

ISSN 1024-6177 (Print)
ISSN 2618-9615 (Online)

**МЕДИЦИНСКАЯ
РАДИОЛОГИЯ
И
РАДИАЦИОННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

1956 — 2023

**MEDICAL RADIOLOGY
AND
RADIATION SAFETY**

2023

68

5

MEDITSINSKAIA RADIOLOGIIA I RADIATIONNAIA BEZOPASNOST

А.А. Медведева, А.Н. Рыбина, Р.В. Зельчан, Л.А. Таширева, О.Д. Брагина,
А.В. Дорошенко, Е.Ю. Гарбуков, Н.А. Тарабановская, В.И. Чернов

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА СТОРОЖЕВЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ ПРИ ОПУХОЛЯХ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИМ ЛЕКАРСТВЕННЫМ ПРЕПАРАТОМ НА ОСНОВЕ МЕЧЕНОГО ТЕХНЕЦИЕМ-99m ГАММА-ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Научно-исследовательский институт онкологии
Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск

Контактное лицо: Анна Александровна Медведева, e-mail: medvedeva@tnimc.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Провести анализ результатов радионуклидной диагностики сторожевых лимфатических узлов (СЛУ) у больных раком молочной железы (РМЖ) с радиофармацевтическим лекарственным препаратом (РФЛП) Сентискап, ^{99m}Tc (производитель ООО «МедикорФарма-Урал») с применением мультимодальной методики ОФЭКТ/КТ.

Материал и методы: Исследование носило ретроспективный характер, в исследование было включено 48 больных РМЖ с клинической стадией $\text{T}_{2-3}\text{N}_0\text{M}_0$, которым выполнялась радионуклидная диагностика СЛУ и на этапе визуализации проводили ОФЭКТ/КТ. Изображения оценивались визуально, анализировался уровень аккумуляции РФЛП в лимфатических узлах (ЛУ), в качестве количественного параметра использовался SUV_{max} . Интраоперационная детекция СЛУ гамма-зондом с последующим гистологическим исследованием также проводилась с расчетом уровня аккумуляции РФЛП.

Результаты: На совмещенных томосцинтиграммах ЛУ визуализировались у 43 пациенток из 48, интраоперационно – в 46 случаях, у 2 больных накопления РФЛП в проекции ЛУ отмечено не было ни по данным ОФЭКТ/КТ, ни интраоперационно. При анализе интенсивности накопления РФЛП по данным ОФЭКТ/КТ отмечался достаточно большой разброс показателей SUV_{max} –35 [10–104]. Сторожевыми считались ЛУ с уровнем накопления в них РФЛП не менее 10 % от самого интенсивного узла. По данным ОФЭКТ/КТ было выявлено 165 ЛУ, среднее количество выявленных у одной пациентки составило 2 [1–3], максимальное количество – 6 ЛУ. У всех пациенток ЛУ определялись в проекции 1 уровня, в 25 случаях – и в проекции других зон регионального лимфооттока. Общее количество удаленных во время операции ЛУ составило $n=247$, в среднем у одной пациентки удалялось 3 [2–5] лимфатических узла, максимально – 8 узлов.

Заключение: Чувствительность радионуклидной диагностики СЛУ с ^{99m}Tc -сентискапом составила 89,6 % по данным ОФЭКТ/КТ и 95,8 % по результатам интраоперационной детекции. Использование мультимодальной визуализации дает информацию о точной анатомической локализации лимфатических узлов. При отсутствии скintiграфической визуализации перераспределения РФЛП по лимфатическому коллектору выполнение интраоперационной детекции не теряет своей актуальности.

Ключевые слова: рак молочной железы, сторожевой лимфатический узел, радионуклидный коллоид, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, гамма-зонд

Для цитирования: Медведева А.А., Рыбина А.Н., Зельчан Р.В., Таширева Л.А., Брагина О.Д., Дорошенко А.В., Гарбуков Е.Ю., Тарабановская Н.А., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика сторожевых лимфатических узлов при опухолях молочной железы с радиофармацевтическим лекарственным препаратом на основе меченого технецием-99m гамма-оксида алюминия // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. № 5. С. 88–95. DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-88-95

A.A. Medvedeva, A.N. Rybina, R.V. Zeltchan, O.D. Bragina,
A.V. Doroshenko, E.Iu. Garbukov, N.A. Tarabanovskaya, L.A. Tashireva, V.I. Chernov

Radionuclide Diagnosis of Sentinel Lymph Nodes in Breast cancer with a Radiopharmaceutical Based on Technetium-99m Labeled Gamma Aluminum Oxide

Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia

Contact person: A.A. Medvedeva, e-mail: medvedeva@tnimc.ru

ABSTRACT

Aim: To analyze the results of radionuclide diagnostics of sentinel lymph nodes (SLN) in patients with breast cancer (BC) with the radiotracer Sentiscan, ^{99m}Tc (manufacturer “MedicorPharma-Ural”) using the multimodal SPECT/CT at the stage of visualization.

Material and methods: The study was retrospective, it included 48 patients with BC with clinical stage $\text{T}_{2-3}\text{N}_0\text{M}_0$, who underwent radionuclide diagnostics of SLN and SPECT/CT was performed at the imaging stage. The images were evaluated visually, the intensity of the radiotracer accumulation in the lymph nodes (LN) was analyzed, SUV_{max} was used as a quantitative parameter. Intraoperative detection of SLN with subsequent histological examination was also carried out with the calculation of the level of the radiotracer accumulation.

Results: On tomoscintigrams, LNs were visualized in 43 patients out of 48, intraoperatively – in 46 cases, in 2 patients, accumulation of the radiotracer in the LN projection was noted neither according to SPECT/CT, nor intraoperatively. When analyzing the intensity of the radiotracer accumulation according to SPECT/CT data, a rather large scatter of SUV_{max} –35 [10–104]. Sentinel were considered LNs with the level of the radiotracer accumulation in them of at least 10 % of the most intense node. According to SPECT/CT data, 165 lymph nodes were identified, the average number of lymph nodes detected in one patient was 2 [1–3], the maximum number was 6 lymph nodes. In all patients, the lymph nodes were determined in the projection of the 1st level, in 25 cases – in the projection of other zones of regional lymph

phatic outflow. The total number of lymph nodes removed during surgery was $n=247$, on average 3 [2–5] lymph nodes were removed in one patient, with a maximum of 8 nodes.

Conclusion: The sensitivity of radionuclide diagnostics of SLN with Sentiscan, ^{99m}Tc was 89.6 % according to SPECT/CT and 95.8 % according to the results of intraoperative detection. The use of multimodal imaging provides information on the exact anatomical localization of the lymph nodes. In the absence of scintigraphic visualization of the radiotracer redistribution in the lymphatic collector, intraoperative detection does not lose its relevance.

Keywords: breast cancer; sentinel lymph node, radionuclide colloid, single photon emission computed tomography, gamma probe

For citation: Medvedeva AA, Rybina AN, Zeltchan RV, Bragina OD, Doroshenko AV, Garbukov Elu, Tarabanovskaya NA, Tashireva LA, Chernov VI. Radionuclide Diagnosis of Sentinel Lymph Nodes in Breast cancer with a Radiopharmaceutical Based on Technetium-99m Labeled Gamma Aluminum Oxide. Medical Radiology and Radiation Safety. 2023;68(5):88–95. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-5-88-95

Введение

Концепция сторожевых лимфатических узлов (СЛУ) берет начало с трудов R.M. Cabanas 1977 г., который в своей работе по изучению подходов лечения пациентов с раком полового члена предположил существование так называемого «лимфатического центра», который является первичным местом метастазирования опухоли [1]. В 1992 г. Morton D.L. с соавт. применили интраоперационную технику визуализации СЛУ, при которой использовался специальный лимфотропный краситель, осуществив, таким образом, картирование – визуальную идентификацию лимфатического протока на пути к дренирующему лимфатическому узлу [2]. Следующим шагом в развитии теории СЛУ явились исследования J.C. Alex, D.N. Krag (1993), которые предложили использовать для картирования лимфатического коллектора радиоактивный лимфотропный коллоид [3].

