

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-318>

Оценка эффективности лазерной интерстициальной коагуляции при выполнении вакуумной аспирационной резекции новообразований молочных желез под ультразвуковым контролем

Е.А. Марущак^{1, 2*}, А.В. Бутенко¹, Е.А. Зубарева², Е.П. Фисенко¹

¹ ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”; 119991 Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2, Российская Федерация

² ФГБАУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

Рост заболеваемости как доброкачественной, так и злокачественной патологией молочных желез (МЖ), а также совершенствование и активное внедрение в хирургическую практику новых высокотехнологичных оперативных методик привели к увеличению количества выполняемых вакуумных аспирационных биопсий (ВАБ). Наряду с ростом числа выполняемых ВАБ отмечается тенденция к расширению возможностей методики – от биопсии новообразования с диагностической целью к его полному удалению с лечебной целью как аналога традиционной секторальной резекции. Существует множество различных вариантов выполнения тотальной ВАБ, однако в большинстве случаев речь идет об удалении одного небольшого новообразования в одной МЖ, поскольку лимитирующим фактором выступает риск интраоперационного кровотечения и неполного удаления ткани опухоли. Таким образом, в настоящее время актуальными вопросами в этой области интервенционной малоинвазивной маммологии являются разработка адекватной методики интраоперационного гемостаза, направленной на профилактику осложнений и расширение возможностей ВАБ в плане удаления крупных и множественных новообразований, а также описание ультразвуковых критериев ее эффективности и достаточности при навигации в режиме реального времени.

Марущак Елена Александровна – канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики научно-клинического центра №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”; доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ИНОПР ФГБАУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5639-3315>

Бутенко Алексей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по лечебной работе, главный врач научно-клинического центра №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4390-9276>

Зубарева Елена Анатольевна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой ультразвуковой диагностики ФДПО ИНОПР ФГБАУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

Фисенко Елена Полиектовна – доктор мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Контактная информация*: Марущак Елена Александровна – e-mail: e.marushchak@mail.ru

В статье представлен опыт выполнения ВАБ при удалении единичных и множественных новообразований МЖ у 986 пациенток, в том числе множественных одномоментно в обеих МЖ, с применением лазерной интерстициальной коагуляции (ЛИК) и без нее. Описаны методика выполнения ЛИК под ультразвуковым контролем в режиме реального времени, а также ультразвуковые критерии ее эффективности и достаточности.

Цель исследования: оценка эффективности ЛИК при ВАБ под ультразвуковым контролем у пациенток с новообразованиями молочных желез.

Материал и методы. За период 2017–2024 гг. включительно в дневном стационаре НКЦ №2 РНХЦ имени академика Б.В. Петровского (ранее ЦКБ Российской академии наук) были выполнены ВАБ под ультразвуковым контролем 986 пациенткам. Всего было удалено 1433 новообразования. Количество одновременно удаляемых новообразований у одной пациентки варьировало от 1 до 7. Размер удаляемых образований достигал максимально 54 мм. Показания к вмешательствам определяли на основании результатов инструментальных методов диагностики (со стратификацией по шкале BI-RADS), а также анамнеза, жалоб, лабораторных данных. Всем пациенткам перед ВАБ с лечебной целью на дооперационном этапе выполняли морфологическую верификацию (тонкоигольную аспирационную биопсию или трепанобиопсию). Находясь в процессе разработки эффективного способа интраоперационного гемостаза, 275 пациенткам была выполнена ВАБ без использования ЛИК. ВАБ с применением ЛИК в качестве профилактики геморрагических осложнений была проведена 711 женщинам.

Результаты. Применение ЛИК позволяет существенно расширить возможности ВАБ при удалении множественных и/или крупных новообразований МЖ. Так, общий процент геморрагических осложнений в группе ВАБ без ЛИК составил 4,36%, а в группе с применением ЛИК уменьшился до 1,97%. Общий процент остаточной ткани в группе ВАБ без применения ЛИК достигал 16%, а в группе ВАБ с применением ЛИК снизился до 6,89%. При соблюдении описанной методики ультразвуковой навигации и контроля достаточности ЛИК ВАБ является альтернативой открытым вмешательствам на МЖ. ЛИК повышает безопасность ВАБ путем минимизации количества геморрагических осложнений, расширяет ее возможности, а также минимизирует риски остаточной ткани и способствует формированию более нежного рубца. По данным однофакторного регрессионного анализа значимыми для развития гематом явились длинник новообразований, их количество, факт множественности и воздействие ЛИК. По данным многофакторного анализа независимыми факторами, ассоциированными с повышением вероятности послеоперационных гематом, являлись увеличение длинника новообразования и множественные удаляемые новообразования, тогда как применение ЛИК сопровождалось снижением вероятности развития гематом в 2,47 раза.

Заключение. Лазерная интерстициальная коагуляция, являясь независимым фактором, достоверно снижает количество геморрагических осложнений (в 2,47 раза) при выполнении лечебной ВАБ, позволяя одномоментно безопасно удалять множественные новообразования, в том числе в обеих МЖ, а также новообразования крупных размеров. Применение ЛИК позволяет уменьшить время последующей эластической компрессии МЖ с 24 до 6 ч, снизить риск остаточной ткани и минимизировать рубцовый процесс в ложе удаленного новообразования.

Ключевые слова: УЗИ; ультразвуковая диагностика; молочная железа; ВАБ; вакуумная аспирационная биопсия; BI-RADS; ультразвуковая навигация; лазерная интерстициальная коагуляция; кровотечение

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Финансирование. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Цитирование: Марущак Е.А., Бутенко А.В., Зубарева Е.А., Фисенко Е.П. Оценка эффективности лазерной интерстициальной коагуляции при выполнении вакуумной аспирационной резекции новообразований молочных желез под ультразвуковым контролем. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 85–100. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-318>

Поступила в редакцию: 12.12.2024.

Принята к печати: 05.02.2025.

Опубликована online: 03.03.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность рака молочной железы (РМЖ) в России в 2023 г. составила 541,7 на 100 тыс. населения [1]. По данным Международного агентства по исследованию рака (МАИР, IACR) РМЖ является одним из самых распространенных видов рака: в 2022 г. в мире зарегистрировано 2 296 840 случаев этого заболевания [2]. Одновременно наблюдается рост доброкачественной дисплазии молочной железы (ДДМЖ), частота которой по оценке ряда авторов достигает 50% и выше [3, 4].

Исходя из национальных клинических рекомендаций (НКР) по лечению ДДМЖ, оперативные вмешательства показаны при атипической протоковой гиперплазии, плоской эпителиальной гиперплазии, дольковой эпителиальной гиперплазии, дольковом раке *in situ*, радиальным рубце с атипиею, атипичных кистах МЖ. Также рекомендовано выполнение пирамидального иссечения протока пациенткам из группы BI-RADS 1–3 (Breast Imaging-Reporting and Data System) с односторонними, персистирующими спонтанными выделениями из одного протока [4]. В рекомендациях зарубежных медицинских сообществ показания шире. Так, Европейская ассоциация визуализации МЖ также рекомендует удаление фиброаденомы (ФА) у пациенток с факторами риска в виде носительства мутаций в генах BRCA 1, BRCA 2, семейного анамнеза (РМЖ у близких родственников), при ФА перед процедурой экстракорпорального оплодотворения и при планировании беременности [5].

НКР по лечению РМЖ рекомендуют выполнять всем пациентам в обязательном порядке прицельную биопсию новообразования МЖ для морфологической верификации диагноза и составления плана лечения. При этом должно быть выполнено патологоанатомическое исследование с применением иммуногистохимических методов, что, в свою очередь, делает крайне важным забор качественного информативного биопсийного материала [6].

Таким образом, проблема хирургического лечения доброкачественных образований МЖ, а также получения максимально информативных образцов тканей для последующего морфологического исследования в настоящее время не теряет свою актуальность.

Развитие и повсеместное внедрение новых миниинвазивных технологий в хирургическую практику привело к более широкому распространению вакуумной аспирационной биопсии (ВАБ). В настоящее время методика широко применяется в качестве метода полного удаления доброкачественных новообразований и показывает преимущества перед традиционными открытыми вмешательствами. Метаанализ, представленный китайскими исследователями с участием 5256 пациентов, не выявил существенной разницы в корреляции размеров опухоли и послеоперационных гематом, а также наличия остаточной ткани между ВАБ и традиционными операциями при наличии преимущества по размеру разреза, объему интраоперационной кровопотери, продолжительности вмешательства, времени заживления, частоте раневой инфекции и выраженности деформации МЖ [7].

