



## НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОК С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Л.А. Трусова

Медицинский университет «Реавиз», ул. Чапаевская, д. 227, г. Самара, 443001, Россия

**Резюме.** *Актуальность.* Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее распространённым злокачественным новообразованием среди женщин, требующим хирургического лечения на ранних стадиях. Несмотря на применение органосохраняющих операций, проблема профилактики ранних послеоперационных раневых осложнений остаётся актуальной, так как их развитие приводит к отсрочке адъювантного лечения, удлинению периода восстановления и ухудшению качества жизни пациенток. *Цель исследования:* оптимизация прогноза послеоперационных осложнений у пациенток с раком молочной железы путём разработки нового метода хирургического доступа и способа прогнозирования раневых осложнений на основе оценки локальной термометрии и микроциркуляции. *Материалы и методы.* В одноцентровое сравнительное ретроспективное исследование включено 210 пациенток с РМЖ 0-IB стадий, разделённых на две группы: основную (n = 105), оперированных с применением разработанного Z-образного доступа, и контрольную (n = 105) – оперированных из стандартного линейного доступа. Группы были сопоставимы по возрасту, стадии заболевания, сопутствующей патологии и молекулярно-биологическому типу опухоли. Для оценки микроциркуляции использовался лазерный анализатор «ЛАКК-М», для термометрии – тепловизионный аппаратно-программный комплекс CG320 с программой «ИК МЕД». Болевой синдром оценивался по шкале вербальной оценки (ШВО) и опроснику интенсивности боли. *Результаты.* Применение Z-образного доступа позволило значительно снизить частоту ранних послеоперационных осложнений до 3,8% против 27,6% при классическом доступе (p < 0,05). Частота воспалительного инфильтрата в области послеоперационной раны в основной группе составила 1,9% против 11,4% в контрольной группе (p < 0,05), частота сером – 1,9% против 14,2% соответственно (p < 0,05). ROC-анализ показал, что основным предиктором наступления раневых осложнений был показатель микроциркуляции (AUC = 0,673; 95% ДИ 0,507-0,710; p = 0,03). При микроциркуляции менее 15 перф.ед. чувствительность к развитию воспалительного инфильтрата составила 35,7%, специфичность – 92,9%, а для прогнозирования развития серомы – 71,4% и 60,2% соответственно. *Выводы.* Разработанный Z-образный доступ для органосохраняющих операций при РМЖ и метод прогнозирования ранних послеоперационных осложнений на основе оценки микроциркуляции и локальной термометрии позволяют значительно снизить частоту ранних послеоперационных осложнений и своевременно прогнозировать их развитие, что способствует оптимизации лечения пациенток с РМЖ на ранних стадиях.

**Ключевые слова:** Рак молочной железы [D001943]; Послеоперационные осложнения [D016016]; Прогноз [D011379]; Факторы риска [D005260]; Прогностическая ценность тестов [D015996]; Оценка риска [D000067716]; Мастэктомия [D016208]; Органосохраняющая хирургия молочной железы [D019060]; Местный рецидив новообразования [D015984]; Безрецидивная выживаемость [D018709]; Пациент-специфическое моделирование [D032383]; Машинное обучение [D057285]; Статистические модели [D019295]; Алгоритмы [D020133]; Адъювантная лучевая терапия [D011795]; Адъювантная химиотерапия [D016634].

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Соответствие нормам этики.** Автор подтверждает, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая обязательное получение информированного согласия.

**Для цитирования:** Трусова Л.А. Новый подход к прогнозированию послеоперационных осложнений у пациенток с раком молочной железы. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(1):89-97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.9>



## OPTIMIZATION OF THE PROGNOSIS OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH BREAST CANCER

Ludmila A. Trusova

Medical University "Reaviz", 227, Chapayevskaya st., Samara, 443001, Russia

**Abstract.** *Background.* Breast cancer (BC) is the most prevalent malignant neoplasm among women, requiring surgical treatment in early stages. Despite the implementation of breast-conserving surgeries, the prevention of early postoperative wound complications remains a significant challenge, as their development leads to delays in adjuvant treatment, prolonged recovery periods, and deterioration in patients' quality of life. *Objective:* to optimize the prediction of postoperative complications in breast cancer patients by developing a novel surgical approach and a method for predicting wound complications based on local thermometry and microcirculation assessment. *Materials and Methods.* This single-center comparative retrospective study included 210 patients with stage 0-IB breast cancer, divided into two groups: the study group (n = 105) who underwent surgery using the developed Z-shaped approach, and the control group (n = 105) who underwent surgery with the standard linear approach. The groups were comparable in age, disease stage, comorbidities, and molecular-biological tumor type. Microcirculation was assessed using the "LAKK-M" laser analyzer, while thermometry was performed using the CG320 thermal imaging hardware-software complex with the "IR MED" program. Pain syndrome was evaluated using the Verbal Rating Scale (VRS) and the Pain Intensity Questionnaire. *Results.* The Z-shaped approach significantly reduced the incidence of early postoperative complications to 3.8% compared to 27.6% with the classical approach ( $p < 0.05$ ). The frequency of inflammatory infiltrates in the postoperative wound area in the study group was 1.9% versus 11.4% in the control group ( $p < 0.05$ ), and the frequency of seromas was 1.9% versus 14.2%, respectively ( $p < 0.05$ ). ROC analysis showed that microcirculation was the primary predictor of wound complications (AUC = 0.673; 95% CI 0.507-0.710;  $p = 0.03$ ). At microcirculation values below 15 perfusion units, the sensitivity for inflammatory infiltrate development was 35.7% with a specificity of 92.9%, while for seroma prediction, sensitivity was 71.4% and specificity was 60.2%. *Conclusions.* The developed Z-shaped approach for breast-conserving surgeries and the method for predicting early postoperative complications based on microcirculation assessment and local thermometry significantly reduce the frequency of early postoperative complications and allow for timely prediction of their development, contributing to optimized treatment of early-stage breast cancer patients.