На сегодняшний день статус СЛУ считается одним из важных прогностических факторов метастазирования опухолей [4–7]. Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее частым видом рака, диагностируемым у женщин во всем мире, и точное стадирование процесса имеет важное значение как для прогноза, так и для лечения (контроля) данного заболевания. На сегодняшний день ни один из методов визуализации не является достаточно точным для обнаружения метастазов в регионарных лимфатических узлах (ЛУ) на ранних стадиях болезни, тогда как биопсия сторожевых лимфатических узлов (БСЛУ) считается высоконадежным методом скрининга поражения аксиллярных ЛУ [8, 9].

Развитие методов ядерной медицины в последнее время связано не только с совершенствованием технической базы, но также с активным внедрением новых высокоспецифичных радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) [10–12]. Считается, что идеальный РФЛП для визуализации СЛУ должен отличаться быстрым выведением из места инъекции и активной аккумуляцией в лимфатических узлах. Такие характеристики могут быть реализованы в трейсерах на основе механизмов связывания по типу лиганд-рецептор или антиген-антитело. К таким РФЛП относятся [^{99m}Tc]-ритуксимаб, который связывается с рецепторами CD20 на поверхности В-клеток и зарегистрированный в США меченный ^{99m}Tc LymphoseekTM, который накапливается в лимфатических узлах за счет взаимодействия с CD206 на поверхности макрофагов [13, 14].

Однако, несмотря на появление таргетных РФЛП для визуализации СЛУ, коллоиды, меченные технецием (^{99m}Tc), по-прежнему являются популярными индикаторами, которые широко используются для картирования регионарных ЛУ. К характеристикам идеального коллоидного РФЛП относят быстрое перераспределение по ЛУ в сочетании с длительной в них аккумуляцией. Необходимо отметить, что распределение и выведение радиоактивных коллоидов из места инъекции по лимфатической системе

может различаться как из-за индивидуальных патофизиологических особенностей пациентки, так и из-за размера частиц [15]. Рядом исследований было показано, что на вероятность успеха в идентификации в частности аксиллярных ЛУ размеры частицы коллоидного РФЛП не оказывают значительного влияния и выбор трейсера в большей степени должен основываться на их доступности и предпочтениях онкологов и радиологов [16].

Благодаря возросшим техническим возможностям современных гамма-камер все больше появляется информации об использовании в диагностических алгоритмах мультимодальных систем – однофотонных эмиссионных компьютерных томографов, совмещенных с рентгеновскими КТ-сканерами (ОФЭКТ/КТ), что позволяет объединить лимфосцинтиграммы с анатомическими данными. Применение ОФЭКТ/КТ обеспечивает получение трехмерных изображений с лучшим пространственным разрешением и коррекцией скintiграфического эффекта ослабления излучения, давая возможность получить более точные данные о локализации СЛУ в пределах анатомической области и повысить чувствительность метода [17–22]. Кроме того, показано, что ОФЭКТ/КТ позволяет обнаружить дополнительные СЛУ, не визуализируемые на планарных изображениях у значительного числа пациентов, изменяя тем самым информацию о лимфодренаже [23]. В частности, в исследовании Rouw V. et al было показано, что из 284 больных раком молочной железы, без обнаружения СЛУ на отсроченных планарных лимфосцинтиграммах, ОФЭКТ/КТ позволила выявить лимфатические узлы в 24,6 % случаях [24].

Целью данной работы было проведение анализа результатов радионуклидной диагностики СЛУ при злокачественных новообразованиях молочной железы с РФЛП Сентискан, ^{99m}Tc (производитель ООО «МедикорФарма-Урал») с применением на этапе визуализации мультимодальной методики ОФЭКТ/КТ. Выполненные ранее доклинические и клинические исследования этого РФЛП показали безопасность его применения и функциональную пригодность для выявления лимфатических узлов при опухолях различных локализаций [25–29].

Материал и методы

Исследование носило ретроспективный характер. В исследование было включено 48 пациенток с наличием протокового рака *in situ* и инвазивного рака молочной железы с клинической стадией $T_{2-3}N_0M_0$, которым выполнялась диагностика сторожевых лимфатических узлов с применением РФЛП Сентискан, ^{99m}Tc и которым на этапе визуализации для предоперационного картирования ЛУ проводили радионуклидное исследование в объеме ОФЭКТ/КТ. Средний возраст вошедших в исследование пациенток составил $53 \pm 11,3$ года.

Методика визуализации СЛУ стандартно включала в себя несколько этапов: инъекция диагностического

РФЛП, получение визуальной информации и интраоперационная детекция ЛУ с гистологическим исследованием удаленного материала. Радиофармацевтический лекарственный препарат Сентискан, ^{99m}Tc готовился согласно инструкции производителя. Введение РФЛП осуществлялось параареоларно в 4 точки – 20–30 МБк на точку введения, объем вводимого раствора не превышал 0,1 мл.

Визуализирующий этап методом ОФЭКТ/КТ выполнялся на гамма-камере Symbia Intevo Bold (Siemens) – ОФЭКТ: 60 проекций по 15 с каждая, матрица 256×256 пикселей; КТ: 130 кВ, 36 мАс. Исследование проводили через 18–20 ч после введения РФЛП. Полученные изображения оценивались в первую очередь визуально – отмечалось количество очагов накопления РФЛП, которые соответствовали локализации регионарных лимфатических узлов. Кроме этого, фиксировался уровень накопления РФЛП в визуализируемых лимфатических узлах – как процентное соотношение к месту инъекции, так и по отношению к ЛУ с наибольшей активностью (%), а в качестве количественного параметра для оценки накопления учитывался SUV_{max} .

Во время хирургического этапа лечения выполнялась интраоперационная детекция СЛУ с использованием гамма-зонда RadPointer-Gamma (производитель ООО «МедикорФарма-Урал»). После удаления выявленных лимфатических узлов область регионарного лимфатического коллектора повторно исследовалась с помощью гамма-зонда. По данным интраоперационной радиометрии также рассчитывался уровень аккумуляции РФЛП в проекции СЛУ по отношению к месту инъекции и по отношению к ЛУ с наибольшей активностью (%). Удаленный материал отправлялся на гистологическое исследование.

Нормальность распределения данных оценивалась с использованием критерия Шапиро–Уилки, для характеристики центральной тенденции в выборке рассчитывалась медиана $M_e [Q1-Q3]$ либо среднее значение показателя со стандартным отклонением. Оценка чувствительности метода проводилась по формуле $\text{ИП}/(\text{ИП}+\text{ЛО}) \times 100\%$, где ИП – истинно-положительный результат, ЛО – ложно-отрицательный результат. При этом во внимание принималось накопление РФЛП в проекции лимфатических узлов, референсным методом для анализа являлся результат гистологического исследования послеоперационного материала (наличие в удаленном материале лимфатических узлов).

Результаты и обсуждение

На совмещенных ОФЭКТ/КТ-изображениях лимфатические узлы визуализировались у 43 пациенток из 48, интраоперационно с помощью гамма-зонда СЛУ были выявлены в 46 случаях. У двух больных накопления РФЛП в проекции регионарных лимфоузлов отмечено не было – ни по данным ОФЭКТ/КТ, ни интраоперационно, полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет диагностических показателей ($n=48$)
Calculation of diagnostic indicators

Результат	По данным ОФЭКТ/КТ, n	Интраоперационные данные, n
Истинно-положительный	43	46
Истинно-отрицательный	0	0
Ложноположительный	0	0
Ложноотрицательный	5	2

При анализе уровней накопления РФЛП в выявленных лимфатических узлах по данным ОФЭКТ/КТ отмечался достаточно большой разброс показателей

$\text{SUV}_{\text{max}} -35 [10-104]$. При расчете уровня аккумуляции трейсера в СЛУ по отношению к месту инъекции (%) по совмещенным томосцинтиграммам медиана составила 2,3 % [0,9–6,15 %], интраоперационно – 2,5 % [1,1–7,1 %]. Основным же критерием для маркировки выявленных лимфатических узлов как сторожевых являлось накопление РФЛП в каждом визуализируемом ЛУ относительно самого интенсивного из них – сторожевыми лимфатическими узлами считались ЛУ с уровнем накопления в них РФЛП не менее 10 % от самого интенсивного. Этот параметр применялся как при визуальной оценке совмещенных томосцинтиграмм, так и при интраоперационной радиометрии. Пример анализа результатов ОФЭКТ/КТ представлен на рис. 1.

