

ХИРУРГИЯ/SURGERY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.160.65>РОЛЬ МАЛОТРАВМАТИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИРУРГИИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ:
ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ БИОПСИЯ СТОРОЖЕВОГО ЛИМФОУЗЛА И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

Обзор

Нартокова А.С.^{1,*}, Овчаренко С.В.², Багамаева М.М.³, Авакян М.С.⁴, Купреева Д.И.⁵, Велибекова М.Н.⁶,
Иванова Е.В.⁷, Кашникова М.В.⁸, Заерок Н.С.⁹, Жужуев М.Т.¹⁰, Шатова Д.А.¹¹, Миронова М.Д.¹²¹ORCID : 0000-0001-9426-4434;¹Ставропольский краевой клинический онкологический диспансер, Ставрополь, Российская Федерация
^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (aminatjolova[at]gmail.com)

Аннотация

Современные тенденции в хирургии рака молочной железы (РМЖ) ориентированы на повышение качества жизни пациентов за счёт минимизации хирургической травмы. Одним из перспективных направлений является использование малотравматичных технологий, в частности эндоскопической биопсии сторожевого лимфатического узла (ЭСЛУ). Данный метод позволяет с высокой точностью оценить состояние регионарных лимфатических узлов при ранних стадиях РМЖ, снижая частоту осложнений, связанных с традиционной лимфодиссекцией. В статье рассмотрены принципы проведения ЭСЛУ, её диагностическая ценность, влияние на объём хирургического вмешательства, а также роль в индивидуализации лечебной тактики. Приведены данные современных исследований, международные рекомендации и метаанализы, подтверждающие безопасность и эффективность технологии. Особое внимание уделено вопросам снижения риска развития лимфедемы и улучшения функциональных и эстетических результатов лечения.

Ключевые слова: рак молочной железы, биопсия сигнальных лимфоузлов.THE ROLE OF LOW-TRAUMA TECHNOLOGIES IN BREAST CANCER SURGERY: ENDOSCOPIC SENTINEL
LYMPH NODE BIOPSY AND ITS SIGNIFICANCE

Review article

Nartokova A.S.^{1,*}, Ovcharenko S.V.², Bagamaeva M.M.³, Avakyan M.S.⁴, Kupreeva D.I.⁵, Velibekova M.N.⁶, Ivanova
Y.V.⁷, Kashnikova M.V.⁸, Zaerok N.S.⁹, Zhuzhnev M.T.¹⁰, Shatova D.A.¹¹, Mironova M.D.¹²¹ORCID : 0000-0001-9426-4434;¹Stavropol Regional Clinical Oncological Dispensary, Stavropol, Russian Federation
^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation

* Corresponding author (aminatjolova[at]gmail.com)

Abstract

Modern tendencies in breast cancer surgery are focused on improving patients' life quality by minimising surgical trauma. One promising area is the use of low-trauma technologies, in particular endoscopic sentinel lymph node biopsy (ESLNB). This method allows for a highly accurate assessment of the condition of regional lymph nodes in the early stages of BC, reducing the frequency of complications associated with traditional lymph node dissection. The article reviews the principles of ESLN biopsy, its diagnostic value, its impact on the extent of surgical intervention, and its role in individualising treatment tactics. It presents data from recent studies, international recommendations, and meta-analyses confirming the safety and effectiveness of the technology. Particular attention is paid to reducing the risk of lymphedema and improving the functional and aesthetic outcomes of treatment.

Keywords: breast cancer, sentinel lymph node biopsy.

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) занимает лидирующие позиции в структуре онкологической заболеваемости и смертности среди женщин во всём мире. По данным ВОЗ, в 2023 году в мире зарегистрировано более 2,3 миллионов новых случаев заболевания. Современные подходы к лечению предполагают не только онкологическую радикальность, но и снижение функциональных, косметических и психологических потерь у пациенток. В этом контексте малотравматичные технологии занимают особое место. Эффективность лечения напрямую зависит не только от радикальности первичного хирургического вмешательства, но и от минимизации осложнений, влияющих на качество жизни пациентов. В этой связи особое значение приобретают малотравматичные технологии, направленные на щадящее воздействие на ткани и снижение частоты послеоперационных нарушений [1].