Представляют интерес сообщения ряда зарубежных исследователей о расширении показания к ВАБ с лечебной целью до оперативного лечения РМЖ [8].

Несмотря на распространение ВАБ, лимитирующими факторами на данный момент остаются количество и размеры удаляемых новообразований, коррелирующие с риском геморрагических осложнений. Это приводит к необходимости поиска эффективных и безопасных методов интраоперационного гемостаза [9, 10]. Размеры удаляемых образований без применения инструментальных методов интраоперационного гемостаза широко варьируют: некоторые авторы описывают пороговое значение до 1,5 см [11, 12], другие отмечают пороговое значение 2–3 см [13–16], а некоторые показывают эффективность метода и при образованиях размером более 3 см [17, 18], однако процент геморрагических осложнений при этом варьирует.

По наблюдениям E.S. Ко и соавт. [19], через неделю после проведения ВАБ частота образования гематом достигает 84%, и их средний диаметр составляет 13,2 мм.

Применение лазерной интерстициальной коагуляции (ЛИК) в совокупности с соблюдением методологии разметки и интраоперационной ультразвуковой навигации позволяет значительно расширить возможности ВАБ по удалению крупных и/или

множественных новообразований, в том числе в двух МЖ одномоментно [20, 21].

Цель исследования: оценка эффективности ЛИК в уменьшении геморрагических осложнений и остаточной ткани при ВАБ под ультразвуковым контролем с лечебной целью у пациенток с новообразованиями молочных желез.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2017 по 2024 г. включительно в ФГБНУ РНЦХ имени академика Б.В. Петровского (ранее Центральная клиническая больница Российской академии наук) были выполнены ВАБ под ультразвуковым контролем

986 пациенткам. Согласие пациенток на осмотр, медицинское вмешательство, обработку данных было получено.

Возраст пациенток составил от 18 лет до 81 года (медиана 37 [31; 44] лет), при этом всего было удалено 1433 новообразования МЖ. Количество одновременно удаляемых новообразований у одной пациентки составляло от 1 до 7 в одной МЖ. Размер образований при этом варьировал от небольших (до 10 мм) до максимально достигающих 54 мм по длинной оси (медиана 13,0 [10,0; 18,0] мм) (рис. 1).

Пациенткам на дооперационном этапе, помимо классического клинического осмотра врачом-онкологом со сбором данных

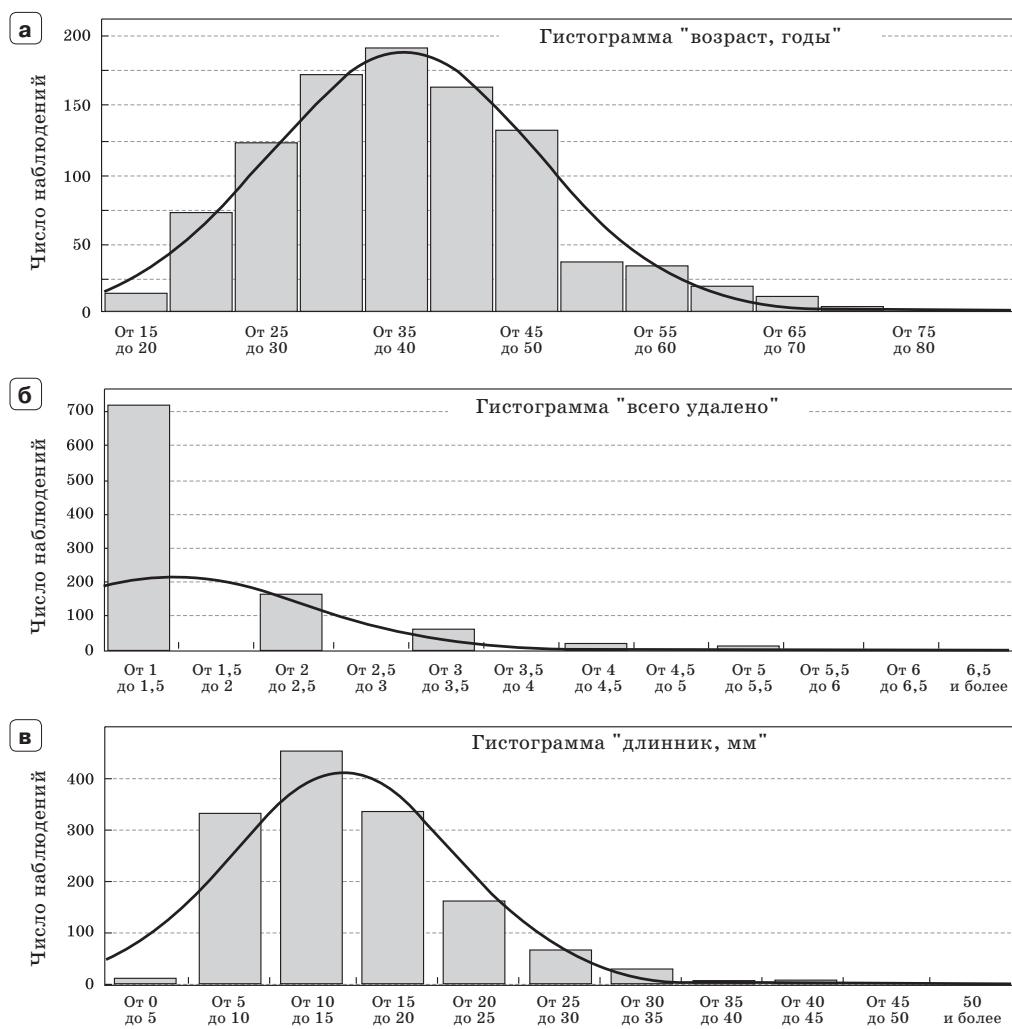


Рис. 1. Распределение пациенток по возрасту (а), количеству удаленных новообразований (б), размерам удаленных новообразований (в).

Fig. 1. Distribution of patients by age (a), number of removed neoplasms (b), and size of removed neoplasms (c).

анамнеза и жалоб, выполняли различные методы инструментальной диагностики или их комбинации: мультипараметрическое ультразвуковое исследование (УЗИ), маммографию, дуктографию, магнитно-резонансную томографию с болясным внутривенным контрастированием со стратификацией онкологического риска по шкале BI-RADS.

Показания к ВАБ определялись врачом-онкологом согласно НКР с учетом индивидуальной тактики в отношении пациентки (например, планируемые программы экстракорпорального оплодотворения, наличие жалоб при крупных симптомных образованиях). Лечение оказывалось с учетом порядка оказания медицинской помощи по профилю “онкология” [4, 22].

Противопоказаниями к ВАБ под ультразвуковым контролем являлись: патология свертывающей системы крови, наличие гнойного воспаления в МЖ, верифицированный РМЖ, невозможность проведения местной анестезии, отсутствие четкой визуализации образования при УЗИ. В настоящее исследование не вошли пациентки с верифицированным РМЖ, моложе 18 лет, а также пациенты мужского пола.

Все новообразования МЖ у пациенток, направляемых на ВАБ с лечебной целью, ранее были морфологически верифицированы как доброкачественные. Затем все удаленные новообразования подлежали обязательному гистологическому исследованию.

Предоперационную разметку с определением точек доступа роботизированной иглы и нанесением накожных меток и интраоперационную навигацию проводили под ультразвуковым контролем в режиме реального времени на ультразвуковом сканере VolusonE8 Expert General Electrik (США) с использованием матричного мультичастотного линейного датчика ML 6–15 МГц согласно описанной методологии [20].

ВАБ выполняли в условиях операционной дневного стационара под местной анестезией с использованием 1% раствора наропина от 40 до 100 мл одноразовыми стерильными роботизированными зондами-иглами 7 или 10 G под ультразвуковым контролем на маммотоме второго поколения EnCorENSPIRE (BARD, США). При этом иглы 7 G были использованы редко, при более крупных образованиях размерами выше 25 мм (таких было 121 (8,4%) из

1433). Для интраоперационной ультразвуковой навигации использовался вышеупомянутый ультразвуковой сканер.

Гистологическое исследование полученного материала проводилось по стандартной методике с окраской гематоксилин-эозином под увеличением от 50 до 400.