**Keywords:** Breast Neoplasms [D001943]; Postoperative Complications [D016016]; Prognosis [D011379]; Risk Factors [D005260]; Predictive Value of Tests [D015996]; Risk Assessment [D000067716]; Mastectomy [D016208]; Breast-Conserving Surgery [D019060]; Neoplasm Recurrence, Local [D015984]; Disease-Free Survival [D018709]; Patient-Specific Modeling [D032383]; Machine Learning [D057285]; Models, Statistical [D019295]; Algorithms [D020133]; Radiotherapy, Adjuvant [D011795]; Chemotherapy, Adjuvant [D016634].

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Funding.** This research received no external funding.

**Compliance with ethical principles.** The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

**Cite as:** Trusova L.A. Optimization of the prognosis of postoperative complications in patients with breast cancer. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(1):89-97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.9>

### Введение

Рак молочной железы (PMЖ) всё чаще поражает женщин репродуктивного возраста и характеризуется наивысшими показателями заболеваемости и смертности среди всех злокачественных новообразований в женской популяции [1]. При выявлении заболевания на ранних стадиях хирургический метод циторедукции остаётся приоритетным. В настоящее время для лечения ранних стадий PMЖ успешно применяются органосохраняющие вмешательства, обеспечивающие хороший косметический результат при минимальной хирургической травме. Несмотря на это, проблема профилактики ранних послеоперационных раневых осложнений остаётся нерешённой [2]. Развитие послеоперационных осложнений приводит к отсрочке адъювантного лечения, удлинению периода восстановления, увеличению срока пребывания пациента в стационаре и ухудшению психологического и физического состояния. В связи с этим, мониторинг послеоперационного периода и прогнозирование развития осложнений приобретают особую актуальность. Ультразвуковое исследование является одним из объективных методов контроля состояния раны, однако его недостатком является

лишь констатация уже возникших проблем без возможности их прогнозирования [3]. Необходимы достоверные предикторы, позволяющие спрогнозировать осложнения на ранних сроках и своевременно инициировать превентивные меры. Исследователи изучали различные методы наблюдения за процессом заживления ран, включая высокочастотную доплеровскую ультразвуковую термографию, реовазографию, радиотермометрию, электромиографию и лазерную доплеровскую флоуметрию [3-5]. Группа учёных, занимающихся лечением ожоговых ран, установила, что участки кожи, которые на тепловизоре отображались как «холодные», заживали медленнее и хуже по сравнению с другими областями раны [6-8]. Аналогичные термометрические методики успешно применялись у пациентов при лечении вентральных грыж [9]. Кроме того, исследователями было выявлено, что показатели микроциркуляции коррелируют со скоростью и качеством регенерации раны [9-11]. Однако у пациенток с ранними стадиями рака молочной железы при выполнении радикального варианта лечения подобные диагностические методы ранее не применялись. В ходе нашего исследования был разработан и апробиро-

ван способ прогнозирования развития послеоперационных осложнений на основе локальной термометрии и оценки микроциркуляции у пациенток с ранними стадиями рака молочной железы. В исследовании проводилась сравнительная оценка показателей термометрии, микроциркуляции и объективных клинических данных у пациенток, оперированных с использованием стандартного линейного и предложенного нами Z-образного доступа.

**Цель** – оптимизация прогноза послеоперационных осложнений у пациенток с раком молочной железы.

### Материалы и методы

Проведено одноцентровое сравнительное ретроспективное исследование, включавшее 210 пациенток, которые проходили лечение в отделении опухолей молочной железы № 1 с сентября 2020 по февраль 2023 года.

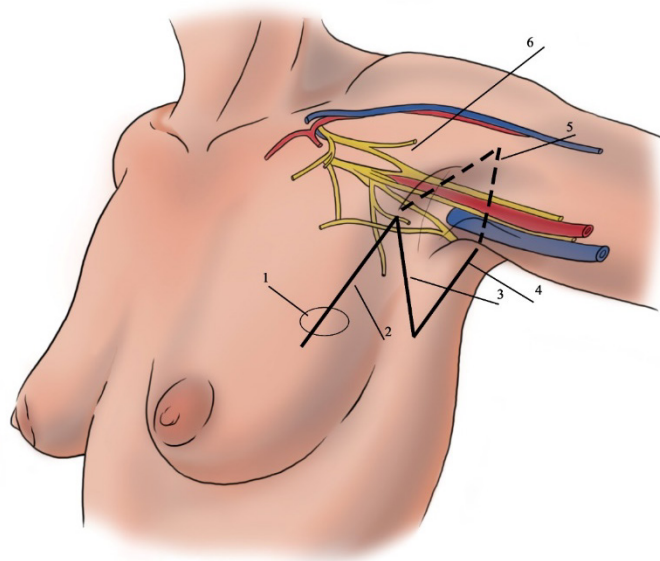
**Критерии включения:** верифицированный диагноз РМЖ 0-IB стадий; возможность выполнения органосохраняющей операции (BRCA1-, BRCA2-отрицательный статус); отсутствие декомпенсации сопутствующих соматических заболеваний; отрицательный результат срочного гистологического исследования биоптата секторальной резекции молочной железы с оценкой краёв резекции в области инфрамаммарной складки (данное исследование подтверждает адекватный объём вмешательства; положительный результат требовал расширения объёма операции, что являлось критерием исключения из исследования); информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

**Критерии исключения:** РМЖ IIA-IV стадий; первично-множественные опухоли; декомпенсация сопутствующих соматических заболеваний; инъекционная наркомания.