Одним из ключевых этапов хирургического лечения РМЖ является оценка состояния регионарного лимфатического аппарата. Традиционная аксиллярная лимфодиссекция, несмотря на свою высокую информативность, сопряжена с риском развития лимфедемы, ограничением подвижности верхней конечности и хроническими болевыми синдромами. Эндоскопическая биопсия сторожевого лимфатического узла (ЭСЛУ) представляет собой современную малоинвазивную альтернативу, обеспечивая высокую точность стадирования опухолевого процесса при минимальной травматизации тканей [2].

Разработка и внедрение БСЛУ открывают новые перспективы в индивидуализации хирургической тактики, способствуя оптимизации онкологического результата при одновременном снижении риска функциональных осложнений. Настоящая статья посвящена анализу роли эндоскопической биопсии сторожевого лимфоузла в структуре малотравматичных технологий хирургии РМЖ, её значению для прогноза заболевания и улучшения качества жизни пациенток [3].

История развития биопсии сторожевых лимфатических узлов

Концепция биопсии сторожевого лимфатического узла (БСЛУ) была впервые предложена в начале 1990-х годов Д. Мортонем и А. Кокраном в контексте лечения меланомы [4]. Вскоре после этого метод был адаптирован для пациентов с РМЖ, что стало значительным прорывом в онкологической хирургии. БСЛУ позволила отказаться от рутинной аксиллярной лимфодиссекции у пациентов с клинически негативными подмышечными лимфоузлами, снизив риск осложнений, таких как лимфедема, ограничение подвижности плечевого сустава и хронический болевой синдром [5].

Традиционно БСЛУ выполнялась с использованием радионуклидных изотопов и синего красителя (например, Tc99 и метиленовый синий), что обеспечивало высокую точность в определении состояния регионарных лимфатических узлов [6]. Однако необходимость использования радиоактивных веществ и наличие специфических требований к оборудованию ограничивали широкое распространение метода, особенно в развивающихся странах [7].

Современные тенденции в эндоскопической биопсии сторожевых лимфатических узлов

С развитием технологий и стремлением к минимально инвазивным вмешательствам, эндоскопическая БСЛУ стала перспективной альтернативой традиционным методам. Одним из значительных достижений является использование флуоресцентных красителей, таких как индоцианин зеленый (ICG), в сочетании с углеродными наночастицами, магнитные маркеры (суперпарамагнитные оксиды железа — SPIO), КТ-лимфография и контрастно-усиленный ультразвук (CEUS) [8]. Эти подходы направлены на повышение точности и безопасности процедуры, а также на снижение зависимости от радиоактивных веществ [9]. Исследование, опубликованное в журнале *Surgical Endoscopy*, продемонстрировало, что однопортовая эндоскопическая БСЛУ с применением ICG и углеродных наночастиц обеспечивает 100% выявление сторожевых лимфатических узлов, сопоставимое с традиционными методами, при этом улучшая косметические результаты за счет единственного разреза в подмышечной области [10].

Еще одной инновацией является использование трехмерной визуализации на основе данных КТ-лимфографии. Это позволяет точно локализовать сторожевые лимфатические узлы до операции и проводить виртуальное моделирование вмешательства. В исследовании, опубликованном в *European Journal of Medical Research*, применение данной технологии в сочетании с метиленовым синим обеспечило 100% выявление сторожевых лимфатических узлов и низкий уровень ложных отрицательных результатов [11].

Клинические преимущества и ограничения эндоскопической биопсии сторожевых лимфатических узлов

Преимущества эндоскопической БСЛУ

1. Минимальная инвазивность и улучшенные косметические результаты

Эндоскопическая техника, особенно при использовании однопортового доступа, позволяет проводить биопсию через небольшой разрез в подмышечной области, что снижает хирургическую травму и улучшает эстетические результаты. Исследования показывают, что такие подходы обеспечивают высокую точность выявления сторожевых лимфатических узлов при минимальной инвазии.