В качестве способа профилактики геморрагических осложнений использовалась ЛИК с помощью аппарата лазерного хирургического МЕДИОЛА-АЛМОХ-0,1/0,25-“ЛАМИ”, ООО “Опттехника” (Россия).

Статистический анализ данных выполнялся с использованием программного обеспечения Excel 2019 (Microsoft, США) и JMP Pro 17 (SAS, США). Для проверки распределения количественных показателей на нормальность применялся обобщенный тест Д’Агостино–Пирсона. Гипотеза о нормальности распределения отвергнута во всех случаях, количественные показатели описывались в виде медианы и квартилей “Me [Q25%; Q75%]”. Качественные признаки представлены в виде долей и частот выявления признака (%).

Статистическая значимость различий между изучаемыми группами для количественных переменных оценивалась с помощью критерия U Манна–Уитни, для качественных показателей – с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Для изучения связи между отдельными факторами и наличием признаков применялась модель бинарной логистической регрессии с определением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). В многофакторный регрессионный анализ на финальном этапе включались показатели, продемонстрировавшие значимость различий на уровне 0,05. Уровень значимости при проверке статистических гипотез определен на уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно задачам исследования, было необходимо определить эффективность ЛИК, выполненной под ультразвуковой навигацией в режиме реального времени, по сравнению с традиционным медикаментозно-компрессионным способом, заключавшимся в назначении в течение 2 дней до процедуры приема препарата транексамовой кислоты 500 мг 2 раза в день и нало-

жении давящей повязки тотчас после выполнения ВАБ (эластичный бинт с компрессией 2-го класса на срок до 24–40 ч).

Находясь в процессе разработки эффективного метода интраоперационного гемостаза, выполнены ВАБ с применением медикаментозно-компрессионного способа в качестве профилактики геморрагических осложнений у 275 пациенток. Удаление единичного образования выполнено у 204 (74,2%) пациенток, множественных – у 71 (25,8%). Односторонняя ВАБ выполнена у 249 (90,6%) пациенток, двусторонняя – у 26 (9,4%).

В группу с применением ЛИК вошло 711 пациенток, сопоставимых по возрасту, размерам, количеству удаляемых образований, количеству одномоментно оперированных МЖ. Удаление единичного образования выполнено у 512 (72,0%) пациенток, множественных – у 199 (28,0%). Односторонняя ВАБ выполнена у 628 (88,3%) пациенток, двусторонняя – у 83 (11,7%) (табл. 1, 2).

Исходя из представленных в табл. 1 и 2 данных, пациентки в группах с/без ЛИК были сопоставимы по возрасту, количеству и размерам удаляемых новообразований, а также по одномоментности сторон вмешательства (односторонняя/двусторонняя

ВАБ) и удалению единичных или множественных новообразований ($p > 0,05$).

В день выполнения ВАБ всем пациенткам проводили разметку точек ввода роботизированной иглы-зонда, затем в операционной выполняли ВАБ под ультразвуковой навигацией, согласно разработанной и ранее опубликованной методике [20].

По категориям BI-RADS при предоперационном УЗИ было установлено, что большинство пациенток как в группе с ЛИК, так и без ЛИК были классифицированы в категорию BI-RADS 3, однако доля таких пациенток была несколько выше в группе с ЛИК (567 (79,7%) против 178 (64,7%), $p < 0,0001$). Для BI-RADS 4а отмечалось примерно равномерное распределение пациенток (34 (12,4%) в группе без ЛИК и 82 (11,5%) в группе с ЛИК). Доля BI-RADS 2 в группе без ЛИК составила 61 (22,2%), в группе с ЛИК – 49 (6,9%). Пациенток с BI-RADS 4b, 4c в группе без ЛИК не отмечалось, в группе с ЛИК категории BI-RADS 4b были у 8 (1,13%) и 4c – у 4 (0,56%) пациенток. Категория BI-RADS 5 при УЗИ была установлена у 1 пациентки в группе с ЛИК. Еще раз отметим, что до этапа удаления путем ВАБ новообразования были морфологически верифицированы как доброкачественные.

Таблица 1. Сопоставимость групп пациенток с ЛИК и без ЛИК (Ме [LQ; UQ])

Table 1. Comparability of patient groups with and without LIC (Me [LQ; UQ])

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	p
Возраст, годы	37,00 [31,00; 44,00]	37,00 [31,00; 45,00]	0,431
Количество	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 2,00]	0,392
Длинник, мм	15,00 [11,00; 19,00]	15,00 [11,00; 20,00]	0,264

Таблица 2. Распределение групп пациенток с ЛИК и без ЛИК по количеству одномоментно оперированных молочных желез и новообразований

Table 2. Distribution of patient groups with and without LIC by the number of simultaneously operated breasts and masses

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	Всего	p
Односторонняя	249 (90,6%)	628 (88,33%)	877	
Двусторонняя	26 (9,4%)	83 (11,67%)	109	0,319
Единичные	204 (74,18%)	512 (72,01%)	716	
Множественные	71 (25,82%)	199 (27,99%)	270	0,493

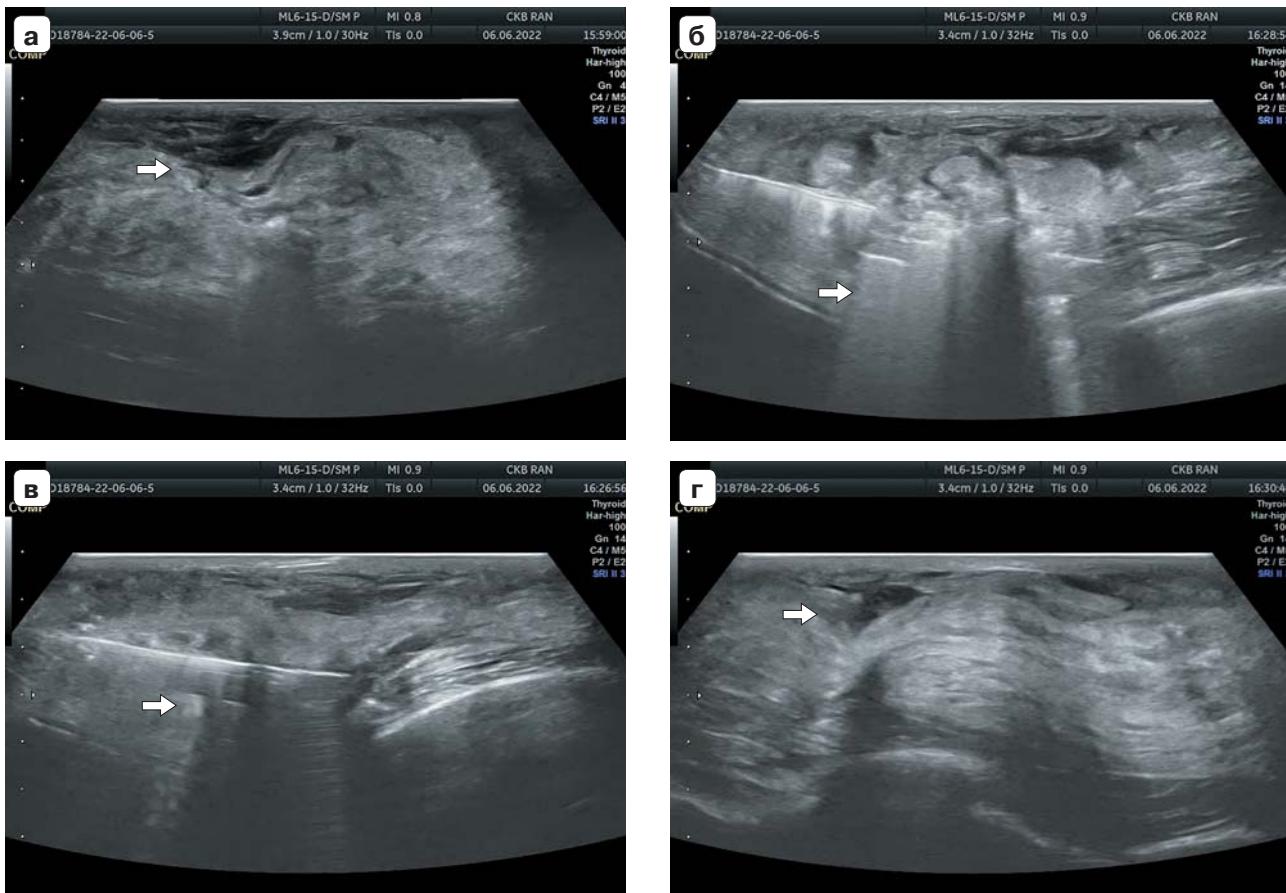


Рис. 2. Этапы оценки ткани МЖ в ложе удаленного с помощью ВАБ образования в процессе выполнения интраоперационного гемостаза путем ЛИК. а – ложе удаленного образования содержит анэхогенные элементы гематомы (стрелка); б – эффект кавитации/выпаривания жидкости в момент начала работы лазера (гиперэхогенные полосы обозначены стрелкой); в – завершение лазерной коагуляции – жидкость выпарилась, гиперэхогенные полосы не визуализируются (стрелка); г – ткань МЖ после завершения ЛИК в зоне ВАБ (стрелка).