**Дизайн исследования.** Пациентки методом простой рандомизации были разделены на две группы:

1. Группа исследования ( $n = 105$ ) – пациентки, которым выполнена радикальная резекция молочной железы с применением разработанного Z-образного доступа (рис. 1).

Техника операции заключалась в следующем: на первом этапе двумя эллипсоидными разрезами рассекалась кожа поражённой молочной железы до фасции большой грудной мышцы с последующим иссечением ткани молочной железы с опухолевым узлом. На втором этапе разрез кожи длиной 6 см продолжался к аксиллярной области по краю большой грудной мышцы (отметка 2 на рис. 1), опускался к задней поверхности подмышечной ямки под углом  $45^\circ$  на протяжении 3 см (отметка 3 на рис. 1), а затем направлялся к краю широчайшей мышцы спины (отметка 4 на рис. 1). Кожа и подкожная клетчатка отсепаровывались и отводились вверх (отметка 5 на рис. 1).



**Рисунок 1.** Способ органосохраняющей операции при раке молочной железы с локализацией опухоли в верхнем наружном квадранте: 1 – опухоль молочной железы, 2 – первая линия разреза, 3 – вторая линия разреза, 4 – третья линия разреза, 5 – отведение кожно-подкожного слоя, 6 – сосудисто-нервный пучок подмышечной ямки

**Figure 1.** Method of organ-preserving surgery for breast cancer with tumor localization in the upper outer quadrant: 1 – breast tumor, 2 – first incision line, 3 – second incision line, 4 – third incision line, 5 – retraction of the skin-subcutaneous layer, 6 – vascular-nerve bundle of the axillary fossa

В ходе операции выполнялась изоляция подмышечной вены, после чего проводилась диссекция жировой ткани тупфером до выявления поверхностных вен, включая латеральную грудную и торакоэпигастральную. Для обеспечения полной визуализации анатомических структур подмышечной впадины устанавливался ретрактор под малую грудную мышцу и осуществлялось растяжение тканей у латерального края разреза. Поверхностные вены перевязывались и пересекались. Межрёберно-плечевые нервы сохранялись для обеспечения чувствительной иннервации медиальной части плеча. Лимфаденэктомия начиналась с удаления лимфатических узлов, расположенных под малой грудной мышцей, при этом особое внимание уделялось сохранению сосудисто-нервного пучка, входящего в большую грудную мышцу с латеральной стороны, для предотвращения атрофии мышцы. Жировая ткань отделялась тупым способом с помощью тупфера. После завершения диссекции жировой клетчатки и железистой ткани выполнялась лимфодиссекция, устанавливалась дренажная трубка, рана ушивалась послойно узловыми швами.

2. Контрольная группа ( $n = 105$ ) – пациентки, получившие лечение согласно клиническим рекомендациям для больных РМЖ 0-IB стадий. Этим пациенткам выполнялась радикальная резекция молочной

железы и биопсия сигнального лимфатического узла из стандартного линейного доступа. Объём хирургического вмешательства был идентичен основной группе.

Распределение пациенток по группам осуществлялось методом простой случайной выборки. Группы были сопоставимы по возрасту, полу, сопутствующим заболеваниям, стадии основного заболевания и молекулярно-биологическому типу опухоли.

Молекулярные подтипы РМЖ определялись в соответствии с классификацией, представленной в клинических рекомендациях «Рак молочной железы» Министерства здравоохранения России 2018 года [12].

Все пациентки перед госпитализацией проходили стандартный амбулаторный комплекс обследований.

Инструментальные методы

Прогнозирование раневых осложнений основывалось на оценке результатов локальной термометрии и микроциркуляции в области послеоперационной раны в раннем послеоперационном периоде.

Исследование микроциркуляции проводилось с использованием лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-М» (рис. 2).

Результаты оценивали в соответствие с валидованными референсными значениями и их клинической характеристикой (табл. 1).

Термометрию в области операционной раны проводили с использованием аппарата-программного комплекса CG320 в сочетании с программой «ИК МЕД» (рис. 3).

Таблица 1. Состояние раны и показатели микроциркуляции в месте операции  
Table 1. Wound condition and microcirculation indicators at the surgical site

| Интервалы значений ПМ, перф. ед. | Состояние раны                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17,5-27,1                        | Раневые осложнения отсутствовали, фазы раневого процесса протекали гладко                                                                                             |
| 8,5-17,4                         | Наблюдались повышенные воспалительные явления в ране в виде более выраженного и стойкого отека, однако, эпителизация укладывалась в сроки нормального заживления раны |
| 7,0-8,4                          | Сроки заживления раны затягивались. Наблюдалось увеличение срока госпитализации пациента                                                                              |
| < 6,9                            | Наблюдалось скопление экссудата в месте выполнения лимфодиссекции, сроки госпитализации превышали двойное стандартное отклонение, рассчитанное для исследуемой группы |



Рисунок 2. Лазерный анализатор «ЛАКК-М»  
Figure 2. Laser analyzer "LAKK-M"