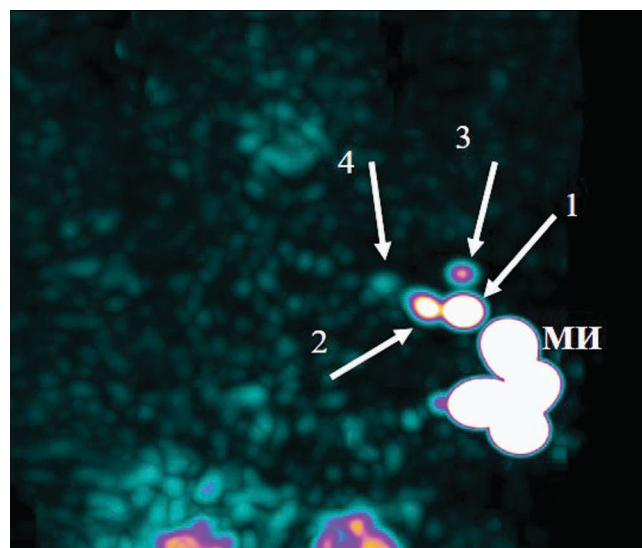


Рис. 1. Совмещенная томосцинтиграмма больной раком левой молочной железы. МИ – место инъекции. Цифрами обозначены лимфатические узлы: (1) с самым интенсивным накоплением РФЛП, (2) – 28,3 % от самого интенсивного, (3) – 14,3 % от самого интенсивного, (4) – 4,4 % от самого интенсивного. По результатам интраоперационного исследования лимфатические узлы 1, 2, 3 картированы как сторожевые

Fig. 1. The tomoscintigram of a patient with left breast cancer. МИ – injection site. Numbers indicate the lymph nodes: (1) with the most intense accumulation of the radiotracer, (2) – 28.3 % of the most intense, (3) – 14.3 % of the most intense, (4) – 4.4 % of the most intense. According to the results of intraoperative study – lymph nodes 1, 2, 3 mapped as sentinel

На сегодняшний день нет твердых стандартов для селективного отбора СЛУ, и многие хирурги адаптируют свои собственные методики выбора лимфоузлов для удаления, определяя также и количество удаляемых ЛУ. Теоретически, единственный лимфатический узел с самым высоким уровнем радиоактивности (самый «горячий») с наибольшей вероятностью является «сторожевым» и должен удаляться для биопсии. В 2001 г. McMasters K.M. et al применил правило 10 % в качестве критерия отбора СЛУ при злокачественной меланоме кожи и определили, что все лимфоузлы с радиоактивностью $\geq 10\%$ от «самого горячего» сторожевого лимфоузла должны удаляться. Данная тактика приводит в итоге к уменьшению вероятности пропуску потенциально метастатических регионарных лимфатических узлов – ложнонегативных СЛУ [30].

Обсуждается также проблема количества удаляемых ЛУ, поскольку показано, что при биопсии сторожевых лимфатических узлов в 12,6–14,2 % случаях есть риск

неудаления ложнонегативных СЛУ [31, 32]. В рандомизированном исследовании NSABP B-32 продемонстрировано, что процент таких ситуаций при диагностике СЛУ снижается в зависимости от количества удаленных лимфатических узлов – с 17,7 % при удалении одного ЛУ до 4,8 % при удалении 3 и более узлов [33]. В большом отчете, основанном на данных SEER, лучшая выживаемость наблюдалась у пациентов, которым было удалено 3 СЛУ по сравнению с пациентами, у которых было удалено 1 или 2 лимфатических узла [34]. В связи с этим NCCN (Current National Comprehensive Cancer Network) рекомендует во время биопсии сторожевых лимфатических узлов удалять не менее 3 ЛУ для снижения риска неудаления ложнонегативных СЛУ [35].

В нашем исследовании по данным ОФЭКТ/КТ было выявлено 165 лимфатических узлов в регионарном лимфатическом бассейне, среднее количество выявленных у одной пациентки ЛУ составило 2 [1–3]. Максимальное количество, выявленных у одной пациентки, составило 6 лимфатических узлов. В 33 % случаях ($n=16$) визуализировалось по одному ЛУ, все они локализовались в аксиллярной области в пределах 1-го уровня. У всех пациенток часть выявленных ЛУ определялись в проекции 1-го уровня (нижние подмышечные — лимфатические узлы, расположенные латерально по отношению к боковой границе малой грудной мышцы). В 25 случаях, кроме 1-го уровня, СЛУ определялись также в проекции других зон регионарного лимфооттока, при этом у 10 пациенток отмечалось накопление РФЛП в проекции парастернальных ЛУ (табл. 2). У двух пациенток, у которых на совмещенных томосцинтиграммах лимфатические узлы не были выявлены, интраоперационно были детектированы нижние подмышечные ЛУ с низкоинтенсивным включением РФЛП. Примеры локализации СЛУ на совмещенных томосцинтиграммах представлены на рис. 2–5.

Таблица 2

Распределение выявленных СЛУ по данным ОФЭКТ/КТ
Distribution of detected SLN according to SPECT/CT data

Локализация лимфатических узлов	Количество пациенток, n
I уровень	23
I, II уровни	7
I, III уровни	5
I, II, III уровни	8
Парастернальные	10
Не визуализировались	5

Примечание:

- уровень I (нижние подмышечные) – лимфатические узлы, расположенные латерально по отношению к боковой границе малой грудной мышцы;
- уровень II (средние подмышечные) – лимфатические узлы, расположенные между медиальным и латеральным краем малой грудной мышцы, и интерпекторальные;
- уровень III (апикальные подмышечные) – лимфатические узлы, расположенные медиально по отношению к медиальному краю малой грудной мышцы/подключичные.

Необходимо отметить, что во время операции удалялось большее количество ЛУ, чем было описано по данным ОФЭКТ/КТ. Главным образом это было связано с тем, что нередко лимфатические узлы близко прилежат друг к другу и удаление только СЛУ технически невозможно. Помимо этого, в некоторых ситуациях удалялись лимфатические узлы, которые, не являясь СЛУ (лимфатические узлы с отсутствием радиоактивности при интраоперационном сканировании гамма-зондом), вы-

зывали у хирурга сомнения визуально или при пальпации. Также, как уже было отмечено, в двух случаях СЛУ не были визуализированы скинтиграфически, но были выявлены интраоперационно при сканировании гамма-зондом. Таким образом, общее количество удаленных во время операции ЛУ составило $n=247$, в среднем у одной пациентки удалялось 3 [2–5] лимфатических узла, максимально однократно было удалено 8 узлов.

После планового гистологического исследования удаленных лимфатических узлов метастатическое поражение было выявлено у 8 (16,7 %) пациенток, в одном из этих случаев СЛУ не были выявлены ни по данным ОФЭКТ/КТ, ни интраоперационно, в одном случае – ЛУ были со слабым накоплением трейсера, не визуализировались на томосцинтиграммах, но были детектированы интраоперационно.

Исследования показывают, что около 2 % больных РМЖ окажутся в ситуации, когда СЛУ не будут выявлены ни скинтиграфически, ни интраоперационно [36]. Причинами, которые могут привести к подобным ситуациям, исследователи считают: возраст, ожирение, хирургическое вмешательство или лучевая терапия в анамнезе, неудачная локализация СЛУ, а также метастатическое поражение лимфатических узлов. В исследовании Magnoni F. et al у 525 больных раком молочной железы (из 30 508 процедур диагностики СЛУ), у которых не визуализировался лимфодренаж при лимфосцинтиграфии, было обнаружено, что отсутствие визуализации СЛУ в значительной степени связано с метастатическим поражением региональных лимфатических узлов [37]. Возможно, что при подобных ситуациях лимфатический дренаж к СЛУ блокируется опухолевыми клетками, либо лимфатический узел полностью замещен опухолевой тканью, что ограничивает его способность накапливать радиоколлоид. Однако считается, что у большинства пациентов при отсутствии визуализации СЛУ на предоперационной лимфосцинтиграмме будет обнаружен хотя бы один лимфатический узел интраоперационно – либо только с помощью гамма-зонда, либо с помощью гамма-зонда в сочетании с красителем. В связи с этим важно понимать, что «отрицательная» лимфосцинтиграфия не является причиной отмены интраоперационного поиска СЛУ. При РМЖ в подобных ситуациях современные стандарты рекомендуют выполнять аксиллярную лимфаденэктомию из-за повышенного риска метастазов в регионарном лимфатическом бассейне у этих пациентов [38].