Fig. 2. Stages of breast tissue assessment in the bed of the removed lesion by VAB during intraoperative hemostasis using LIC. а – the bed of the removed lesion contains anechoic hematoma elements (arrow); б – cavitation/evaporation effect at the onset of laser activation (hyperechoic bands indicated by an arrow); в – completion of laser coagulation – fluid has evaporated, hyperechoic bands are no longer visible (arrow); г – breast tissue after completion of LIC in the VAB area (arrow).

Всем пациенткам после выполнения ВАБ вне зависимости от размеров, количества образований и иных факторов проводилась эластическая компрессия МЖ широкими бинтами. Длительность компрессии определялась в объеме до 6 ч с учетом применения ЛИК и 24–40 ч без нее.

После удаления новообразования при УЗИ оценивали окружающие ткани для констатации полного удаления опухоли и наличия/отсутствия кровотечения. Роботизированная игла в это время продолжала

работать в режиме вакуум-аспирации. На данном этапе в ложе удаленного образования при УЗИ элементы гематомы визуализировали в виде анэхогенных жидкостных структур (рис. 2а).

Затем в рабочий канал роботизированной иглы-зонда маммомата (рис. 3а) помещали лазерный световод. Благодаря врашению иглы осуществляли поворот апертуры с лазером на 360° (рис. 3б). Таким образом, процессом коагуляции полностью управлял врач в режиме реального времени под контролем ультразвука.

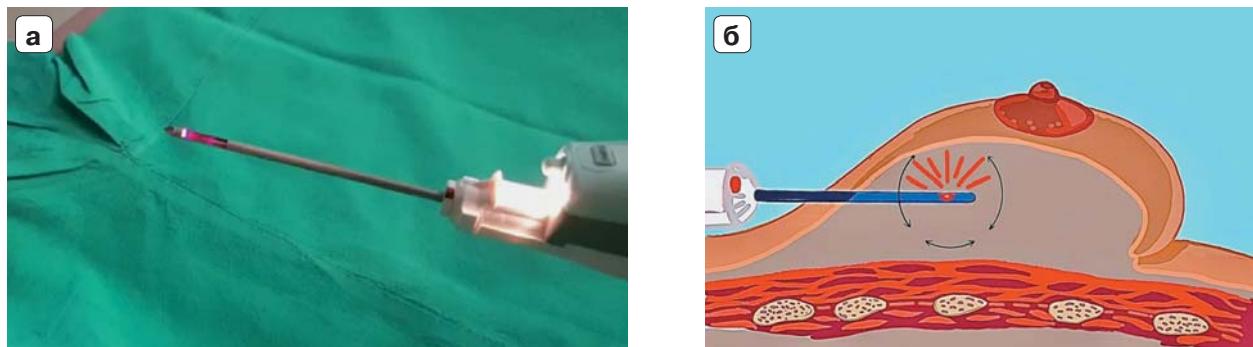


Рис. 3. Лазер в апертуре иглы-зонда. **а** – лазер в апертуре иглы-зонда; **б** – схема лазерной коагуляции ложа удаленного новообразования МЖ (авторский рисунок Марущак Е.А.).

Fig. 3. Laser in the aperture of the needle probe. **a** – laser in the aperture of the needle probe; **b** – schematic representation of laser coagulation of the bed of the removed breast mass (author's illustration by E.A. Marushchak).

Наиболее принципиальным моментом, определяющим эффективность ЛИК, является ультразвуковой мониторинг его воздействия на ткани. Начало коагуляции определяли с момента появления первых признаков кавитации (выпаривания) жидкости в ложе удаленного новообразования, имеющих вид эхогенных полос, распространяющихся книзу от роботизированной иглы (рис. 2б). Первые секунды вапоризация идет достаточно активно, что сопровождается формированием большого количества эхогенных полос, практически сплошь занимающих пространство под игрой. Далее по мере выпаривания жидкости эффект кавитации ослабевает: эхогенные полосы постепенно редуцируются (рис. 2в). Критерием достаточности воздействия ЛИК при ультразвуковом контроле является полное исчезновение видимого эффекта кавитации.

После выполнения ЛИК и удаления иглы-зонда повторно проводили оценку МЖ путем полипозиционного УЗИ (рис. 2г), в том числе более детально на предмет полного удаления ткани новообразования, поскольку после надежной остановки кровотечения при отсутствии гематомы качество визуализации ложа после резекции значительно выше. Таким образом, выполнение ЛИК снижает риск неполного удаления опухоли. Толщина деструкции ткани МЖ в зоне лазерного воздействия минимальна, составляет около 0,04 мм (рис. 4б), что впоследствии уменьшит количество сформированной рубцовой ткани в зоне ВАБ-резекции и, соответственно, улучшит косметический эффект, снизив риск деформации МЖ.

Следующим положительным аспектом является тот факт, что условия ультразвуковой визуализации при одномоментной резекции следующего новообразования в этой же МЖ субъективно ухудшаются в гораздо меньшей степени, чем без ее применения. Это объясняется не только отсутствием гематомы, но и меньшим отеком ткани и частичной вапоризацией излишнего, затрудняющего дифференцировку границ очаговой патологии анестетика в зоне воздействия ЛИК.

В качестве примера приводим клиническое наблюдение пациентки Р., 19 лет (согласие на использование фотоматериалов получено).

Пациентка поступила в клинику для удаления образования правой МЖ. При проведении УЗИ в правой МЖ выявлено гипоэхогенное образование горизонтальной пространственной ориентации с четкими волнистыми контурами, размерами 49 × 22 × 35 мм. За образованием определяли латеральные тени и эффект дорсального усиления (рис. 4а). При ЦДК образование было слабоваскуляризовано в виде единичных локусов кровотока. Заключение: BI-RADS 4а. Образование было морфологически верифицировано как доброкачественное путем выполнения трепанобиопсии. По данным морфологического исследования представлено смешанной фиброаденомой. В лечебных целях выполнена ВАБ с применением ЛИК для удаления выявленного образования. Проведено тотальное гистологическое исследование ткани удаленной опухоли, на гистологическом препарате выявлены зоны некроза в результате работы ЛИК (рис. 4б).