2. Высокая точность и низкий уровень ложноотрицательных результатов

ЭСЛУ демонстрирует высокую точность в определении состояния лимфатических узлов. В одном из исследований точность метода составила 94,7%, а общий уровень ложноотрицательных результатов — 5,3%. При удалении более четырех лимфатических узлов уровень ложноотрицательных результатов снижался до 0% [12].

3. Снижение риска послеоперационных осложнений

По сравнению с традиционной аксиллярной лимфодиссекцией, эндоскопическая БСЛУ ассоциируется с меньшим риском развития лимфедемы, болевого синдрома и ограничений подвижности верхней конечности. Это способствует более быстрому восстановлению пациентов и улучшению качества жизни после операции [13].

4. Возможность интеграции с современными визуализационными технологиями

ЭСЛУ может быть эффективно сочетана с современными методами визуализации, такими как флуоресцентная навигация с использованием индоцианина зеленого (ICG) и трехмерная визуализация на основе данных КТ-лимфографии. Это повышает точность локализации сторожевых лимфатических узлов и способствует более точному стадированию заболевания.

Ограничения эндоскопической БСЛУ

1. Техническая сложность и необходимость специального обучения

Выполнение ЭСЛУ требует высокой квалификации хирурга и наличия специализированного оборудования. Отсутствие достаточного опыта может привести к увеличению времени операции и риску технических ошибок [14].

2. Ограничения в применении у определенных групп пациентов

У пациентов с ожирением или после предшествующих хирургических вмешательств на молочной железе или подмышечной области визуализация и доступ к сторожевым лимфатическим узлам могут быть затруднены, что снижает эффективность ЭСЛУ.

3. Потенциальные ложноотрицательные результаты

Несмотря на высокую общую точность, существует риск ложноотрицательных результатов, особенно при недостаточном количестве удаленных лимфатических узлов или при аномальных путях лимфатического дренажа.

4. Необходимость дальнейших исследований и стандартизации

Для широкого внедрения ЭСЛУ в клиническую практику необходимы дополнительные исследования, направленные на стандартизацию методики, определение четких показаний и противопоказаний, а также оценку долгосрочных онкологических результатов.

Место в клинических рекомендациях

В соответствии с Клиническими рекомендациями Минздрава России по диагностике и лечению рака молочной железы (2021), биопсия БСЛУ является обязательным компонентом стадирования регионарных лимфатических узлов у пациенток с I–II стадией инвазивного рака молочной железы и клинически отрицательными подмышечными лимфоузлами. Рекомендованными методами визуализации являются радионуклидная навигация (технеций-99m) в сочетании с красителями (метиленовый синий, патентованный синий), при этом подчёркивается необходимость удаления не менее двух сторожевых лимфатических узлов для минимизации риска ложноотрицательных результатов. Использование альтернативных методик, включая флуоресцентную навигацию (индоцианин зелёный) и магнитную навигацию (SPIO), упоминается в качестве возможных направлений развития технологии БСЛУ [15].

БСЛУ на сегодняшний день признана международным стандартом стадирования подмышечных лимфатических узлов при ранних стадиях РМЖ. Согласно Клиническим рекомендациям Американского общества клинической онкологии (ASCO), обновлённым в 2014 году, БСЛУ рекомендуется пациенткам с I–II стадией инвазивного РМЖ и клинически отрицательными лимфоузлами (cN0), поскольку она позволяет избежать рутинной аксиллярной лимфодиссекции, существенно снижая риск осложнений (лимфедемы, парестезий, ограничения подвижности и хронической боли) при сопоставимой диагностической точности стадирования [3].