Заключение

В современной онкологии широкое применение получили органосохраняющие и реконструктивные виды лечения с максимальным сохранением структуры и функции органа при возможности радикального удаления опухоли. А потому адекватная оценка распространенности злокачественного процесса играет большую роль в определении тактики терапии. Несмотря на появление таргетных РФЛП для картирования СЛУ, исследования по изучению возможностей применения коллоидных трейсеров по-прежнему являются актуальным.

Результаты проведенного анализа показали, что чувствительность радионуклидной диагностики СЛУ при использовании в качестве коллоидного радиофармацевтического лекарственного препарата Сентискан, ^{99m}Tc составила 89,6 % по данным ОФЭКТ/КТ и 95,8 % по результатам интраоперационной детекции. Использование мультимодальной визуализации дает информацию о точной анатомической локализации выявленных лимфатических узлов, облегчая планирование оператив-

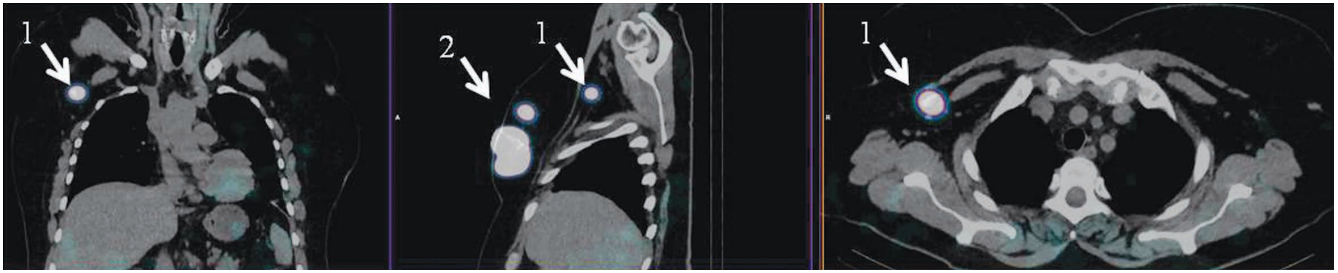


Рис. 2. ОФЭКТ/КТ-изображения больной раком правой молочной железы:
 (1) накопление РФЛП в проекции аксиллярного лимфатического узла I уровня; (2) место инъекции
 Fig. 2. SPECT/CT of a patient with right breast cancer:
 (1) the radiotracer accumulation in the projection of the level I axillary lymph node; (2) injection site

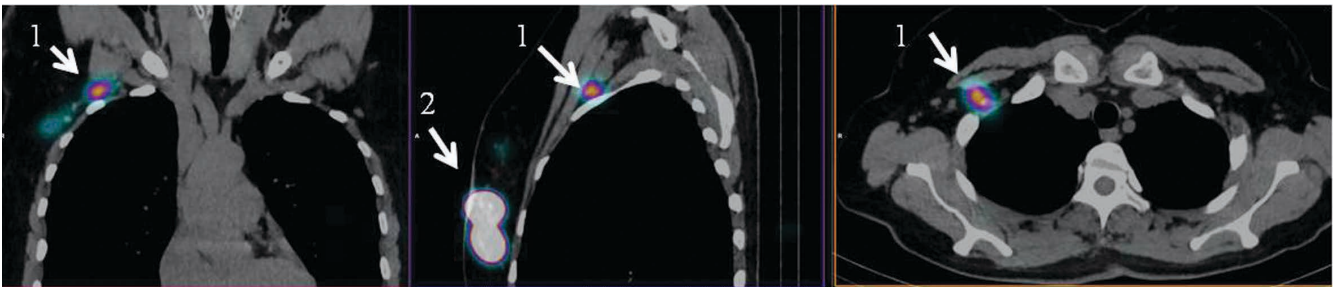


Рис. 3. ОФЭКТ/КТ-изображения больной раком правой молочной железы:
 (1) накопление РФЛП в проекции аксиллярного лимфатического узла II уровня; (2) место инъекции
 Fig. 3. SPECT/CT of a patient with right breast cancer:
 (1) the radiotracer accumulation in the projection of the level II axillary lymph node; (2) injection site

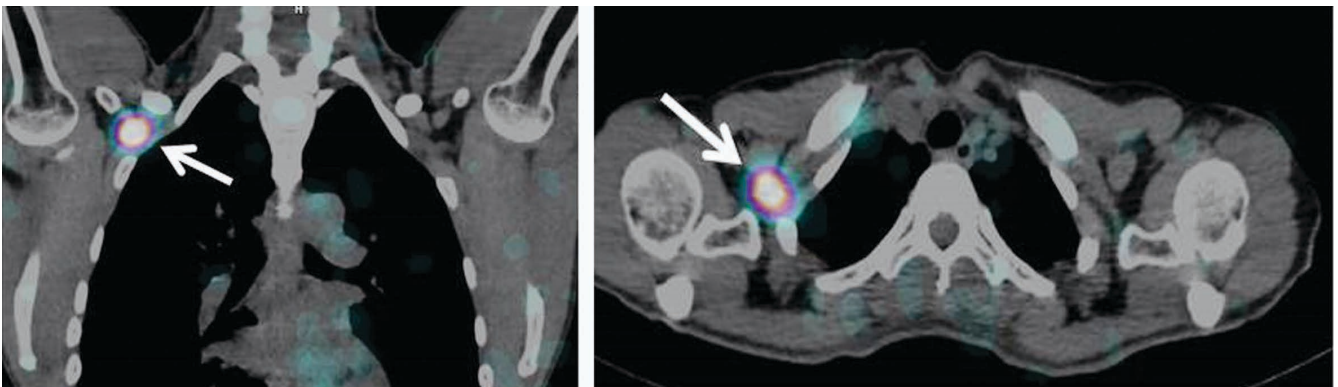


Рис. 4. ОФЭКТ/КТ-изображения больной раком правой молочной железы,
 стрелкой отмечено накопление РФЛП в проекции подключичного лимфатического узла
 Fig. 4. SPECT/CT of a patient with right breast cancer,
 the arrow indicates the accumulation of the radiotracer in the projection of the subclavian lymph node

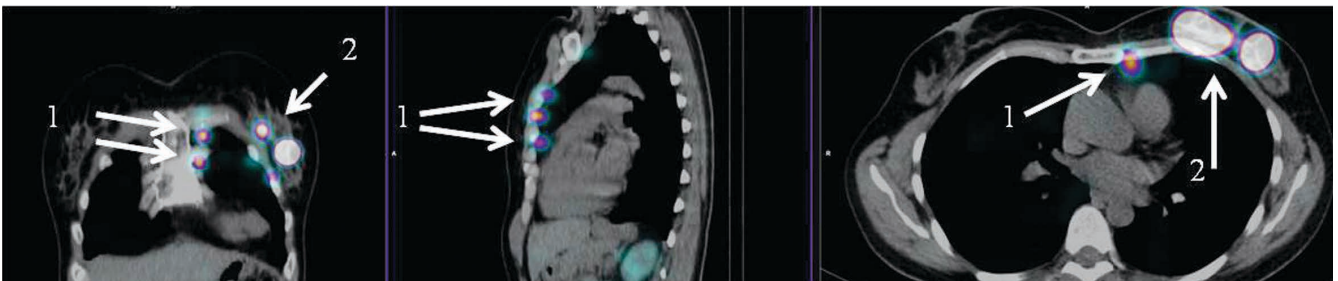


Рис. 5. ОФЭКТ/КТ-изображения больной раком левой молочной железы:
 (1) накопление РФЛП в проекции парастеральных лимфатических узлов; (2) место инъекции
 Fig. 5. SPECT/CT of a patient with left breast cancer:
 (1) the radiotracer accumulation in the projection of parasternal lymph nodes; (2) injection site

ного вмешательства. При этом важно помнить, что при отсутствии скинтиграфической визуализации перераспределения РФЛП по лимфатическому коллектору выполнение интраоперационной детекции не теряет своей актуальности.