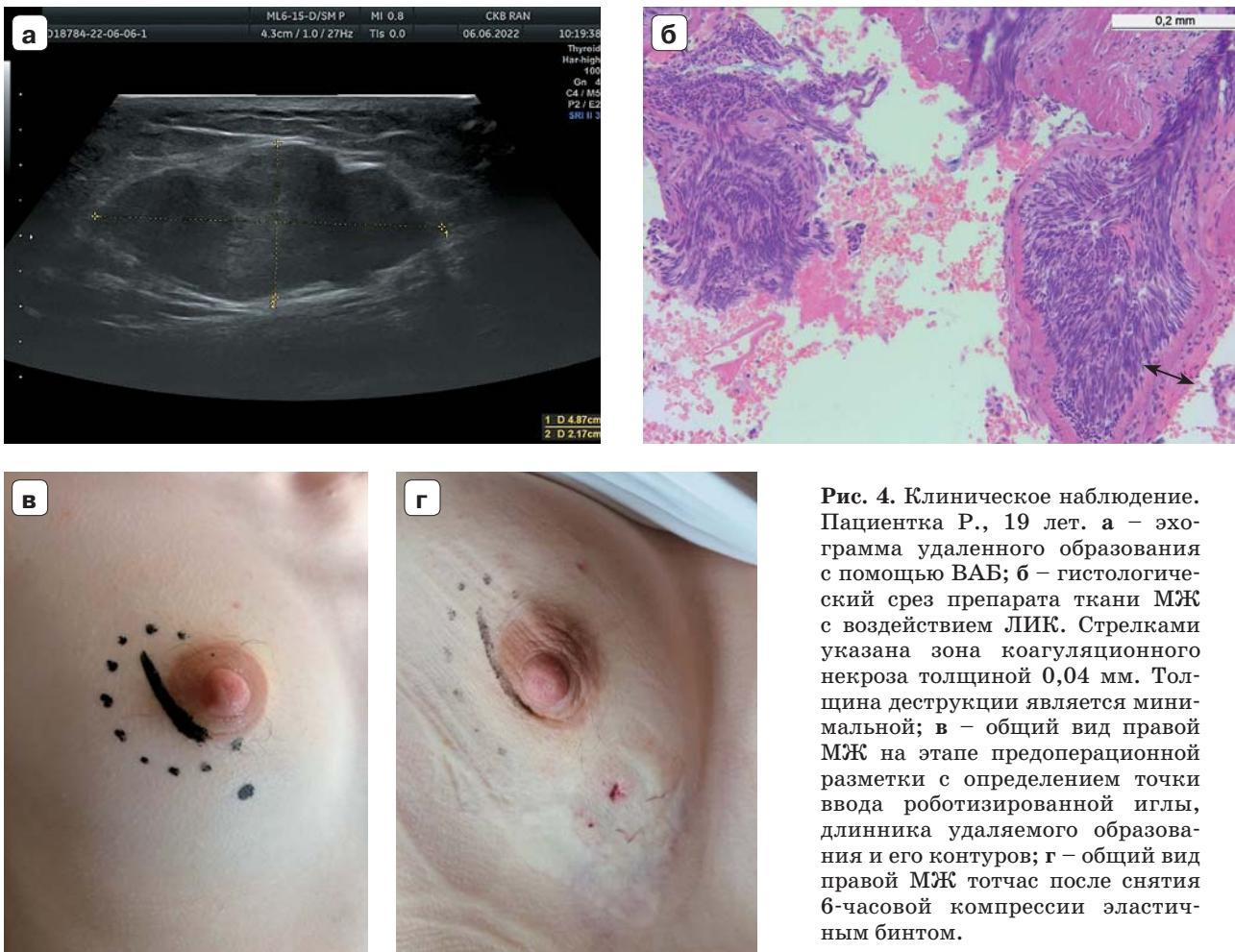


Рис. 4. Клиническое наблюдение. Пациентка Р., 19 лет. а – эхограмма удаленного образования с помощью ВАБ; б – гистологический срез препарата ткани МЖ с воздействием ЛИК. Стрелками указаны зона коагуляционного некроза толщиной 0,04 мм. Толщина деструкции является минимальной; в – общий вид правой МЖ на этапе предоперационной разметки с определением точки ввода роботизированной иглы, длины удалаемого образования и его контуров; г – общий вид правой МЖ тотчас после снятия 6-часовой компрессии эластичным бинтом.

Fig. 4. Clinical case. Patient R., 19 years old. а – ultrasound image of the lesion excised using VAB; б – histological section of breast tissue treated with LIC. Arrows indicate the coagulation necrosis zone, 0.04 mm thick. The destruction depth is minimal; в – general view of the right breast during preoperative marking, determining the entry point for the robotic needle, the length of the lesion to be removed, and its contours; г – general view of the right breast immediately after removal of the elastic bandage following 6-hour compression.

До начала миниинвазивного вмешательства предварительно была выполнена предоперационная разметка с определением точки доступа роботизированной иглы (рис. 4в). После выполнения процедуры проведена 6-часовая эластическая компрессия зоны оперативного вмешательства; вид МЖ тотчас после снятия бинта представлен на рис. 4г.

На следующий день после ВАБ пациенткам выполняли УЗИ с целью повторного контроля полного удаления ткани новообразования и наличия гематомы. В настоящем исследовании гематомами считали ограниченные жидкостные скопления

(полости) размерами более 15 мм, что соответствует данным других исследователей. Так, S.M. Fu и соавт. предлагают считать гематомами жидкостные скопления размерами более 20 мм [23]. При этом некоторые авторы считают гематомами и скопления меньшего размера. Так, в исследовании E.S. Ko и соавт. их средний размер представлен как 13,2 мм, соответственно, и частота данного осложнения выше, чем у других авторов [19]. При выполнении УЗИ в ранние сроки после ВАБ следует помнить, что ткани МЖ в зоне резекции отечны, и в ряде случаев может создаваться ложная картина наличия остаточной ткани опухо-

Таблица 3. Сопоставление осложнений ВАБ в группах с ЛИК и без ЛИК
Table 3. Comparison of VAB complications in groups with and without LIC

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	Всего	p
Гематома	12 (4,36%)	14 (1,97%)	26	0,0353
Остаточная ткань	44 (16,00%)	49 (6,89%)	93	<0,0001

Таблица 4. Частота осложнений в группе ВАБ без применения ЛИК
Table 4. Incidence of complications in the VAB group without LIC

Вариант ВАБ	Количество пациенток	Количество гематом	Количество случаев остаточной ткани
Единичное образование	204	5 (2,4%)	29 (14,2%)
Множественные образования	71	7 (9,8%)	15 (21%)
Односторонняя ВАБ	249	8 (3,2%)	37 (14,8%)
Двусторонняя ВАБ	26	4 (15,3%)	7 (26,9%)
Итого	275	12 (4,36%)	44 (16%)

ли. При подозрении на таковую следует повторить УЗИ в динамике после регресса отека. Таким образом, при подозрении на остаточную ткань образования по результатам УЗИ в раннем периоде после ВАБ окончательную трактовку исхода операции проводили в сроки 3–6 мес после операции.

При выполнении УЗИ в отдаленном периоде также было отмечено формирование минимальных, а в ряде случаев фактически неопределяемых рубцовых изменений железистой ткани в зоне выполнения ВАБ с применением ЛИК, в то время как у пациенток после ВАБ с традиционным компрессионным способом гемостаза рубцовые изменения в зоне резекции были более выражены.

В группе без применения ЛИК частота гематом и остаточной ткани была статистически значимо выше ($p = 0,0353$), чем в группе с применением предложенного способа интраоперационного гемостаза (табл. 3).

В группе без применения ЛИК гематомы сформировались у 5 (2,4%) пациенток при удалении единичных новообразований и у 7 (9,8%) – при удалении множественных (табл. 4); их размеры варьировали от 15 до 150 мм. Был выше процент гематом в этой группе при выполнении двусторонней ВАБ: 15,3% против 3,2% при вмешательстве на одной МЖ. Это обусловлено тем, что при двусторонней ВАБ без ЛИК

нет возможности сразу после вмешательства на первой МЖ провести ее адекватную компрессию тугим эластическим бинтованием и приступить к операции на второй железе. В группе с применением ЛИК такой разницы нет, что свидетельствует об эффективности гемостаза на протяжении длительного времени выполнения вмешательства на обеих МЖ на этапе до наложения эластической компрессии. У одной пациентки гематома размером 150 мм потребовала эвакуации, что было осуществлено через точку ввода роботизированной иглы вакуум-аспирацией. Также следует отметить, что чаще гематомы наблюдались у пациенток с локализацией новообразований в медиальных квадрантах МЖ, так как данная зона в последующем подвергается меньшему давлению при наложении эластичного бинта и в ряде случаев требует использования тампона-прокладки под эластичный бинт для создания локального давления.

У пациенток после применения ЛИК (табл. 5) общая частота гематом в процентном отношении снизилась в 2 раза, а остаточной ткани – в 2,5 раза. При этом максимальная полость гематомы в зоне резекции не превышала 3 см, а в случае ВАБ без ЛИК размер гематомы достигал 15 см.

Также ЛИК показала эффективность в профилактике остаточной ткани удаленного новообразования. В группе без ЛИК

Таблица 5. Частота осложнений в группе ВАБ с применением ЛИК

Table 5. Incidence of complications in the VAB group with LIC

Вариант ВАБ	Количество пациенток	Количество гематом	Количество случаев остаточной ткани
Единичное образование	512	8 (1,5%)	29 (5,6%)
Множественные образования	199	6 (3%)	20 (10%)
Односторонняя ВАБ	628	12 (1,9%)	41 (6,5%)
Двусторонняя ВАБ	83	2 (2,4%)	8 (9,6%)
Итого	711	14 (1,97%)	49 (6,89%)

процент остаточной ткани составил 16% против 6,89% в группе с ЛИК. Данный эффект, как уже было отмечено выше, обусловлен тем, что после коагуляции ложа удаленного образования происходит вапоризация жидкости (в том числе и анестетика), а также субъективно менее выражен отек тканей. Это улучшает ультразвуковую визуализацию области операции: ткани более четко дифференцируются, что позволяет объективно оценить ложе при УЗИ тотчас после процедуры и, в случае необходимости, выполнить дополнительные туры режущей иглой в зонах, вызывающих сомнение на наличие остаточной ткани.

