснутдинов Р.Д., АLEXIN Э.Н., Аверина Н.В., Елишев В.Г., Царев О.Н., Новоженков Я.В., Бородин Е.Р., Ершова Е.В. Визуализация сигнальных лимфатических узлов при периаореолярном введении РФП у пациентов с раком молочной железы // Академический журнал Западной Сибири. 2016. Т.4, № 65. С. 40–41.
- Тамразов Р.И., Неверова Е.Н., Павлова В.И., Аверина Н.В., АLEXIN Э.Н., Хуснутдинов Р.Д., Коробельников М.А. Устройство для наружного маркирования зон повышенного накопления радиофармацевтического препарата при радионуклидной визуализации. Патент на полезную модель 218690 U1, 06.06.2023. Заявка № 2022115871 от 10.06.2022.
- Bobirca F., Leventer M., Georgescu D.E., Dumitrescu D.A., Alexandru C., Serban D., Valeanu L., Pătrașcu T., Bobircă A. Variability of Sentinel Lymph Node Location in Patients with Trunk Melanoma // Diagnostics (Basel). 2023. V.13, No. 17. P. 2790. doi: 10.3390/diagnostics13172790.
- You J.Y., Lee E.S., Lim S.K., Kwon Y., Jung S.Y. Could Axillary Lymph Node Dissection Be Omitted in the Mastectomy Patient with Tumor Positive Sentinel Node? // Front Oncol. 2023. No. 13. P. 1181069. doi: 10.3389/fonc.2023.1181069.
- Barker V.R., Naffouje S.A., Mallory M.A., Hoover S.A., Laronga C. Surgical Management of the Axilla in HR+/HER2- Breast Cancer in the Z1071 Era: A Propensity Score-Matched Analysis of the National Cancer Database // Ann. Surg. Oncol. 2023. doi: 10.1245/s10434-023-14029-7.
- Muñoz-Alcaraz M.N., Jiménez-Vilchez A.J., Pélula-de Torres L.Á., Serrano-Merino J., García-Bustillo Á., Pardo-Hernández R., González-Bernal J.J., González-Santos J. Effect of Conservative Rehabilitation Interventions on Health-Related Quality of Life in Women with Upper Limb Lymphedema Secondary to Breast Cancer: A Systematic Review // Healthcare (Basel). 2023. V.11, No. 18. P. 2568. doi: 10.3390/healthcare11182568.
- Giuliano A.E., Kirgan D.M., Guenther J.M., Morton D.L. Lymphatic Mapping and Sentinel Lymphadenectomy for Breast Cancer // Ann. Surg. 1994. V.220, No. 3. P. 391–398. doi: 10.1097/0000658-199409000-00015.
- McIntosh S.A., Purushotham A.D. Lymphatic Mapping and Sentinel Node Biopsy in Breast Cancer // Br. J. Surg. 1998. V.85, No. 10. P. 1347–1356. doi: 10.1046/j.1365-2168.1998.00934.x.
- Veronesi U., Paganelli G., Galimberti V., Viale G., Zurrada S., Bedoni M., Costa A., de Cicco C., Geraghty J.G., Luini A., Sacchini V., Veronesi P. Sentinel-Node Biopsy to Avoid Axillary Dissection in Breast Cancer with Clinically Negative Lymph-Nodes // Lancet. 1997. V.349, No. 9069. P. 1864–1867. doi: 10.1016/S0140-6736(97)01004-0.
- Хуснутдинов Р.Д., АLEXIN Э.Н., Федоров Н.М., Зотов П.Б., Аверина Н.В., Бородин Е.Р., Новоженков Я.В., Тейфенберг Д.В., Басова Т.С. Опыт применения радиофармацевтических препаратов ^{99m}Tc -нанотоп и ^{99m}Tc Технефит при визуализации сигнального лимфатического узла у больных раком молочной железы // Научный форум. Сибирь. 2020. Т.6, № 1. С. 42–43.