В национальных руководствах NCCN (National Comprehensive Cancer Network), версия 2.2023, указано, что при отсутствии клинических признаков поражения подмышечных лимфоузлов возможно выполнение только БСЛУ с последующим отказом от полной лимфодиссекции у пациенток с микрометастазами или единичными метастазами (особенно после неoadъювантной терапии). В руководствах подчёркивается необходимость удаления как минимум двух лимфатических узлов для повышения достоверности метода [16].

Также в рекомендациях Европейского общества медицинской онкологии (ESMO), опубликованных в 2022 году, подчёркивается, что БСЛУ должна применяться в качестве стандартной процедуры у всех пациенток с ранним РМЖ без клинически подтверждённого поражения лимфатических узлов. При этом допускается отказ от лимфодиссекции при наличии не более двух позитивных сторожевых узлов у пациенток, перенёсших органосохраняющую операцию с последующей лучевой терапией [17].

Что касается ЭСЛУ, в существующих клинических рекомендациях ASCO, NCCN и ESMO она пока не фигурирует как отдельный обязательный или рекомендованный протокол. Однако, в последние годы этот подход получил активное развитие в центрах, обладающих соответствующим техническим оснащением (флуоресцентная визуализация, SPIO, CEUS, ICG-камеры) и подготовленными хирургами. ЭСЛУ рассматривается как инновационная альтернатива традиционному методу, особенно в тех случаях, когда важны косметические и функциональные исходы. Особо актуально применение ЭСЛУ при лечении молодых пациенток, пациенток с низким риском метастазирования в регионарные лимфатические узлы, пациенток после пластических операций.

Согласно публикациям в *Surgical Endoscopy*, *Annals of Surgical Oncology* и *EJSO*, в ряде европейских и азиатских центров ЭСЛУ уже внедрена в рутинную практику как часть минимально инвазивного подхода к лечению РМЖ. Ведутся клинические исследования по стандартизации методики, оценке её точности, онкологической безопасности и применимости у различных категорий пациенток [18], [19].

Таким образом, несмотря на то, что ЭСЛУ в настоящее время не представлена в действующих международных клинических рекомендациях в качестве отдельного стандартизированного протокола, её клиническая эффективность подтверждается рядом перспективных исследований и данными из специализированных центров. Это позволяет рассматривать ЭСЛУ как потенциальную альтернативу традиционным методам, обладающую высоким прикладным значением. По мере накопления убедительной доказательной базы, данная технология может быть интегрирована в последующие редакции клинических руководств.

Заключение

Эндоскопическая БСЛУ в хирургическом лечении рака молочной железы демонстрирует значительный прогресс в области минимально инвазивной онкологической хирургии. Развитие технологий визуализации, совершенствование методов навигации и внедрение малотравматичных техник обеспечили высокую точность стадирования опухолевого процесса при одновременном снижении частоты осложнений и улучшении качества жизни пациентов.

Анализ клинических данных показывает, что эндоскопическая БСЛУ обеспечивает сопоставимые, а в ряде случаев превосходящие результаты по сравнению с традиционными методами биопсии, особенно в части уменьшения риска лимфедемы, болевого синдрома и ограничений функции верхней конечности. Применение флуоресцентной навигации с индоцианином зелёным, интеграция с 3D-визуализацией на основе КТ-лимфографии значительно увеличивают точность локализации сторожевых узлов и улучшают онкологические исходы.

Тем не менее методика имеет определённые ограничения. Она требует высокой квалификации хирурга, наличия специализированного оборудования и подготовки операционной команды. Ограничениями к применению также являются анатомические особенности пациента, наличие ожирения, ранее перенесённые операции или лучевая терапия в подмышечной области, что может затруднять проведение вмешательства и повышать вероятность технических ошибок.

Несмотря на выявленные ограничения, эндоскопическая БСЛУ заслуживает широкого внедрения в клиническую практику в рамках специализированных центров, обладающих необходимыми ресурсами и опытом. Будущие исследования должны быть направлены на стандартизацию хирургических протоколов, оптимизацию критериев

отбора пациентов, оценку долгосрочных онкологических результатов, а также на экономическую целесообразность внедрения данной технологии в рутинную практику.