Важным является в дальнейшем при проведении радионуклидной диагностики СЛУ определение пока-

заний для использования в качестве визуализирующей методики ОФЭКТ/КТ, соотнося экономические затраты и тот объем информации, которая может быть получена. Кроме того, исследователи по-прежнему считают открытым вопрос о количестве удаляемых лимфатических узлов при выполнении БСЛУ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Cabañas R.M. An Approach for the Treatment of Penile Cancer // *Cancer*. 1977. No. 39. P. 456-466.
- Morton D. Technical Details of Intraoperative Lymphatic Mapping for Early Stage Melanoma // *Arch. Surg.* 1992. V.127, No. 4. P. 392. DOI: 10.1001/archsurg.1992.01420040034005.
- Alex J.C., Krag D.N. The Gamma-Probe-Guided Resection of Radiolabeled Primary // *Lymph Nodes // Surg. Oncol. Clin N Am.* 1996. V.5, No. 1. P. 33-41.
- Boada A., Tejera-Vaquero A., Ribero S., Puig S., Moreno-Ramírez D., Quaglino P., Osella-Abate S., Cassoni P., Malveyh J., Carrera C., Pigem R., Barreiro-Capurro A., Requena C., Traves V., Manrique-Silva E., Fernández-Orland A., Ferrandiz L., García-Senosiaín O., Fernández-Figueroas M.T., Ferrándiz C., Nagore E. Factors Associated with Sentinel Lymph Node Status and Prognostic Role of Completion Lymph Node Dissection for Thick Melanoma // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2020. V.46, No. 2. P. 263-271. doi: 10.1016/j.ejso.2019.09.189.
- Lafuente-Sanchis A., Olmo A., Carretero J., Alcacer Fernandez-Coronado J., Estors-Guerrero M., Martínez-Hernández N.J., Cremades A., Zúñiga A., Alcacer J., Farras R., Cuenca M., Galbis-Caravajal J.M. Clinical Significance of Epithelial-mesenchymal Transition-related Markers Expression in the Micrometastatic Sentinel Lymph Node of NSCLC // *Clin. Transl. Oncol.* 2020. V.22, No. 3. P. 381-391. doi: 10.1007/s12094-019-02138-3.
- Ni J.S., Janz T.A., Nguyen S.A., Lentsch E.J. Predictors of Occult Lymph Node Metastasis in Cutaneous Head and Neck Melanoma // *World J. Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2019. V.5, No. 4. P. 200-206. doi: 10.1016/j.wjorl.2019.02.003.
- Touhami O., Grégoire J., Renaud M.C., Sebastianelli A., Plante M. Performance of Sentinel Lymph Node (SLN) Mapping in High-risk Endometrial Cancer // *Gynecol Oncol.* 2017. V.147, No. 3. P. 549-553. doi: 10.1016/j.ygyno.2017.09.014.
- Moore T.A., Sanford R., Dang C., Morrow M. Overview of Breast Cancer Therapy // *PET Clin.* 2018. V.13, No. 3. P. 339-354. doi: 10.1016/j.cpet.2018.02.006.
- Plichta J.K. Breast Cancer Prognostic Staging and Internal Mammary Lymph Node Metastases: a Brief Overview // *Chin. Clin. Oncol.* 2019. No. 8. P. 1-11. DOI: 10.21037/cco.2019.01.09.
- Чернов В.И., Дудникова Е.А., Зельчан Р.В., Кравчук Т.Л., Данилова А.В., Медведева А.А., Синилкин И.Г., Брагина О.Д., Гольдберг В.Е., Гольдберг А.В., Фролова И.Г. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография с ^{99m}Tc -1-тио- d -глюкозой в диагностике и стадировании злокачественных лимфом: первый опыт использования // *Sibirskiy Onkologicheskii Zhurnal = Siberian Journal of Oncology*. 2018. T.17, № 4. С. 81-87.
- Bragina O., Chernov V., Zelchan R., Medvedeva A., Schulga A., Vorobyeva A., Orlova A., Deyev S., Tolmachev V., Konovalova E., Garbukov E., Tashireva L., Sorensen J. Phase I trial of ^{99m}Tc -(He) 3 -G3, a Darpin-based Probe for Imaging of Her2 Expression in Breast Cancer // *Journal of Nuclear Medicine*. 2022. V.63. No. 4. P. 528-535.
- Чернов В.И., Медведева А.А., Синилкин И.Г., Зельчан Р.В., Брагина О.Д. Разработка радиофармпрепаратов для радионуклидной диагностики в онкологии // *Медицинская визуализация*. 2016. №2. С. 63-66.
- Zhang Jing-Jie, Zhang Wan-Chun, An Cai-Xia, Li Xiao-Min, Ma Le. Comparative Research on ^{99m}Tc -Rituximab and ^{99m}Tc -sulfur Colloid in Sentinel Lymph Node Imaging of Breast Cancer // *BMC Cancer*. 2019. V.19, No. 1. P. 956. doi: 10.1186/s12885-019-6197-9.
- Unkart J.T., Hosseini A., Wallace A.M. Tc-99m Tilmanocept Versus Tc-99m Sulfur Colloid in Breast Cancer Sentinel Lymph Node Identification: Results from a Randomized, Blinded Clinical Trial // *J. Surg. Oncol.* 2017. V.116, No. 7. P. 819-823.
- Крживицкий П.И., Канаев С.В., Семиглазов В.Ф., Новиков С.Н., Крживицкий П.И., Семенов И.И., Туркевич Е.А., Бусько Е.А., Донских Р.В., Брянцева Ж.В., Пискунов Е.А., Труфанова Е.С., Черная А.В. Методологические проблемы биопсии сигнальных лимфатических узлов у больных раком молочной железы // *Вопросы онкологии*. 2015. T.61, № 3. С. 418-423.
- Giammarile F., Alazraki N., Aarsvold J.N., Audisio R.A., Glass E., Grant S.F., Kunikowska J., Leidenius M., Moncayo V.M., Uren R.F., Oyen W.J.G., Olmos R.A.V., Sicart S.V. The EANM and SNMMI Practice Guideline for Lymphoscintigraphy and Sentinel Node Localization in Breast Cancer // *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2013. No. 40. P. 1932-1947.
- Navalkissoor S., Wagner T., Gnanasegaran G. SPECT/CT in Imaging Sentinel Nodes // *ClinTransl Imaging*. 2015. V.3, No. 3. P. 203-215. doi: 10.1007/s40336-015-0113-3.
- Olmos V.R.A., Rietbergen D.D.D., Vidal-Sicart S. SPECT/CT and Sentinel Node Lymphoscintigraphy // *ClinTransl Imaging*. 2014. V.2, No. 6. P. 491-504. doi: 10.1007/s40336-014-0087-6.
- Mucientes R.J., Farge B.L., Cardona A.J., Moreno E.A., Delgado-Bolton R, Izarduy P.L., Rodríguez R.C., Lapeña G.L., González M.A., Román S.J.M., Carreras D.J.L. SPECT-CT: a New Tool for Localisation of Sentinel Lymph Nodes in Breast Cancer Patients // *Rev. Esp. Med. Nucl.* 2008. V.27, No. 3. P. 183-190.
- Крживицкий П.И., Канаев С.В., Новиков С.Н., Черная А.В., Криворотко П.В., Семиглазов В.Ф., Семенов И.И., Пономарева О.И., Ильин Н.Д., Жукова Л.А. Использование ОФЭКТ-КТ для визуализации сигнальных лимфатических узлов у больных раком молочной железы // *Вопросы онкологии*. 2015. T.61, № 4. С. 624-626.
- Крживицкий П.И., Канаев С.В., Новиков С.Н., Новиков Р.В., Семенов И.И., Пономарева О.И., Ильин Н.Д., Петрова А.С. Применение ОФЭКТ-КТ для визуализации сигнальных лимфатических узлов и путей лимфооттока у больных раком предстательной железы // *Вопросы онкологии*. 2016. T.62, № 2. С. 272-276.
- Канаев С.В., Новиков С.Н., Крживицкий П.И., Раджабова З.А., Котов М.А., Пономарева О.И., Гиршович М.М., Артемьев С.С., Артемьева А.С., Мельник Ю.С. Применение ОФЭКТ-КТ для визуализации сигнальных лимфатических узлов и путей лимфооттока у больных раком языка // *Вопросы онкологии*. 2019. T.65, № 2. С. 250-255.
- Jimenez-Heffernan A., Ellmann A., Sado H., Huić D., Bal C., Parameswaran R., Giammarile F., Pruzzo R., Kostadinova I., Vorster M., Almeida P., Santiago J., Gambhir S., Sergieva S., Calderon A., Young G.O., Valdes-Olmos R., Zaknun J., Magboo V.P., Pascual T.N. Results of a Prospective Multicenter International Atomic Energy Agency Sentinel Node Trial on the Value of SPECT/CT Over Planar Imaging in Various Malignancies // *J. Nucl. Med.* 2015. V.56, No. 9. P. 1338-1344. doi: 10.2967/jnumed.114.153643.
- Pouw B., Hellingman D., Kieft M., Vogel W.V., van Os K.J., Rutgers E.J., Valdés Olmos R.A., Stokkel M.P. The Hidden Sentinel Node in Breast Cancer: Reevaluating the Role of SPECT/CT and Tracer ReInjection // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2016. V.42, No. 4. P. 497-503. doi: 10.1016/j.ejso.2015.12.009.
- Варламова Н.В., Скуридин В.С., Нестеров Е.А., Ларионова Л.А., Чернов В.И. Исследование кумулятивных свойств радиофармпрепарата «Нанокolloид, ^{99m}Tc - Al_2O_3 » на крысах // *Вестн. Новосибирского гос. ун-та. Серия: Биология, клиническая медицина*. 2015. T.13, № 2. С. 40-44.
- Варламова Н.В., Стасюк Е.С., Тицкая А.А., Синилкин И.Г., Ларионова Л.А., Шерстобоев Е.Ю., Трофимова Е.С., Лигачева А.А., Скуридин В.С. Изучение алергизирующих свойств радиофармпрепарата «Нанокolloид, ^{99m}Tc - Al_2O_3 » в эксперименте // *Современные технологии в медицине*. 2015. №4. С.72-77.
- Скуридин В.С., Чернов В.И., Варламова Н.В., Нестеров Е.А., Синилкин И.Г., Зельчан Р.В. Исследование функциональной пригодности радиофармпрепарата «Нанокolloид, ^{99m}Tc - Al_2O_3 » для скинтиграфического и интраоперационного выявления «сторожевых» лимфатических узлов // *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2015. № 3. С.76-80.
- Зельчан Р.В., Медведева А.А., Синилкин И.Г., Брагина О.Д., Чернов В.И., Стасюк Е.С., Ильина Е.А., Скуридин В.С. Изучение функциональной пригодности туморотропного радиофармпрепарата ^{99m}Tc -1-тио-6-глюкоза в эксперименте // *Молекулярная медицина*. 2018. T.16, № 3. С. 54-57.
- Синилкин И.Г., Чернов В.И., Коломиец Л.А., Слонимская Е.М., Медведева А.А., Зельчан Р.В., Чернышова А.Л., Дорошенко А.В., Ляпунов А.Ю. Первый опыт клинического применения нового отечественного радиофармпрепарата ^{99m}Tc -гамма-оксид алюминия для визуализации сторожевых лимфатических узлов при злокачественных новообразованиях // *Медицинская визуализация*. 2016. № 2. С. 57-62.