Иные осложнения, представленные ранением кожи, мышц, перфорацией грудной стенки, острыми продолжающимися кровотечениями, формированием псевдоанев-

ризма, а также нагноением операционной раны, не встречались.

Далее с целью оценки ассоциации отдельных факторов с частотой послеоперационных гематом был проведен однофакторный регрессионный анализ, по результатам которого показатели, продемонстрировавшие значимость, были включены в многофакторную модель (табл. 6, значимые показатели выделены жирным шрифтом). Независимыми факторами, ассоциированными с повышением вероятности послеоперационных гематом, являлись увеличение длинника новообразования и множественные удаляемые новообразования, тогда как применение ЛИК сопровождалось снижением вероятности развития гематом в 2,47 раза (ОШ 0,405 (95% ДИ 0,184–0,895)).

Таблица 6. Анализ влияния факторов на вероятность формирования гематом

Table 6. Analysis of factors influencing the probability of hematoma formation

Показатель	Однофакторная модель		Многофакторная модель	
	ОШ (95% ДИ)	p	ОШ (95% ДИ)	p
Возраст	1,020 (0,980–1,053)	0,3891	–	–
Количество удаленных новообразований	1,721 (1,334–2,221)	<0,0001	–	–
Длинник, мм	1,053 (1,009–1,099)	0,0181	1,051 (1,005–1,099)	0,0301
ЛИК	0,440 (0,201–0,964)	0,0402	0,405 (0,184–0,895)	0,0255
Множественные удаляемые новообразования	2,735 (1,251–5,979)	0,0117	2,543 (1,155–5,601)	0,0205
Односторонняя ВАБ	0,510 (0,188–1,382)	0,1857	–	–

ОБСУЖДЕНИЕ

Важным аспектом при выполнении ВАБ является использование оптимального метода гемостаза. При выполнении ЛИК при ВАБ под ультразвуковым контролем имеется возможность контролировать работу лазера в режиме реального времени и управлять плоскостью его воздействия, осуществляя коагуляцию зоны интереса на 360° из одной точки введения. Интраоперационное УЗИ также позволяет оценить эффективность и достаточность ЛИК. Именно использование надежного интраоперационного метода гемостаза позволяет расширить возможности ВАБ в части удаления крупных и/или множественных новообразований МЖ.

Поскольку ВАБ неразрывно связана с УЗИ, только соблюдение алгоритмов определения оптимальной предоперационной разметки точек ввода роботизированной иглы-зонда, а также методологии интраоперационного УЗИ на всех этапах вмешательства позволяет достичь максимального эффекта.

При проведении анализа влияния различных факторов на формирование гематом после ВАБ выявлено, что значимыми являются количество одномоментно удаляемых новообразований, их размер и использование ЛИК в качестве способа гемостаза. Причем при многофакторном анализе установлено, что ЛИК является независимым фактором влияния, снижающим вероятность гематом в 2,47 раза.

Применение ЛИК при ВАБ по полученным в настоящем исследовании данным также показало, что частота наличия случаев остаточной ткани в этой группе пациенток наблюдалась в 2 раза реже. При удалении единичных новообразований путем ВАБ с использованием ЛИК частота гематом составила 1,5%, при множественных – 3% ($p = 0,2110$). Существуют иные методы гемостаза при ВАБ, такие как применение катетера Фолея в ложе удаленных образований, использование тромбин-желатинового матрикса, гелевой пены, спирта, применение внутрисосудистой эмболизации (последняя применяется редко и преимущественно в случае неконтролируемых кровотечений). Один из указанных методов гемостаза – применение катетера Фолея в ложе резецированного образования, ана-

лизируемый в исследовании S.M. Fu и соавт., показал снижение частоты гематом до 6,7% у пациенток с единичными новообразованиями и до 10,4% – с множественными [23]. Кроме того, использование данной методики связано с необходимостью помещать и раздувать баллон катетера Фолея непосредственно в ложе удаленного образования и выдерживать экспозицию 10 мин. ЛИК проводится через апертуру роботизированной иглы, не требуя ее извлечения и дополнительных манипуляций с тканями ложа. Еще одной методикой гемостаза при ВАБ является использование тромбин-желатинового матрикса, которая, по данным исследования Y. Tzeng и соавт., не показала значимой разницы в части профилактики именно полостных жидкостных скоплений (25% против 26,7%), но снизила риск острых кровотечений до 5,5% [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При соблюдении определенных принципов предоперационной разметки и ультразвуковой навигации, а также при условии использования ЛИК ВАБ может применяться с лечебной целью для удаления доброкачественных новообразований молочных желез, в том числе у пациенток с крупными и/или множественными опухолями. ЛИК позволяет расширить возможности ВАБ и улучшить ее безопасность в части снижения риска геморрагических осложнений в 2,47 раза. Также в группе пациенток с применением ЛИК частота случаев остаточной ткани удаляемых новообразований наблюдалась в два 2 раза по сравнению с группой без ЛИК.

Участие авторов

Марущак Е.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, проведение исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Бутенко А.В. – участие в научном дизайне, подготовка, подготовка, создание опубликованной работы.

Зубарева Е.А. – ответственность за целостность всех частей статьи, подготовка, создание опубликованной работы.

Фисенко Е.П. – подготовка и редактирование текста статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Marushchak E.A. – concept and design of the study, collection and analysis of data, conducting research, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Butenko A.V. – participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

Zubareva E.A. – responsibility for the integrity of all parts of the article, preparation and creation of the published work.