Таким образом, эндоскопическая БСЛУ открывает новые возможности для безопасного, эффективного и малотравматичного стадирования подмышечных лимфатических узлов у пациенток с раком молочной железы. Введение данной методики в комплексное лечение может значительно улучшить функциональные и косметические результаты хирургического вмешательства, способствуя повышению качества жизни пациентов без ущерба для онкологической эффективности лечения.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Ruano Pérez R. Review of the role of the sentinel node biopsy in neoadjuvant chemotherapy in women with breast cancer / R. Ruano Pérez, A.C. Rebollo Aguirre, P. García-Talavera San Miguel [et al.] // *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular* [Spanish Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging]. — 2018. — Vol. 37. — № 1. — P. 63–70. — DOI: 10.1016/j.remnm.2017.06.007.
2. Veronesi U. Sentinel-node biopsy to avoid axillary dissection in breast cancer with clinically negative lymph nodes / U. Veronesi, G. Paganelli, V. Galimberti [et al.] // *The Lancet*. — 1997. — Vol. 349. — № 9069. — P. 1864–1867. — DOI: 10.1016/S0140-6736(97)01004-0.
3. Lyman G.H. Sentinel lymph node biopsy for patients with early-stage breast cancer: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update / G.H. Lyman, S. Temin, S.B. Edge [et al.] // *Journal of Clinical Oncology*. — 2014. — Vol. 32. — № 13. — P. 1365–1383. — DOI: 10.1200/JCO.2013.54.1177.
4. Morton D.L. Overview and update of the phase III Multicenter Selective Lymphadenectomy Trials in melanoma / D.L. Morton // *Clinical and Experimental Metastasis*. — 2012. — Vol. 29. — № 7. — P. 699–706. — DOI: 10.1007/s10585-012-9503-3.
5. Nieweg O.E. The history of sentinel lymph node biopsy / O.E. Nieweg, R.F. Uren, J.F. Thompson // *Cancer Journal*. — 2015. — Vol. 21. — № 1. — P. 3–6. — DOI: 10.1097/PPO.0000000000000091.
6. Hirche C. ICG fluorescence-guided sentinel node biopsy for axillary nodal staging in breast cancer / C. Hirche, D. Murawa, Z. Mohr [et al.] // *Breast Cancer Research and Treatment*. — 2010. — Vol. 121. — № 2. — P. 373–378. — DOI: 10.1007/s10549-010-0760-z.
7. Bekker J. The historical perspective of the sentinel lymph node concept / J. Bekker, S. Meijer // *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* [Dutch Journal of Medicine]. — 2008. — Vol. 152. — № 1. — P. 38–45.
8. Yadav S.K. Diagnostic performance of fluorescein-guided sentinel lymph node biopsy in early breast cancer: a systematic review and meta-analysis / S.K. Yadav, S. Bharath, D. Sharma [et al.] // *Breast Cancer Research and Treatment*. — 2024. — Vol. 206. — № 1. — P. 19–30. — DOI: 10.1007/s10549-024-07310-0.
9. Han H.J. Clinical outcomes after sentinel lymph node biopsy in clinically node-negative breast cancer patients / H.J. Han, J.R. Kim, H.R. Nam [et al.] // *Radiation Oncology Journal*. — 2014. — Vol. 32. — № 3. — P. 132–137. — DOI: 10.3857/roj.2014.32.3.132.
10. Ferrucci M. New techniques for sentinel node biopsy in breast cancer / M. Ferrucci, G. Franceschini, M. Douek // *Translational Cancer Research*. — 2018. — Vol. 7. — Suppl. 3. — P. S405–S417. — DOI: 10.21037/tcr.2018.02.07.
11. Wang B. Three-dimensional visual technique based on CT lymphography data combined with methylene blue in endoscopic sentinel lymph node biopsy for breast cancer / B. Wang, C. Ou, J. Yu [et al.] // *European Journal of Medical Research*. — 2022. — Vol. 27. — № 1. — P. 274. — DOI: 10.1186/s40001-022-00909-3.
12. Breast cancer // World Health Organization. — 2025. — URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer> (accessed: 11.06.2025).
13. Giuliano A.E. Axillary dissection vs no axillary dissection in women with invasive breast cancer and sentinel node metastasis: a randomized clinical trial / A.E. Giuliano, K.K. Hunt, K.V. Ballman [et al.] // *Journal of the American Medical Association*. — 2011. — Vol. 305. — № 6. — P. 569–575. — DOI: 10.1001/jama.2011.90.
14. Nogi H. Long-term follow-up of node-negative breast cancer patients evaluated via sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy / H. Nogi, K. Uchida, R. Mimoto [et al.] // *Clinical Breast Cancer*. — 2017. — Vol. 17. — № 8. — P. 644–649. — DOI: 10.1016/j.clbc.2017.05.002.
15. Рак молочной железы : клинические рекомендации. — Москва : Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. — 175 с. — URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/182_1 (дата обращения: 11.06.2025).
16. Gradishar W.J. Breast Cancer, Version 3.2022, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology / W.J. Gradishar, M.S. Moran, J. Abraham [et al.] // *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. — 2022. — Vol. 20. — № 6. — P. 691–722. — DOI: 10.6004/jnccn.2022.0030.
17. Cardoso F. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up / F. Cardoso, S. Kyriakides, S. Ohno [et al.] // *Annals of Oncology*. — 2019. — Vol. 30. — № 8. — P. 1194–1220. — DOI: 10.1093/annonc/mdz173.