30. McMasters K.M., Reintgen D.S., Ross M.I., Wong S.L., Gershenwald J.E., Krag D.N., Noyes R.D., Viar V., Cerrito P.B., Edwards M.J. Sentinel Lymph Node Biopsy for Melanoma: How Many Radioactive Nodes should be Removed? // *Ann. Surg. Oncol.* 2001. V.8, No. 3. P. 192–197.
31. Boughey J.C., Suman V.J., Mittendorf E.A., Ahrendt G.M., Wilke L.G., Taback B., Leitch A.M., Kuerer H.M., Bowling M., Flippo-Morton T.S., Byrd D.R., Ollila D.W., Julian T.B., McLaughlin S.A., McCall L., Symmans W.F., Le-Petross H.T., Haffty B.G., Buchholz T.A., Nelson H., Hunt K.K., Alliance for Clinical Trials in Oncology. Sentinel Lymph Node Surgery after Neoadjuvant Chemotherapy in Patients with Node-positive Breast Cancer: the ACOSOG Z1071 (Alliance) clinical trial // *JAMA.* 2013. V.310, No. 14. P. 1455–1461. doi: 10.1001/jama.2013.278932.
32. Kuehn T., Bauerfeind I., Fehm T., Fleige B., Hausschild M., Helms G., Lebeau A., Liedtke C., von Minckwitz G., Nekljudova V., Schmatloch S., Schrenk P., Staebler A., Untch M. Sentinel-Lymph-Node Biopsy in Patients with Breast Cancer before and after Neoadjuvant Chemotherapy (SENTINA): a Prospective, Multicentre Cohort Study // *Lancet Oncol.* 2013. V.14, No. 7. P. 609–618. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70166-9.
33. Krag D., Anderson S., Julian T., et al. Technical Outcomes of Sentinel-Lymph-Node Resection and Conventional Axillary-Lymphnode Dissection in Patients with Clinically Node-negative Breast Cancer: Results from the NSABP B-32 Randomised Phase III Trial // *Lancet Oncol.* 2007. V.8, No. 10. P. 881–888.
34. Li S., Liu F., Chen K., Rao N., Xie Y., Su F., Zhu L. The Extent of Axillary Surgery is Associated with Breast Cancer-specific Survival in T1–2 Breast Cancer Patients with 1 or 2 Positive Lymph Nodes: a SEER-population Study // *Medicine.* 1995. No. 14. P. e3254.
35. National Comprehensive Cancer Network: NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology, Breast Cancer. Version. 1.2018.
36. Cheng G., Kurita S., Torigian D.A., Alavi A. Current Status of Sentinel Lymph-node Biopsy in Patients with Breast Cancer // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2011. No. 38. P. 562–575.
37. Magnoni F., Corso G., Gilardi L., Pagan E., Massari G., Girardi A., Ghidini F., Bagnardi V., Galimberti V., Grana C.M., Veronesi P. Does Failed Mapping Predict Sentinel Lymph Node Metastasis in cN0 Breast Cancer? // *Future Oncol.* 2022. V.18, No. 2. P. 193–204. doi: 10.2217/fon-2021-0470.
38. Giammarile F., Alazraki N., Aarsvold J.N., Audisio R.A., Glass E., Grant S.F., Kunikowska J., Leidenius M., Moncayo V.M., Uren R.F., Oyen W.J., Valdés Olmos R.A., Vidal Sicart S. The EANM and SNMMI Practice Guideline for Lymphoscintigraphy and Sentinel Node Localization in Breast Cancer // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2013. V.40, No. 12. P. 1932–1947. doi: 10.1007/s00259-013-2544-2.