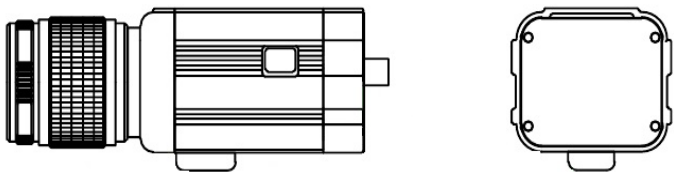


Рисунок 3. Тепловизионный аппаратно-программный комплекс «ТЦР-Мед»  
Figure 3. Thermal imaging hardware and software complex "TCR-Med"

**Оценка болевого синдрома**  
В послеоперационном периоде оценка болевого синдрома проводилась на основании жалоб пациенток с использованием вербальной оценочной шкалы (ВОШ) и опросника интенсивности боли. Итоговый результат рассчитывался как среднее арифметическое показателей обоих тестов.

**Статистический анализ**  
Статистическая обработка данных проводилась с использованием программных пакетов Microsoft Excel и SPSS. Данные аккумулировались в виде сводных таблиц с последующим статистическим анализом. Проверка на нормальность распределения осуществлялась с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Поскольку большинство данных имело

распределение, отличное от нормального, применялись непараметрические методы статистического анализа: U-критерий Манна – Уитни для сравнения независимых выборок и W-критерий Уилкоксона для сравнения парных выборок. Для оценки диагностической значимости термометрии и микроциркуляции в прогнозировании ранних раневых осложнений применялся ROC-анализ. Результаты представлены в виде площади под кривой (AUC), уровня статистической значимости (p) и 95% доверительных интервалов (ДИ). Оптимальная точка отсечения определялась по наибольшему индексу Юдена с расчетом показателей чувствительности (Se) и специфичности (Sp).

#### Этика публикации

Исследование одобрено локальным этическим комитетом, не имеет конфликта интересов и соответствует действующим клиническим рекомендациям.

#### Результаты и их обсуждение

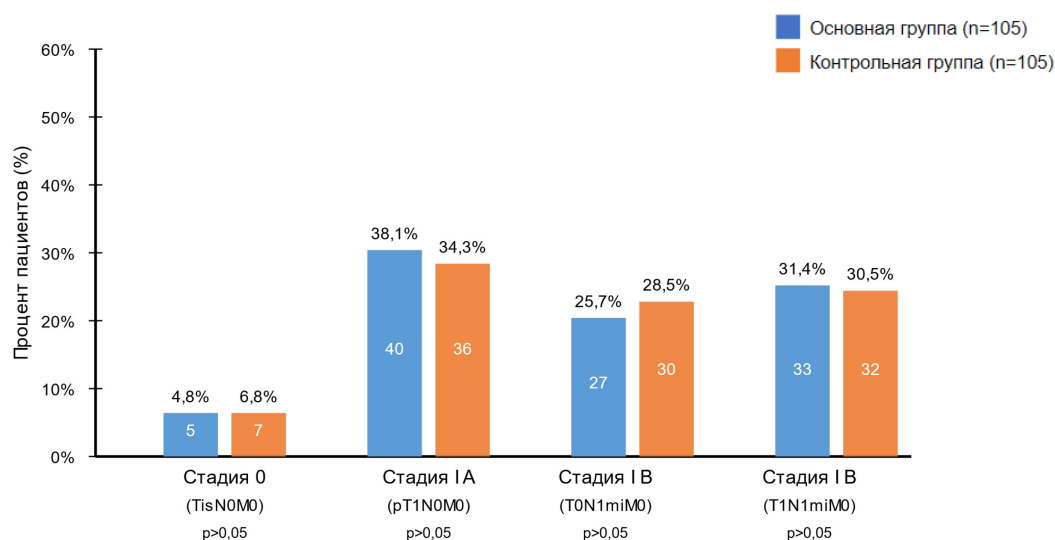
Возраст пациенток на момент постановки диагноза варьировал от 23 до 72 лет (медиана 40 лет [31,6; 64,2]). Стадирование РМЖ проводилось согласно международной классификации TNM (8-е издание, Wiley-Blackwell, 2017). Распределение пациенток в зависимости от стадии основного заболевания представлено на рисунке 4.

Сравнительный анализ пациенток основной и контрольной групп по стадиям основного заболевания не выявил статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ), что исключает гетерогенность групп и обеспечивает достоверность оценки послеоперационных результатов. При анализе сопутствующей патологии установлено, что в обеих группах наиболее

распространённым заболеванием являлась гипертоническая болезнь: 75 (71,4%) пациенток в основной группе и 77 (73,3%) пациенток в контрольной. Сахарный диабет II типа диагностирован у 22 (20,9%) пациенток основной группы и у 23 (21,9%) пациенток контрольной группы. Хронический гепатит С выявлен у 15 (14,2%) пациенток основной группы и у 14 (13,3%) пациенток контрольной группы. Язвенная болезнь желудка вне обострения наблюдалась у 1 пациентки в каждой группе. Статистически значимых различий по частоте встречаемости сопутствующих заболеваний между группами не выявлено ( $p > 0,05$ ). Подробное распределение сопутствующей патологии представлено на рисунке 5.

Анализ коморбидности в группах сравнения показал, что у большинства пациенток наблюдалось сочетание нескольких сопутствующих заболеваний, при этом статистически значимых различий между группами не выявлено ( $p > 0,05$ ).