REFERENCES

- Kudratova E.A., Fedorov N.M. Epidemiology of Breast Cancer in the Tyumen Region for the Period 2017-2021 During the COVID-19 Pandemic. *Molodezhnaya Nauka i Sovremennost: Materialy 88 Mezhdunarodnoy Nauchnoy Konferencii Studentov i Molodyh Uchenykh* = Youth science and modernity. Materials of the 88th International Scientific Conference of Students and Young Scientists. 2023. P. 163-165. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53959934>. (Access date: 06.10.2023) (In Russ.).
- Nartokova A.S.Kh., Koychuyev A.A. Axillary Lymphadenectomy in Surgical Treatment of Breast Cancer. Experience Without Drainage Technique. *Nauchnyy Medicinskiy Vestnik Yugry*. 2022;32;2:117-118 doi: 10.25017/2306-1367-2022-32-2-117-118 (In Russ.).
- Babayeva O.G., Kvon T.E., Shevchenko K.Yu., Sidorov S.V., Novikov S.S. Analysis of Relapse-Free and Overall Survival in Oncoplastic and Organ-Preserving Surgeries in Patients with Breast Cancer. *Issledovaniya i Praktika v Medicine* = Research'n Practical Medicine Journal. 2021;8;4:65-71. doi: 10.17709/2410-1893-2021-8-4-6 (In Russ.).
- Kuru B. The Adventure of Axillary Treatment in Early Stage Breast Cancer. *Eur. J. Breast Health*. 2020;16;1:1-15. doi: 10.5152/ejbh.2019.5157.
- Ermakov A.A., Zikiryahodzhayev A.D., Lazutina T.A., Leontyev A.V., Volchenko N.N., Belyakov M.M., Kaprin A.D., Kostin A.A. Sentinel Lymph Nodes Biopsy in Early Breast Cancer and Melanoma Patients Using "Tehnefit 99mTc" Radioactive Colloid Technetium 99mTc. *Zlo-kachestvennyye Opuholi* = Malignant Tumours. 2016;3:63-76. doi: 10.18027/2224-5057-2016-3-63-76 (In Russ.).
- Eldaly A.S., Avila F.R., Torres-Guzman R.A., Maita K., Garcia J.P., Serrano L.P., Forte A.J. Radiomics and Artificial Intelligence in Predicting Axillary Lymph Node Metastasis in Breast Cancer: a Systematic Review. *Curr. Med. Imaging*. 2023;19;6:564-578. doi: 10.2174/1573405618666220822093226.
- Khusnutdinov R.D., Alekhin E.N., Averina N.V., Elishev V.G., Tsarev O.N., Novozhenov Y.V., Borodina E.R., Ershova E.V. Sentinel Lymph Nodes Imaging with the Use of Periareolar Injection of Imaging Agent to Patients with Breast Cancer. *Akademicheskii Zhurnal Zapadnoy Sibiri* = Academic Journal of West Siberia. 2016;4;65:40-41 (In Russ.).
- Tamrazov R.I., Neverova E.N., Pavlova V.I., Averina N.V., Alekhin E.N., Khusnutdinov R.D., Korabelnikov M.A. Device for External Marking of Areas of Increased Accumulation of Radiopharmaceuticals with Radionuclide Imaging. Utility Model Patent 218690 U1, 06.06.2023. Application No. 2022115871 dated 06/10/2022 (In Russ.).
- Bobirca F., Leventer M., Georgescu D.E., Dumitrescu D.A., Alexandru C., Serban D., Valeanu L., Pătrașcu T., Bobircă A. Variability of Sentinel Lymph Node Location in Patients with Trunk Melanoma. *Diagnostics* (Basel). 2023;13;17:2790. doi: 10.3390/diagnostics13172790.
- You J.Y., Lee E.S., Lim S.K., Kwon Y., Jung S.Y. Could Axillary Lymph Node Dissection Be Omitted in the Mastectomy Patient with Tumor Positive Sentinel Node? *Front Oncol*. 2023;13:1181069. doi: 10.3389/fonc.2023.1181069.