18. Ahmed M. Novel techniques for sentinel lymph node biopsy in breast cancer: a systematic review / M. Ahmed, A.D. Purushotham, M. Douek // *The Lancet Oncology*. — 2014. — Vol. 15. — № 8. — P. e351–e362. — DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70590-4.
19. Murawa D. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer guided by indocyanine green fluorescence / D. Murawa, C. Hirche, S. Dresel [et al.] // *British Journal of Surgery*. — 2009. — Vol. 96. — № 11. — P. 1289–1294. — DOI: 10.1002/bjs.6721.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ruano Pérez R. Review of the role of the sentinel node biopsy in neoadjuvant chemotherapy in women with breast cancer / R. Ruano Pérez, A.C. Rebollo Aguirre, P. García-Talavera San Miguel [et al.] // *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular* [Spanish Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging]. — 2018. — Vol. 37. — № 1. — P. 63–70. — DOI: 10.1016/j.remni.2017.06.007.
2. Veronesi U. Sentinel-node biopsy to avoid axillary dissection in breast cancer with clinically negative lymph nodes / U. Veronesi, G. Paganelli, V. Galimberti [et al.] // *The Lancet*. — 1997. — Vol. 349. — № 9069. — P. 1864–1867. — DOI: 10.1016/S0140-6736(97)01004-0.
3. Lyman G.H. Sentinel lymph node biopsy for patients with early-stage breast cancer: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update / G.H. Lyman, S. Temin, S.B. Edge [et al.] // *Journal of Clinical Oncology*. — 2014. — Vol. 32. — № 13. — P. 1365–1383. — DOI: 10.1200/JCO.2013.54.1177.
4. Morton D.L. Overview and update of the phase III Multicenter Selective Lymphadenectomy Trials in melanoma / D.L. Morton // *Clinical and Experimental Metastasis*. — 2012. — Vol. 29. — № 7. — P. 699–706. — DOI: 10.1007/s10585-012-9503-3.
5. Nieweg O.E. The history of sentinel lymph node biopsy / O.E. Nieweg, R.F. Uren, J.F. Thompson // *Cancer Journal*. — 2015. — Vol. 21. — № 1. — P. 3–6. — DOI: 10.1097/PPO.0000000000000091.
6. Hirche C. ICG fluorescence-guided sentinel node biopsy for axillary nodal staging in breast cancer / C. Hirche, D. Murawa, Z. Mohr [et al.] // *Breast Cancer Research and Treatment*. — 2010. — Vol. 121. — № 2. — P. 373–378. — DOI: 10.1007/s10549-010-0760-z.
7. Bekker J. The historical perspective of the sentinel lymph node concept / J. Bekker, S. Meijer // *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* [Dutch Journal of Medicine]. — 2008. — Vol. 152. — № 1. — P. 38–45.
8. Yadav S.K. Diagnostic performance of fluorescein-guided sentinel lymph node biopsy in early breast cancer: a systematic review and meta-analysis / S.K. Yadav, S. Bharath, D. Sharma [et al.] // *Breast Cancer Research and Treatment*. — 2024. — Vol. 206. — № 1. — P. 19–30. — DOI: 10.1007/s10549-024-07310-0.