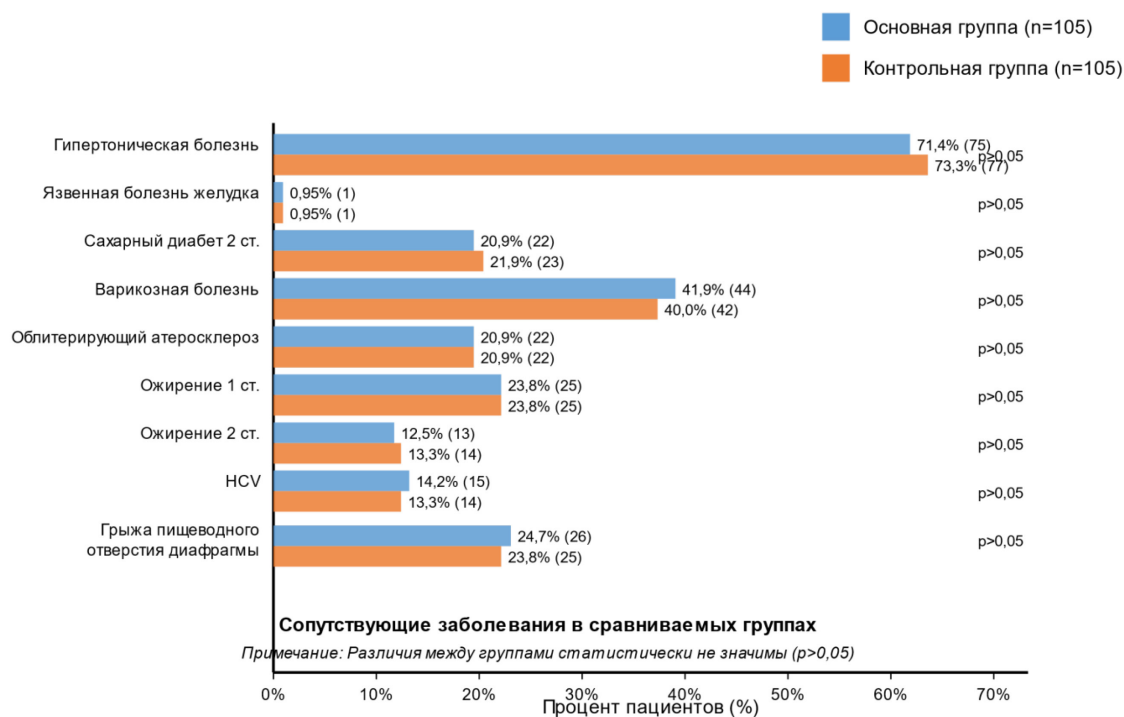
Всем пациенткам, включённым в исследование, проводилось иммуногистохимическое исследование (ИГХ) для определения молекулярно-биологического подтипа опухоли на основании оценки рецепторного статуса (ER, PR) и экспрессии HER2 и Ki-67. Распределение молекулярных подтипов РМЖ было следующим: люминальный А подтип диагностирован у 44 (21%) пациенток, люминальный В HER2-позитивный – у 43 (20%), люминальный В HER2-негативный – у 43 (20%), тройной негативный – у 38 (18%) и HER2-позитивный нелюминальный – у 42 (21%) пациенток. Статистически значимых различий в распределении молекулярных подтипов между группами не обнаружено ( $p > 0,05$ ). Подробные данные представлены на рисунке 6.



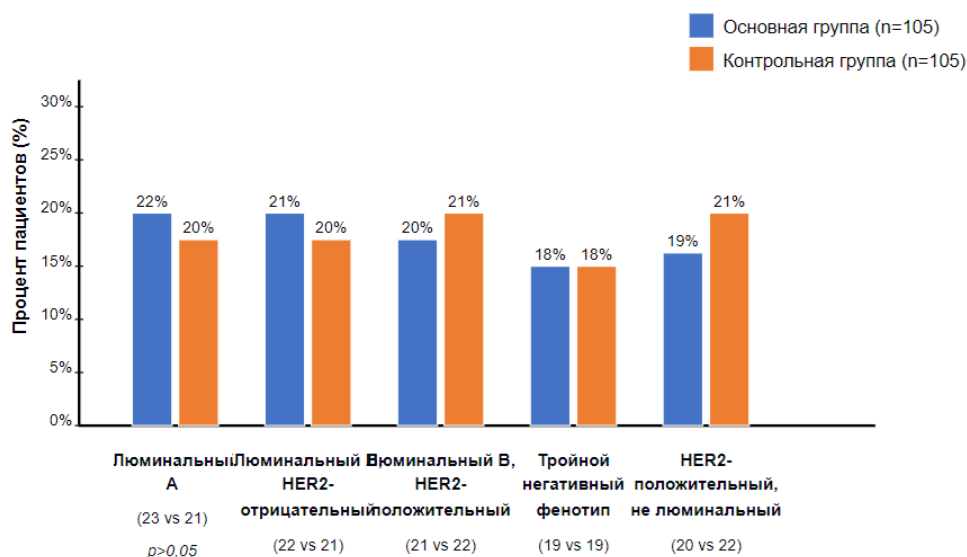
Примечание: Различия между группами статистически не значимы ( $p > 0,05$ )

**Рисунок 4.** Стадии заболевания в группах сравнения  
**Figure 4.** Disease stages in comparison groups





**Рисунок 5.** Распределение сопутствующих заболеваний в группах сравнения  
**Figure 5.** Distribution of comorbidities in comparison groups



Примечание: Числа в скобках указывают абсолютное количество пациентов (основная vs контрольная группа)  
Для всех сравнений p>0,05 (различия статистически не значимы)

**Рисунок 6.** Частота молекулярно-биологических подтипов опухолей в выборках пациенток  
**Figure 6.** Frequency of molecular biological tumor subtypes in patient samples

Пациентки основной и контрольной групп были сопоставимы по молекулярно-биологическим подтипам опухоли ( $p > 0,05$ ). Для сравнения течения раневого процесса после оперативного лечения приме-

нялся разработанный способ прогнозирования развития раневых осложнений на основе оценки микроциркуляции и локальной термометрии.