- Barker V.R., Naffouje S.A., Mallory M.A., Hoover S.A., Laronga C. Surgical Management of the Axilla in HR+/HER2- Breast Cancer in the Z1071 Era: A Propensity Score-Matched Analysis of the National Cancer Database. *Ann. Surg. Oncol*. 2023. doi: 10.1245/s10434-023-14029-7.
- Muñoz-Alcaraz M.N., Jiménez-Vilchez A.J., Pêrula-de Torres L.Á., Serrano-Merino J., García-Bustillo Á., Pardo-Hernández R., González-Bernal J.J., González-Santos J. Effect of Conservative Rehabilitation Interventions on Health-Related Quality of Life in Women with Upper Limb Lymphedema Secondary to Breast Cancer: A Systematic Review. *Healthcare* (Basel). 2023;11;18:2568. doi: 10.3390/healthcare11182568.
- Giuliano A.E., Kirgan D.M., Guenther J.M., Morton D.L. Lymphatic Mapping and Sentinel Lymphadenectomy for Breast Cancer. *Ann. Surg*. 1994;220;3:391-398. doi: 10.1097/0000658-199409000-00015.
- McIntosh S.A., Purushotham A.D. Lymphatic Mapping and Sentinel Node Biopsy in Breast Cancer. *Br. J. Surg*. 1998;85;10:1347-1356. doi: 10.1046/j.1365-2168.1998.00934.x.
- Veronesi U., Paganelli G., Galimberti V., Viale G., Zurrada S., Bedoni M., Costa A., de Cicco C., Geraghty J.G., Luini A., Sacchini V., Veronesi P. Sentinel-Node Biopsy to Avoid Axillary Dissection in Breast Cancer with Clinically Negative Lymph-Nodes. *Lancet*. 1997;349;9069:1864-1867. doi: 10.1016/S0140-6736(97)01004-0.
- Khusnutdinov R.D., Alekhin E.N., Fedorov N.M., Zotov P.B., Averina N.V., Borodina E.R., Novozhenov Y.V., Teffenberg D.V., Basova T.S. Visualization of Sentinel Lymph Nodes Using Radiopharmaceutical «Nanotop 99mTc» «Tehnefit 99mTc» in Patients with Breast Cancer. *Scientific Forum. Siberia*. 2020;6;1:42-43 (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Тамразов Р.И.: разработка концепции исследования, разработка дизайна исследования; написание и научное редактирование текста; Хуснутдинов Р.Д.: разработка дизайна исследования, проведение исследования, разработка и модификация методик исследования, сбор и анализ литературного материала, статистическая обработка данных, написание и научное редактирование текста; Алехин Э.Н.: разработка дизайна исследования, проведение исследования, разработка и модификация методик исследования, сбор и анализ литературного материала, статистическая обработка данных, написание и научное редактирование текста; Аверина Н.В.: проведение исследования, разработка и модификация методик исследования; Пышкина Ю.С.: сбор и анализ литературного материала, статистическая обработка данных, написание и научное редактирование текста; Пашков Д.А.: проведение исследования, разработка и модификация методик исследования.

Поступила: 20.10.2023. Принята к публикации: 27.11.2023.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Tamrazov R.I.: development of the research concept, development of the research design; writing and scientific editing of the text; Khusnutdinov R.D.: development of research design, conduct of research, development and modification of research methods, collection and analysis of literary material, statistical data processing, writing and scientific editing of the text; Alekhin E.N.: development of research design, conduct of research, development and modification of research methods, collection and analysis of literary material, statistical data processing, writing and scientific editing of the text; Averina N.V.: conducting research, developing and modifying research methods; Pyshkina Yu.S.: collection and analysis of literary material, statistical data processing, writing and scientific editing of the text; Pashkov D.A.: conducting research, developing and modifying research methods.

Article received: 20.10.2023. Accepted for publication: 27.11.2023.