9. Han H.J. Clinical outcomes after sentinel lymph node biopsy in clinically node-negative breast cancer patients / H.J. Han, J.R. Kim, H.R. Nam [et al.] // *Radiation Oncology Journal*. — 2014. — Vol. 32. — № 3. — P. 132–137. — DOI: 10.3857/roj.2014.32.3.132.
10. Ferrucci M. New techniques for sentinel node biopsy in breast cancer / M. Ferrucci, G. Franceschini, M. Douek // *Translational Cancer Research*. — 2018. — Vol. 7. — Suppl. 3. — P. S405–S417. — DOI: 10.21037/tcr.2018.02.07.
11. Wang B. Three-dimensional visual technique based on CT lymphography data combined with methylene blue in endoscopic sentinel lymph node biopsy for breast cancer / B. Wang, C. Ou, J. Yu [et al.] // *European Journal of Medical Research*. — 2022. — Vol. 27. — № 1. — P. 274. — DOI: 10.1186/s40001-022-00909-3.
12. Breast cancer // World Health Organization. — 2025. — URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer> (accessed: 11.06.2025).
13. Giuliano A.E. Axillary dissection vs no axillary dissection in women with invasive breast cancer and sentinel node metastasis: a randomized clinical trial / A.E. Giuliano, K.K. Hunt, K.V. Ballman [et al.] // *Journal of the American Medical Association*. — 2011. — Vol. 305. — № 6. — P. 569–575. — DOI: 10.1001/jama.2011.90.
14. Nogi H. Long-term follow-up of node-negative breast cancer patients evaluated via sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy / H. Nogi, K. Uchida, R. Mimoto [et al.] // *Clinical Breast Cancer*. — 2017. — Vol. 17. — № 8. — P. 644–649. — DOI: 10.1016/j.clbc.2017.05.002.
15. Rak molochnoj zhelezy [Breast cancer] : clinical guidelines. — Moscow : Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. — 175 p. — URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/182_1 (accessed: 11.06.2025). [in Russian]
16. Gradishar W.J. Breast Cancer, Version 3.2022, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology / W.J. Gradishar, M.S. Moran, J. Abraham [et al.] // *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. — 2022. — Vol. 20. — № 6. — P. 691–722. — DOI: 10.6004/jnccn.2022.0030.
17. Cardoso F. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up / F. Cardoso, S. Kyriakides, S. Ohno [et al.] // *Annals of Oncology*. — 2019. — Vol. 30. — № 8. — P. 1194–1220. — DOI: 10.1093/annonc/mdz173.
18. Ahmed M. Novel techniques for sentinel lymph node biopsy in breast cancer: a systematic review / M. Ahmed, A.D. Purushotham, M. Douek // *The Lancet Oncology*. — 2014. — Vol. 15. — № 8. — P. e351–e362. — DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70590-4.
19. Murawa D. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer guided by indocyanine green fluorescence / D. Murawa, C. Hirche, S. Dresel [et al.] // *British Journal of Surgery*. — 2009. — Vol. 96. — № 11. — P. 1289–1294. — DOI: 10.1002/bjs.6721.