### Интраоперационные данные

Сравнительный анализ интраоперационной кровопотери показал статистически значимые различия между группами ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе средний объем кровопотери составил  $52,32 \pm 12,2$  мл, тогда как в основной группе –  $41,43 \pm 11,4$  мл. Применение Z-образного доступа позволило снизить интраоперационную кровопотерю на 22,92%.

### Течение раннего послеоперационного периода Болевой синдром

Анализ болевой синдром выявил значимые различия между группами. На 10-й день после операции в контрольной группе болевой синдром интенсивностью 3 балла отмечался у 30 (28,5%) пациенток. На день выписки в контрольной группе интенсивность боли 4 балла зарегистрирована у 5 (4,7%) пациенток, 3 балла – у 27 (25,7%) пациенток. В основной группе болевой синдром был менее выражен: интенсивность 4 балла отмечалась у 3 (2,8%) пациенток, 3 балла – у 14 (13,3%) пациенток ( $p < 0,05$ ).

Более низкая интенсивность болевого синдрома в основной группе подтверждалась не только статистически значимо меньшими баллами по оценочным шкалам, но и сниженной потребностью в анальгетиках.

### Раневые осложнения

В послеоперационном периоде оценивались ранние осложнения (до 8 суток после операции) с использованием классификации Клавье-Диндо для стандартизированной оценки тяжести послеоперационных осложнений. В контрольной группе на вторые сутки выявлены подкожные гематомы в месте операции размерами  $1,5 \times 1,5$  см и  $2,0 \times 1,0$  см, соответствующие I степени по Клавье-Диндо. У 12 (11,4%) пациенток контрольной группы в аксиллярной области наблюдался воспалительный инфильтрат. В одном случае размер инфильтрата превышал 4 см, его разрешение происходило медленно, несмотря на проводимую антибактериальную терапию и местное лечение, что классифицировалось как II степень по Клавье-Диндо. Частота и характер послеоперационных осложнений в группах сравнения представлены на рисунке 7.

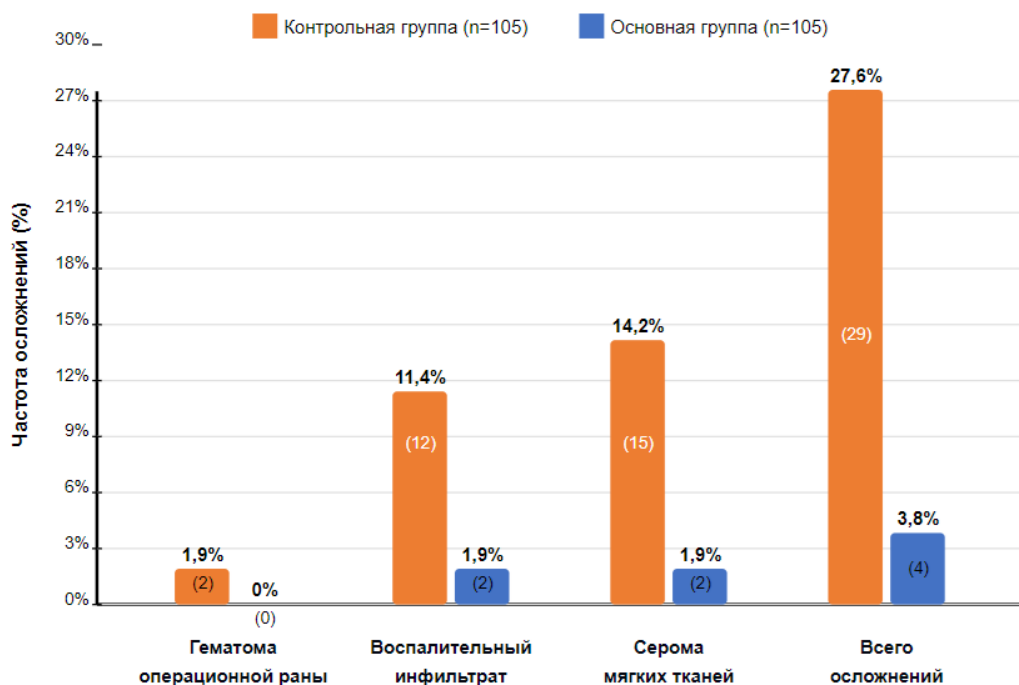


Рисунок 7. Послеоперационные осложнения в группах сравнения  
Figure 7. Postoperative complications in comparison groups

Наиболее частыми осложнениями в послеоперационном периоде были воспалительный инфильтрат и серома мягких тканей в области операционной раны.

При ежедневном мониторинге локальной микроциркуляции и термометрии было установлено, что в

контрольной группе показатель микроциркуляции начинал повышаться с третьих суток после операции, увеличиваясь в среднем на  $2,1 \pm 1,5$  перф. ед. Соотношение показателей микроциркуляции и локальной термометрии в группах сравнения представлено в таблице 2.