REFERENCES

1. Cabañas R.M. An Approach for the Treatment of Penile Cancer. *Cancer.* 1977;39:456–466.
2. Morton D. Technical Details of Intraoperative Lymphatic Mapping for Early Stage Melanoma. *Arch Surg.* 1992;127:4:392. DOI: 10.1001/archsurg.1992.01420040034005.
3. Alex J.C., Krag D.N. The Gamma-Probe-Guided Resection of Radiolabeled Primary Lymph Nodes. *Surg. Oncol. Clin. N Am.* 1996;5:1:33–41.
4. Boada A., Tejera-Vaquerizo A., Ribero S., Puig S., Moreno-Ramírez D., Quaglino P., Osella-Abate S., Cassoni P., Malvey J., Carrera C., Pigem R., Barreiro-Capurro A., Requena C., Traves V., Manrique-Silva E., Fernández-Orland A., Ferrándiz L., García-Senosian O., Fernández-Figueras M.T., Ferrándiz C., Nagore E. Factors Associated with Sentinel Lymph Node Status and Prognostic Role of Completion Lymph Node Dissection for Thick Melanoma. *Eur. J. Surg. Oncol.* 2020;46:2:263–271. doi: 10.1016/j.ejso.2019.09.189.
5. Lafuente-Sanchis A., Olmo A., Carretero J., Alcacer Fernandez-Coronado J., Estors-Guerrero M., Martínez-Hernández N.J., Cremades A., Zúñiga A., Alcacer J., Farras R., Cuenca M., Galbis-Caravajal J.M. Clinical Significance of Epithelial-mesenchymal Transition-related Markers Expression in the Micrometastatic Sentinel Lymph Node of NSCLC. *Clin. Transl. Oncol.* 2020;22:3:381–391. doi: 10.1007/s12094-019-02138-3.
6. Ni J.S., Janz T.A., Nguyen S.A., Lentsch E.J. Predictors of Occult Lymph Node Metastasis in Cutaneous Head and Neck Melanoma. *World J. Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2019;5:4:200–206. doi: 10.1016/j.wjorl.2019.02.003.
7. Touhami O., Grégoire J., Renaud M.C., Sebastianelli A., Plante M. Performance of Sentinel Lymph Node (SLN) Mapping in High-risk Endometrial Cancer. *Gynecol Oncol.* 2017;147:3:549–553. doi: 10.1016/j.ygyno.2017.09.014.
8. Moo T.A., Sanford R., Dang C., Morrow M. Overview of Breast Cancer Therapy. *PET Clin.* 2018;13:3:339–354. doi: 10.1016/j.cpet.2018.02.006.
9. Plichta J.K. Breast Cancer Prognostic Staging and Internal Mammary Lymph Node Metastases: a Brief Overview. *Chin. Clin. Oncol.* 2019;8:1–11. DOI: 10.21037/cco.2019.01.09.
10. Chernov V.I., Dudnikova E.A., Zelchan R.V., Kravchuk T.L., Danilova A.V., Medvedeva A.A., Sinilkin I.G., Bragina O.D., Goldberg V.E., Goldberg A.V., Frolova I.G. The First Experience of Using ^{99m}Tc-1-Thio-d-Glucose for Single-Photon Emission Computed Tomography Imaging of Lymphomas. *Siberian Journal of Oncology.* 2018;17:4:81–87 (In Russ.).
11. Bragina O., Chernov V., Zelchan R., Medvedeva A., Schulga A., Vorobyeva A., Orlova A., Deyev S., Tolmachev V., Konovalova E., Garbuzov E., Tashireva L., Sorensen J. Phase I trial of ^{99m}Tc-(He)3-G3, a Darpin-based Probe for Imaging of Her2 Expression in Breast Cancer. *Journal of Nuclear Medicine.* 2022;63:4:528–535.
12. Chernov V.I., Medvedeva A.A., Sinilkin I.G., Zelchan R.V., Bragina O.D. Development Radiopharmaceuticals for Nuclear Medicine in Oncology. *Meditsinskaya Vizualizatsiya = Medical Visualization.* 2016;2:63–66 (In Russ.).
13. Zhang Jing-Jie, Zhang Wan-Chun, An Cai-Xia, Li Xiao-Min, Ma Le. Comparative Research on ^{99m}Tc-Rituximab and ^{99m}Tc-sulfur Colloid in Sentinel Lymph Node Imaging of Breast Cancer. *BMC Cancer.* 2019;19:1:956. doi: 10.1186/s12885-019-6197-9.
14. Unkart J.T., Hosseini A., Wallace A.M. Tc-99m Tilmanocept Versus Tc-99m Sulfur Colloid in Breast Cancer Sentinel Lymph Node Identification: Results from a Randomized, Blinded Clinical Trial. *J. Surg. Oncol.* 2017;116:7:819–823.
15. Krivorotko P.V., Kanayev S.V., Semiglazov V.F., Novikov S.N., Krzhivitskiy P.I., Semenov I.I., Turkevich E.A., Busko E.A., Donskikh R.V., Bryantseva Zh.V., Piskunov E.A., Trufanova E.S., Chernaya A.V. Methodological Problems of Sentinel Lymph Node Biopsy in Patients with Breast Cancer. *Problems in Oncology.* 2015;61:3:418–423 (In Russ.).
16. Giammarile F., Alazraki N., Aarsvold J.N., Audisio R.A., Glass E., Grant S.F., Kunikowska J., Leidenius M., Moncayo V.M., Uren R.F., Oyen W.J.G., Olmos R.A.V., Sicart S.V. The EANM and SNMMI Practice Guideline for Lymphoscintigraphy and Sentinel Node Localization in Breast Cancer. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging.* 2013;40:1932–1947.
17. Navalkissoor S., Wagner T., Gnanasegaran G. SPECT/CT in Imaging Sentinel Nodes. *ClinTransl Imaging.* 2015;3:3:203–215. doi: 10.1007/s40336-015-0113-3.
18. Olmos V.R.A., Rietbergen D.D.D., Vidal-Sicart S. SPECT/CT and Sentinel Node Lymphoscintigraphy. *ClinTransl Imaging.* 2014;2:6:491–504. doi: 10.1007/s40336-014-0087-6.
19. Mucientes R.J., Farge B.L., Cardona A.J., Moreno E.A., Delgado-Bolton R., Izarduy P.L., Rodríguez R.C., Lapeña G.L., González M.A., Román S.J.M., Carreras D.J.L. SPECT-CT: a New Tool for Localisation of Sentinel Lymph Nodes in Breast Cancer Patients. *Rev. Esp. Med. Nucl.* 2008;27:3:183–190.
20. Krzhivitskiy P.I., Kanayev S.V., Novikov S.N., Chernaya A.V., Krivorotko P.V., Semiglazov V.F., Semenov I.I., Ponomareva O.I., Ilin N.D., Zhukova L.A. Use of SPECT-CT for Visualization of Sentinel Lymph Nodes in Breast Cancer Patients. *Problems in Oncology.* 2015;61:4:624–626 (In Russ.).
21. Krzhivitskiy P.I., Kanayev S.V., Novikov S.N., Novikov R.V., Semenov I.I., Ponomareva O.I., Ilin N.D., Petrova A.S. The Use of SPECT-CT for Visualization of Sentinel Lymph Nodes and Lymph Drainage Pathways in Prostate Cancer Patients. *Problems in Oncology.* 2016;62:2:272–276 (In Russ.).
22. Kanayev S.V., Novikov S.N., Krzhivitskiy P.I., Radzhabova Z.A., Kotov M.A., Ponomareva O.I., Girshovich M.M., Artemyev S.S., Artemyeva A.S., Melnik Yu.S. SPECT-CT for Visualization of Sentinel Lymph Nodes and Lymph Flow from Tongue Cancer. *Problems in Oncology.* 2019;65:2:250–255 (In Russ.).
23. Jimenez-Heffernan A., Ellmann A., Sado H., Huić D., Bal C., Parameswaran R., Giammarile F., Pruzzo R., Kostadinova I., Vorster M., Almeida P., Santiago J., Gambhir S., Sergieva S., Calderon A., Young G.O., Valdes-Olmos R., Zaknun J., Magboo V.P., Pascual T.N. Results of a Prospective Multicenter International Atomic Energy Agency Sentinel Node Trial on the Value of SPECT/CT Over Planar Imaging in Various Malignancies. *J. Nucl. Med.* 2015;56:9:1338–1344. doi: 10.2967/jnumed.114.153643.
24. Pouw B., Hellingman D., Kieft M., Vogel W.V., van Os K.J., Rutgers E.J., Valdés Olmos R.A., Stokkel M.P. The Hidden Sentinel Node in Breast Cancer: Reevaluating the Role of SPECT/CT and Tracer Re-injection. *Eur. J. Surg. Oncol.* 2016;42:4:497–503. doi: 10.1016/j.ejso.2015.12.009.
25. Varlamova N.V., Skuridin V.S., Nesterov E.A., Larionova L.A., Chernov V.I. The Study of Cumulative Properties of Radiopharmaceutical Nanocolloid, ^{99m}Tc-Al₂O₃ in Rats. *Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: Biology, Clinical Medicine.* 2015;13:2:40–44 (In Russ.).
26. Varlamova N.V., Stasyuk E.S., Titskaya A.A., Sinilkin I.G., Larionova L.A., SHERSTOBOYEV E.Yu., Trofimova E.S., Ligacheva A.A., Skuridin