Fisenko E.P. – text preparation and editing, approval of the final version of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году / Под ред. А.Д. Каприна, В.В.Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, 2024. 262 с. ISBN 978-5-85502-297-1
2. Cancer Today International Agency for Research on Cancer/Cancer. Today. Available at: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/cancers/20-breast-fact-sheet.pdf>
3. Севостьянова О.Ю., Чумарная О.Ю., Севостьянова Н.Е. и др. Динамика заболеваемости доброкачественной дисплазией молочной железы на региональном уровне. *Онколог женской reproductive системы*. 2023; 19 (2): 25–33. <http://doi.org/10.17650/1994-4098-2023-19-2-25-33>
4. Клинические рекомендации “Доброкачественная дисплазия молочной железы” от 2024 г. Утверждены Минздравом РФ. Available at: http://disuria.ru/_ld/9/996_kr20N60mz.pdf
5. Бусько Е.А., Семиглазов В.В., Апоплонова В.С., Целуйко А.И. и др. Интервенционные технологии в маммологии. Учебное пособие. СПб.: ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова Минздрава России, 2020. 84 с. ISBN 978-5-6045022-5-9
6. Клинические рекомендации “Рак молочной железы” от 2021 г. Утверждены Минздравом РФ. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/379_4
7. Ding B., Chen D., Li X. et al. Meta analysis of efficacy and safety between Mammotome vacuum-assisted breast biopsy and open excision for benign breast tumor. *Gland. Surg.* 2013; 2 (2): 69–79. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2227-684X.2013.05.06>
8. Perretta T., Meucci R., Pistolese C.A. et al. Ultrasound-guided laser ablation after excisional vacuum-assisted breast biopsy for small malignant breast lesions: preliminary results. *Technol. Cancer Res. Treat.* 2021; 20: 1–9. <http://doi.org/10.1177/1533033820980089>
9. Леванов А.В., Марущак Е.А., Плетнер П.Д., Магомедова П. Ультразвуковая навигация для вакуумной аспирационной биопсии при новообразованиях молочных желез – от диагностической значимости к лечебной: Тезисы VIII съезда РАСУДМ с международным участием. Москва, 2–5 октября 2019 г. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2019; 3 (Приложение): 48.
10. Леванов А.В., Марущак Е.А., Дьяченко В.В., Михайлова О.В., Сидоров А.О. Использование лазерного интерстициального излучения для коагуляции и профилактики гематом при выполнении вакуумной аспирационной биопсии. Материалы IX Петербургского международного онкологического форума «Белые ночи 2023». *Вопросы онкологии*. 2023; 69 (3). Приложение: 414–415.
11. Plantade R., Hammou J.C., Gerard F. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy: review of 382 cases. *J. Radiol.* 2005; 86 (9, Pt 1): 1003–1015. PMID: 16224340
12. Kibil W., Hodorowicz-Zaniewska D., Szczepanik A. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted core biopsy in the diagnosis and treatment of focal lesions of the breast – own experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*. 2013; 8 (1): 63–68. <http://doi.org/10.5114/witm.2011.31630>
13. March D.E., Coughlin B.F., Barham R.B. et al. Breast masses: removal of all US evidence during biopsy by using a handheld vacuum-assisted device – initial experience. *Radiology*. 2003; 227 (2): 549–555. <http://doi.org/10.1148/radiol.2272020476>
14. Yao F., Li J., Wan Y. et al. Sonographically guided vacuum-assisted breast biopsy for complete excision of presumed benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31 (12): 1951–1957. PMID: 23197548
15. Grady I., Gorsuch H., Wilburn-Bailey S. Long-term outcome of benign fibroadenomas treated by ultrasound-guided percutaneous excision. *Breast J.* 2008; 14 (3): 275–278. <http://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2008.00574.x>
16. Tagaya N., Nakagawa A., Ishikawa Y. et al. Experience with ultrasonographically guided vacuum-assisted resection of benign breast tumors. *Clin. Radiol.* 2008; 63 (4): 396–400. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2007.06.012>
17. Park H.L., Kwak J.Y., Jung H. et al. Is mammotome excision feasible for benign breast masses bigger than 3 cm in the greatest dimension? *J. Kor. Surg. Soc.* 2006; 70: 25–29.
18. Kolman S., Zonderlabb M.H. Fibroadenomen verwijderen met vacuumbiopsie. *Ned. Tijdschr. Geneeskde.* 2011; 155: 1–3.
19. Ko E.S., Bae Y.A., Kim M.J. et al. Factors affecting the efficacy of ultrasound-guided vacuum-assisted percutaneous excision for removal of benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2008; 27 (1): 65–73.
20. Марущак Е.А., Леванов А.В., Зубарева Е.А., Горский В.А., Глушков П.С. Особенности предоперационной разметки и навигации при выполнении вакуумной аспирационной биопсии новообразований молочных желез под контролем ультразвукового исследования. *REJR.* 2024; 14 (2): 43–56. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-2-43-56>
21. Леванов А.В., Марущак Е.А., Сидоров А.О., Некрасов Д.А., Мнихович М.В., Ветлицына С.В., Шириненко И.А., Аксанова П.А., Смеянов В.В.,

- Катчиева П.Х. Вакуумная аспирационная биопсия: эволюция метода, профилактика геморрагических осложнений. *Амбулаторная хирургия.* 2024; 21 (2): 142–152. <https://doi.org/10.21518/akh2024-021>
22. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19.02.2021 г. №116н “Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях”. Available at: <https://base.garant.ru/400533605>
23. Fu S.M., Wang X.M., Yin C.Y., Song H. Effectiveness of hemostasis with Foley catheter after vacuum-assisted breast biopsy. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7(7): 1213–1220. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.05.17>
24. Tzeng Y.T., Liu S.I., Wang B.W. et al. The Efficacy of Thrombin-Gelatin Matrix in Hemostasis for Large Breast Tumor after Vacuum-Assisted Breast Biopsy. *J. Pers. Med.* 2022; 12 (2): 301. <https://doi.org/10.3390/jpm12020301>
- vacuum-assisted breast biopsy for small malignant breast lesions: preliminary results. *Technol. Cancer Res. Treat.* 2021; 20: 1–9. <http://doi.org/10.1177/1533033820980089>
9. Levanov A.V., Marushchak E.A., Pletner P.D., Magomedova P. Ultrasound navigation for vacuum aspiration biopsy in breast tumors – from diagnostic significance to therapeutic: Abstracts of the VIII RASUDM Congress with international participation. Moscow, October 2–5, 2019. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2019; 3 (Suppl.): 48. (In Russian)
10. Levanov A.V., Marushchak E.A., Dyachenko V.V. et al. The use of laser interstitial radiation for coagulation and prevention of hematomas during vacuum aspiration biopsy. Materials of the IX St. Petersburg International Oncological Forum “White Nights 2023”. *Voprosy onkologii = Issues of oncology;* 2023; 69 (3). (Suppl.): 414–415. (In Russian)
11. Plantade R., Hammou J.C., Gerard F. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy: review of 382 cases. *J. Radiol.* 2005; 86 (9, Pt 1): 1003–1015. PMID: 16224340
12. Kibil W., Hodorowicz-Zaniewska D., Szczepanik A. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted core biopsy in the diagnosis and treatment of focal lesions of the breast – own experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques.* 2013; 8 (1): 63–68. <http://doi.org/10.5114/wiitm.2011.31630>
13. March D.E., Coughlin B.F., Barham R.B. et al. Breast masses: removal of all US evidence during biopsy by using a handheld vacuum-assisted device – initial experience. *Radiology.* 2003; 227 (2): 549–555. <http://doi.org/10.1148/radiol.2272020476>
14. Yao F., Li J., Wan Y. et al Sonographically guided vacuum-assisted breast biopsy for complete excision of presumed benign-breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31 (12): 1951–1957. PMID: 23197548
15. Grady I., Gorsuch H., Wilburn-Bailey S. Long-term outcome of benign fibroadenomas treated by ultrasound-guided percutaneous excision. *Breast J.* 2008; 14 (3): 275–278. <http://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2008.00574.x>
16. Tagaya N., Nakagawa A., Ishikawa Y. et al. Experience with ultrasonographically guided vacuum-assisted resection of benign breast tumors. *Clin. Radiol.* 2008; 63 (4): 396–400. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2007.06.012>
17. Park H.L., Kwak J.Y., Jung H. et al. Is mammotome excision feasible for benign breast masses bigger than 3 cm in the greatest dimension? *J. Kor. Surg. Soc.* 2006; 70: 25–29.
18. Kolman S., Zonderlabb M.H. Fibroadenomen verwijderen met vacuumbiopsie. *Ned. Tijdschr. Geneeskdt.* 2011; 155: 1–3.
19. Ko E.S., Bae Y.A., Kim M.J. et al. Factors affecting the efficacy of ultrasound-guided vacuum-assisted percutaneous excision for removal of benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2008; 27 (1): 65–73.
20. Marushchak E.A., Levanow A.V., Zubareva E.A. et al. Features of preoperative marking and navigation during vacuum aspiration biopsy of breast