**Таблица 2.** Соотношение показателей микроциркуляции и локальной термометрии в группах сравнения  
**Table 2.** The ratio of microcirculation and local thermometry indicators in the comparison groups

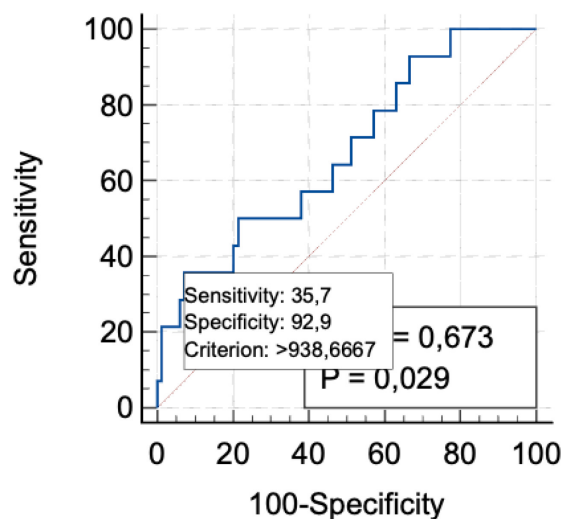
| Показатели                                       | Контрольная группа<br>(n = 105) | Основная группа<br>(n = 105) | Уровень<br>значимости<br>различий (p) |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Воспалительный инфильтрат в месте операции       |                                 |                              |                                       |
| Встречаемость, чел. (%)                          | 12 (11,4)                       | 2 (1,9)                      | 0,00001                               |
| Локальная температура, °C                        | 37,6 ± 38,1                     | 37,9 ± 39,1                  | 0,000010                              |
| Микроциркуляция (перф. ед.)                      | 31,1 [29; 39,1]                 | 21,2 [18,5; 28,9]            | 0,0010                                |
| Серома мягких тканей в области операционной раны |                                 |                              |                                       |
| Встречаемость, чел. (%)                          | 15 (14,2)                       | 2 (1,9)                      | 0,00001                               |
| Локальная температура, °C                        | 37,6 ± 38,1                     | 37,9 ± 39,1                  | 0,0010                                |
| Микроциркуляция (перф. ед.)                      | 32,1 [28; 39,1]                 | 21,2 [18,5; 28,9]            | 0,0010                                |

Анализ интраоперационной кровопотери продемонстрировал значимые различия: средний объём кровопотери в контрольной группе составил 52,32 мл, в основной – 41,43 мл. Таким образом, применение Z-образного доступа позволило снизить интраоперационную кровопотерю на 22,92%.

Для определения диагностической значимости предикторов раневых осложнений был проведён ROC-анализ. Установлено, что наиболее достоверным предиктором является уровень микроциркуляции. При оценке диагностической значимости уровня микроциркуляции для прогнозирования воспалительного инфильтрата получены следующие результаты: площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,673 с 95% доверительным интервалом 0,507-0,710

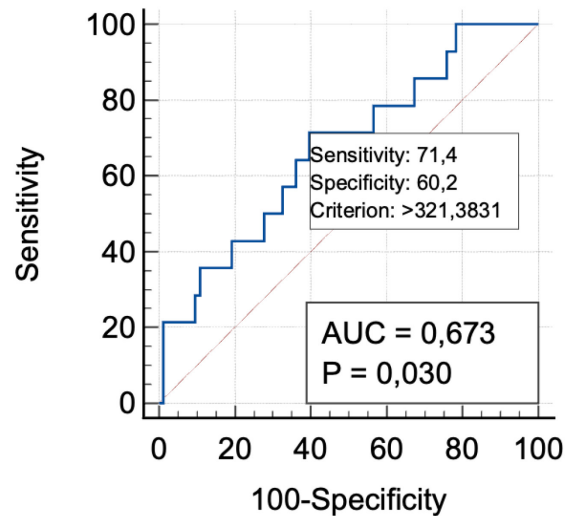
(p = 0,03). При пороговом значении микроциркуляции менее 15 перф. ед. чувствительность в отношении прогнозирования развития воспалительного инфильтрата составила 35,7%, специфичность – 92,9% (рис. 8).

При анализе диагностической значимости уровня микроциркуляции в прогнозировании развития сером получены следующие результаты: площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,673 с 95% доверительным интервалом 0,507-0,710 (p = 0,03). При пороговом значении микроциркуляции менее 15 перф. ед. чувствительность метода для прогнозирования развития сером достигала 71,4%, а специфичность – 60,2% (рис. 9).



**Рисунок 8.** ROC-кривая, описывающая взаимосвязь встречаемости инфильтрата с уровнем микроциркуляции  
**Figure 8.** ROC curve describing the relationship between the occurrence of infiltrate and the level of microcirculation

ROC-анализ прогностической значимости термометрии не выявил статистически достоверных результатов вследствие высокой вариабельности локальной температуры. Тем не менее, мы полагаем, что данный метод имеет значение для прогнозирования послеоперационных осложнений и может эффективно дополнять другие методы скрининга.



**Рисунок 9.** ROC-кривая, описывающая взаимосвязь встречаемости раневых сером с уровнем микроциркуляции  
**Figure 9.** ROC curve describing the relationship between the incidence of wound seromas and the level of microcirculation

Результаты исследования легли в основу разработки методики прогнозирования раневых осложнений, базирующейся на оценке микроциркуляции и локальной термометрии в области операционной раны. Разработанная методика защищена патентом РФ № 2790464 от 21 февраля 2023 года.