- V.S. The Study of the Allergenic Properties of the Radiopharmaceutical "Nanocolloid, $^{99m}\text{Tc-AL2O}_3$ " in the Experiment. *Modern Technologies in Medicine*. 2015;4:72–77 (In Russ.).
27. Skuridin V.S., Chernov V.I., Varlamova N.V., Nesterov E.A., Sinilkina I.G., Zelchan R.V. Study of Functional Fitness Radiopharmaceuticals "Nanocolloids, $^{99m}\text{Tc-AL2O}_3$ " for Scintigraphic and Intraoperative Identification of "Sentinel" Lymph Nodes. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2015;3:76–80 (In Russ.).
 28. Zelchan R.V., Medvedeva A.A., Sinilkina I.G., Bragina O.D., Chernov V.I., Stasyuk E.S., Ilina E.A., Skuridin V.S. Study of the Functional Suitability of the Tumorotropic Radiopharmaceutical $^{99m}\text{Tc-1-Thio-6-Glucose}$ in the Experiment. *Molecular Medicine*. 2018;16:3:54–57 (In Russ.).
 29. Sinilkina I.G., Chernov V.I., Kolomiyets L.A., Slonimskaya E.M., Medvedeva A.A., Zelchan R.V., Chernyshova A.L., Doroshenko A.V., Lyapunov A.Yu. The First Clinical Experiment with a New Domestic Radiopharmaceutical $^{99m}\text{Tc-Aluminum Gamma-Oxide}$ for Imaging Sentinel Lymph Nodes in Malignant Tumors. *Medical visualization*. 2016;2:57–62 (In Russ.).
 30. McMasters K.M., Reintgen D.S., Ross M.I., Wong S.L., Gershenwald J.E., Krag D.N., Noyes R.D., Viar V., Cerrito P.B., Edwards M.J. Sentinel Lymph Node Biopsy for Melanoma: How Many Radioactive Nodes should be Removed? *Ann. Surg. Oncol.* 2001;8:3:192–197.
 31. Boughey J.C., Suman V.J., Mittendorf E.A., Ahrendt G.M., Wilke L.G., Taback B., Leitch A.M., Kuerer H.M., Bowling M., Flippo-Morton T.S., Byrd D.R., Ollila D.W., Julian T.B., McLaughlin S.A., McCall L., Symmans W.F., Le-Petross H.T., Haffty B.G., Buchholz T.A., Nelson H., Hunt K.K., Alliance for Clinical Trials in Oncology. Sentinel Lymph Node Surgery after Neoadjuvant Chemotherapy in Patients with Node-positive Breast Cancer: the ACOSOG Z1071 (Alliance) Clinical Trial. *JAMA*. 2013;310:14:1455–1461. doi: 10.1001/jama.2013.278932.
 32. Kuehn T., Bauerfeind I., Fehm T., Fleige B., Hausschild M., Helms G., Lebeau A., Liedtke C., von Minckwitz G., Neekljudova V., Schmatloch S., Schrenk P., Staebler A., Untch M. Sentinel-Lymph-Node Biopsy in Patients with Breast Cancer before and after Neoadjuvant Chemotherapy (SENTINA): a Prospective, Multicentre Cohort Study. *Lancet Oncol.* 2013;14:7:609–618. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70166-9.
 33. Krag D., Anderson S., Julian T., et al. Technical Outcomes of Sentinel-Lymph-Node Resection and Conventional Axillary-Lymphnode Dissection in Patients with Clinically Node-negative Breast Cancer: Results from the NSABP B-32 Randomised Phase III Trial. *Lancet Oncol.* 2007;8:10:881–888.
 34. Li S., Liu F., Chen K., Rao N., Xie Y., Su F., Zhu L. The Extent of Axillary Surgery is Associated with Breast Cancer-specific Survival in T1–2 Breast Cancer Patients with 1 or 2 Positive Lymph Nodes: a SEER-population Study. *Medicine*. 1995;14:e3254.
 35. National Comprehensive Cancer Network: NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology, Breast Cancer. Version. 1.2018.
 36. Cheng G., Kurita S., Torigian D.A., Alavi A. Current Status of Sentinel Lymph-node Biopsy in Patients with Breast Cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2011;38:562–575.
 37. Magnoni F., Corso G., Gilardi L., Pagan E., Massari G., Girardi A., Ghidinelli F., Bagnardi V., Galimberti V., Grana C.M., Veronesi P. Does Failed Mapping Predict Sentinel Lymph Node Metastasis in cN0 Breast Cancer? *Future Oncol.* 2022;18:2:193–204. doi: 10.2217/fon-2021-0470.
 38. Giammarile F., Alazraki N., Aarsvold J.N., Audisio R.A., Glass E., Grant S.F., Kunikowska J., Leidenius M., Moncayo V.M., Uren R.F., Oyen W.J., Valdés Olmos R.A., Vidal Sicart S. The EANM and SNMMI Practice Guideline for Lymphoscintigraphy and Sentinel Node Localization in Breast Cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2013;40:12:1932–1947. doi: 10.1007/s00259-013-2544-2.

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

Участие авторов. Медведева А.А.: сбор и анализ литературного материала, разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных, написание текста; Чернов В.И.: разработка концепции и дизайна, научное редактирование текста, окончательное утверждение для публикации рукописи; Рыбина А.Н., Зельчан Р.В., Брагина О.Д.: разработка концепции исследования, разработка дизайна исследования, анализ данных, редактирование текста; Дорошенко А.В., Гарбуков Е.Ю., Тарабановская Н.И., Тширева Л.А.: сбор материала, анализ данных, статистическая обработка данных, редактирование текста.

Поступила: 20.04.2023. Принята к публикации: 27.05.2023.

Первый российский гамма-детектор!

Rad Pointer

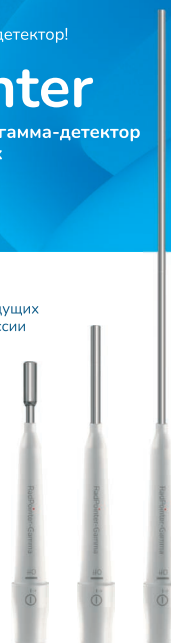
Высокочувствительный гамма-детектор для интраоперационных исследований

Методика БСЛУ радиоизотопным методом

Преимущества

- Успешное использование в ведущих медицинских учреждениях России
- Точность и быстрота поиска сигнальных лимфоузлов при БСЛУ
- Легкость и удобство в использовании
- Универсальность для всех нозологий
- Лапаротомный и лапароскопический доступ
- Возможность проводить стерилизацию детектора

РУ №РЭН 2021/14435 от 27.05.2021 г.



Сентискан, ^{99m}Tc

Набор для приготовления радиофармацевтического препарата, меченного технецием-99m

Преимущества

- Высокая частота визуализации сигнальных лимфатических узлов
- Возможность визуализации полирегионального характера лимфооттока от опухоли
- Применение при широком спектре злокачественных новообразований
- Разработан и производится в России. Гарантия бесперебойных поставок

РУ №РЭН 2022/18648 от 25.10.2022 г.

СДЕЛАНО В РОССИИ

Закажите Детектор RadPointer и Набор для приготовления РФП, меченного технецием-99m «Сентискан, ^{99m}Tc » для бесплатной апробации!

Мы оперативно доставим продукцию и организуем обучение

8 800 600 33 90 MPHU.RU

Medikor Pharma Ural



Реклама

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

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Medvedeva A.A.: collection and analysis of literary material, concept and design development, data analysis and interpretation, text writing; Chernov V.I.: concept and design development, scientific text editing, final approval for manuscript publication; Rybina A.N., Zelchan R.V., Bragina O.D.: research concept development, development research design, data analysis, text editing; Doroshenko A.V., Garbukov E.Yu., Tarabanovskaya N.I., Tshireva L.A.: material collection, data analysis, statistical data processing, text editing.

Article received: 20.04.2023. Accepted for publication: 27.05.2023.