### Заключение

Применение разработанного нами Z-образного доступа при выполнении резекции молочной железы с лимфодиссекцией позволило значительно снизить частоту ранних послеоперационных осложнений до 3,8% по сравнению с 27,6% при классическом доступе ( $p < 0,05$ ). Частота развития воспалительного инфильтрата в области послеоперационной раны в основной группе составила 1,9% против 11,4% в контрольной группе ( $p < 0,05$ ), частота формирования сером – 1,9% против 14,2% соответственно ( $p < 0,05$ ).

Предложенный метод прогнозирования ранних послеоперационных осложнений успешно апробирован и продемонстрировал высокую прогностическую значимость. Установлено, что основным предиктором развития раневых осложнений является показатель микроциркуляции, в то время как термометрия выступает в качестве дополнительного метода.

Оценка диагностической значимости уровня микроциркуляции для прогнозирования воспалительного инфильтрата показала следующие результаты:  $AUC = 0,673$  с 95% ДИ 0,507–0,710 ( $p = 0,03$ ). При пороговом значении микроциркуляции менее 15 перф.

ед. чувствительность составила 35,7%, специфичность – 92,9%.

При определении прогностической значимости уровня микроциркуляции для развития серомы получены аналогичные параметры  $AUC (0,673$  с 95% ДИ 0,507–0,710,  $p = 0,03$ ), однако чувствительность при том же пороговом значении составила 71,4%, а специфичность – 60,2%.

Таким образом, имплементация Z-образного хирургического доступа в протокол органосохраняющих вмешательств при карциноме молочной железы в совокупности с применением предложенного мультимодального алгоритма прогнозирования, основанного на микроциркуляторных паттернах и термографических характеристиках периоперационной области, представляется высокоэффективной стратегией, обеспечивающей значительное снижение частоты ранних послеоперационных осложнений и, следовательно, существенное улучшение качественных и количественных показателей послеоперационной реабилитации, что находится в полном соответствии с современными трендами персонализированной медицины и парадигмой ускоренного восстановления после хирургических вмешательств.

### Литература [References]

- 1 Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021 May;71(3):209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660> Epub 2021 Feb 4. PMID: 33538338.
- 2 Lohani KR, Kumar C, Kataria K, et al. Role of tranexamic acid in axillary lymph node dissection in breast cancer patients. *Breast J* 2020;26:1316-20. <https://doi.org/10.1111/tbj.13810>
- 3 Ma H., Ursin G., Xu X., et al. Body mass index at age 18 years and recent body mass index in relation to risk of breast cancer overall and ER/PR/HER2-defined subtypes in white women and African-American women: a pooled analysis. *Breast Cancer Research.* 2018;20(1):1-14.
- 4 Krug E, Berg L, Lee C, Hudson D, Birke-Sorensen H, Depoorter M, et al. Evidence-based recommendations for the use of negative pressure wound therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: Steps towards an International Consensus. *Injury.* 2021;42((S1)):S1-12. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(11\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(11)00041-6)
- 5 Nischwitz SP, Luze H, Kamolz LP. Thermal imaging via FLIR One - A promising tool in clinical burn care and research. *Burns.* 2020 Jun;46(4):988-989. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.02.017>. Epub 2020 Apr 25. PMID: 32386915.
- 6 Wearn C, Lee KC, Hardwicke J, et al. Prospective comparative evaluation study of laser Doppler imaging and thermal imaging in the assessment of burn depth. *Burns.* 2018;44(1):124-133.
- 7 Hardwicke J, Thomson R, Bamford A, Moiemmen N. A pilot evaluation study of high resolution digital thermal imaging in the assessment of burn depth. *Burns.* 2021;39(1):76-81.
- 8 Jaspers ME, Maltha I, Klaessens JH, de Vet HC, Verdaasdonk RM, van Zuijlen PP. Insights into the use of thermography to assess burn wound healing potential: a reliable and valid technique when compared to laser Doppler imaging. *J Biomed Opt.* 2016;21(9):96006.
- 9 Lightner AL, Fleshner PR. Preface: Introducing the Management of Postoperative Complications. *Surg Clin North Am.* 2021 Oct;101(5):xvii-xviii. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2021.07.002>. PMID: 34537154.
- 10 Федорович А.А. Микрососудистое русло кожи человека как объект исследования. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2017;16(4):11-26. Федорович АА. Microcirculation of the human skin as an object of research. *Regional blood circulation and microcirculation.* 2017;16(4):11-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26>
- 11 Secomb TW, Pries AR. The microcirculation: physiology at the mesoscale. *J Physiol.* 2011;589(5):1047-1052. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.201541>
- 12 ONCOLOGY.ru (ОНКОЛОГИЯ.py). [http://www.oncology.ru/association/clinicalguidelines/2018/rak\\_molochnoy\\_zhelezy\\_pr2018.pdf](http://www.oncology.ru/association/clinicalguidelines/2018/rak_molochnoy_zhelezy_pr2018.pdf).

### Авторская справка

#### Трусова Людмила Андреевна

Врач онколог-хирург, ассистент кафедры хирургических болезней, Медицинского университета «Реавиз».

ORCID 0000-0002-1350-0704; L-trusova@mail.ru

Вклад автора: концепция и дизайн исследования, написание текста, сбор и обработка материала, редактирование.

### Author's reference

#### Lyudmila A. Trusova

Oncologist-surgeon, assistant of the Department of Surgical Diseases, Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0002-1350-0704; L-trusova@mail.ru

Author's contribution: concept and design of the study, writing the text, collecting and processing the material, editing.