REFERENCES

- The state of oncological care for the Russian population in 2023 / Eds by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova. Moscow: P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute (MORI) for administrative and economic work – the branch of the FSBI “National Medical Research Radiological Centre” (NMRRCC) of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2024. 262 p. ISBN 978-5-85502-297-1 (In Russian)
- Cancer Today International Agency for Research on Cancer/Cancer. Today. Available at: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/cancers/20-breast-fact-sheet.pdf>
- Sevostyanova O.Yu., Chumarnaya T.V., Sevostyanova N.E. et al. Dynamics of the incidence of benign breast disease at the regional level. *Tumors of Female Reproductive System.* 2023; 19 (2): 25–33. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2023-19-2-25-33> (In Russian)
- Clinical recommendations “Benign breast dysplasia” from 2024 Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. Available at: http://disuria.ru/_ld/9/996_kr20N60mz.pdf (In Russian)
- Busko E.A., Semiglazov V.V., Apollonova V.S., Tseluiko A.I. et al. Interventional technologies in mammology. The training manual. Saint Petersburg: N.N. Petrov National Medicine Research Center of oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 2020. 84 p. ISBN 978-5-6045022-5-9 (In Russian)
- Clinical guidelines “Breast Cancer” from 2021 Approved by the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Available at: https://cr.minsdrav.gov.ru/schema/379_4 (In Russian)
- Ding B., Chen D., Li X. et al. Meta analysis of efficacy and safety between Mammotome vacuum-assisted breast biopsy and open excision for benign breast tumor. *Gland. Surg.* 2013; 2 (2): 69–79. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2227-684X.2013.05.06>
- Perretta T., Meucci R., Pistolese C.A. et al. Ultrasound-guided laser ablation after excisional
- vacuum-assisted breast biopsy for small malignant breast lesions: preliminary results. *Technol. Cancer Res. Treat.* 2021; 20: 1–9. <http://doi.org/10.1177/1533033820980089>
- Levanov A.V., Marushchak E.A., Pletner P.D., Magomedova P. Ultrasound navigation for vacuum aspiration biopsy in breast tumors – from diagnostic significance to therapeutic: Abstracts of the VIII RASUDM Congress with international participation. Moscow, October 2–5, 2019. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2019; 3 (Suppl.): 48. (In Russian)
- Levanov A.V., Marushchak E.A., Dyachenko V.V. et al. The use of laser interstitial radiation for coagulation and prevention of hematomas during vacuum aspiration biopsy. Materials of the IX St. Petersburg International Oncological Forum “White Nights 2023”. *Voprosy onkologii = Issues of oncology;* 2023; 69 (3). (Suppl.): 414–415. (In Russian)
- Plantade R., Hammou J.C., Gerard F. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy: review of 382 cases. *J. Radiol.* 2005; 86 (9, Pt 1): 1003–1015. PMID: 16224340
- Kibil W., Hodorowicz-Zaniewska D., Szczepanik A. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted core biopsy in the diagnosis and treatment of focal lesions of the breast – own experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques.* 2013; 8 (1): 63–68. <http://doi.org/10.5114/wiitm.2011.31630>
- March D.E., Coughlin B.F., Barham R.B. et al. Breast masses: removal of all US evidence during biopsy by using a handheld vacuum-assisted device – initial experience. *Radiology.* 2003; 227 (2): 549–555. <http://doi.org/10.1148/radiol.2272020476>
- Yao F., Li J., Wan Y. et al Sonographically guided vacuum-assisted breast biopsy for complete excision of presumed benign-breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31 (12): 1951–1957. PMID: 23197548
- Grady I., Gorsuch H., Wilburn-Bailey S. Long-term outcome of benign fibroadenomas treated by ultrasound-guided percutaneous excision. *Breast J.* 2008; 14 (3): 275–278. <http://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2008.00574.x>
- Tagaya N., Nakagawa A., Ishikawa Y. et al. Experience with ultrasonographically guided vacuum-assisted resection of benign breast tumors. *Clin. Radiol.* 2008; 63 (4): 396–400. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2007.06.012>
- Park H.L., Kwak J.Y., Jung H. et al. Is mammotome excision feasible for benign breast masses bigger than 3 cm in the greatest dimension? *J. Kor. Surg. Soc.* 2006; 70: 25–29.
- Kolman S., Zonderlabb M.H. Fibroadenomen verwijderen met vacuumbiopsie. *Ned. Tijdschr. Geneeskdt.* 2011; 155: 1–3.
- Ko E.S., Bae Y.A., Kim M.J. et al. Factors affecting the efficacy of ultrasound-guided vacuum-assisted percutaneous excision for removal of benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2008; 27 (1): 65–73.
- Marushchak E.A., Levanow A.V., Zubareva E.A. et al. Features of preoperative marking and navigation during vacuum aspiration biopsy of breast

- masses under the ultrasound control. *REJR.* 2024; 14 (2): 43–56. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-2-43-56>. (In Russian)
21. Levanov A.V., Marushchak E.A., Sidorov A.O. et al. Vacuum aspiration biopsy: evolution of the method, prevention of hemorrhagic complications. *Ambulatornaya khirurgiya = Ambulatory Surgery (Russia).* 2024; 21 (2): 142–152. <https://doi.org/10.21518/akh2024-021> (In Russian)
22. Order of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation dated 02/19/2021 No. 116n “On approval of the Procedure for providing medical care to the adult population with oncological diseases”.
- Available at: <https://base.garant.ru/400533605>
(In Russian)
23. Fu S.M., Wang X.M., Yin C.Y., Song H. Effectiveness of hemostasis with Foley catheter after vacuum-assisted breast biopsy. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7(7): 1213–1220. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.05.17>
24. Tzeng Y.T., Liu S.I., Wang B.W. et al. The Efficacy of Thrombin-Gelatin Matrix in Hemostasis for Large Breast Tumor after Vacuum-Assisted Breast Biopsy. *J. Pers. Med.* 2022; 12 (2): 301. <https://doi.org/10.3390/jpm12020301>

Evaluation of the effectiveness of laser interstitial coagulation in ultrasound-guided vacuum-assisted aspiration resection of breast neoplasms

E.A. Marushchak^{1,2*}, A.V. Butenko¹, E.A. Zubareva², E.P. Fisenko¹

¹ B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center; 2, Abrikosovsky lane, Moscow 119991, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrivityanova str., Moscow 117997, Russian Federation

Elena A. Marushchak – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Head of the ultrasound diagnostics department Scientific and Clinical Center No. 2 B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center; Associate Professor of the ultrasound diagnostics department, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow.
<https://orcid.org/0000-0001-5639-3315>

Alexey V. Butenko – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Associate Director for Medical Work, Chief Physician of Scientific and Clinical Center No. 2 B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow.
<https://orcid.org/0000-0003-4390-9276>

Elena A. Zubareva – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief of the ultrasound diagnostics department N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

Elena P. Fisenko – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Chief Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, of the Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Correspondence* to Elena A. Marushchak – e-mail: e.marushchak@mail.ru

The increasing incidence of both benign and malignant breast pathology, along with advancements and the active implementation of high-tech surgical techniques, has led to a rise in the number of vacuum-assisted biopsies (VAB) performed. In addition to the growing number of VAB procedures, there is a trend toward expanding the method's capabilities—from performing biopsies for diagnostic purposes to the complete removal of lesions for therapeutic purposes as an alternative to traditional segmental resection. There are numerous variations of total VAB, but in most cases, it involves the removal of a single small lesion in one breast, as the limiting factors include the risk of intraoperative bleeding and incomplete tumor tissue removal. Therefore, key issues in the field of interventional minimally invasive breast surgery today include the development of an adequate intraoperative hemostasis technique aimed at preventing complications, expanding VAB capabilities for the removal of larger and multiple lesions, and defining ultrasound criteria for its effectiveness and adequacy in real-time navigation.

The article presents an analysis of VAB procedures performed for the removal of single and multiple breast lesions in 986 patients, including simultaneous excision of multiple lesions in both breasts, with and without the use of laser interstitial coagulation (LIC). The methodology of LIC under real-time ultrasound guidance is described, along with ultrasound criteria for assessing its effectiveness and adequacy.

Objective. To evaluate the effectiveness of laser interstitial coagulation (LIC) during ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy (VAB) in patients with breast masses.

Materials and Methods. From 2017 to 2024, a total of 986 patients underwent ultrasound-guided VAB in the day hospital of the B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, SCC №2. A total of 1,433 breast lesions were removed, with the number of excised lesions per patient ranging from 1 to 7. The maximum lesion size removed was 54 mm. Indications for intervention were determined based on instrumental diagnostic methods (stratified according to the BI-RADS scale), as well as patient history, symptoms, and laboratory findings. Before therapeutic VAB, all patients underwent preoperative morphological verification. While in the process of developing an effective intraoperative hemostasis technique, VAB was performed without LIC in 275 patients. In 711 patients, VAB was performed with LIC as a prevention against hemorrhagic complications.

Results. The use of LIC significantly expands the capabilities of vacuum-assisted biopsy (VAB) for the removal of multiple and/or large breast lesions. The overall rate of hemorrhagic complications in the VAB group without LIC was 4.36%, whereas in the LIC-assisted VAB group, it decreased to 1.97%. The residual tissue rate in the VAB group without LIC reached 16%, while in the LIC-assisted group, it was reduced to 6.89%. When adhering to the described ultrasound navigation technique and adequacy control of LIC, VAB serves as an alternative to "open" breast surgeries. LIC enhances the safety of VAB by minimizing the incidence of hemorrhagic complications, expanding its capabilities, reducing the risk of residual tissue, and promoting the formation of a finer scar. According to univariate regression analysis, significant factors influencing hematoma development included lesion length, the number of lesions, lesion multiplicity, and LIC application. Multivariate analysis identified lesion length and the number of excised lesions as independent factors associated with an increased risk of postoperative hematomas, while the use of LIC was associated with a 2.47-fold reduction in hematoma risk.

Conclusion. LIC is an independent factor that significantly reduces the incidence of hemorrhagic complications during therapeutic vacuum-assisted biopsy by 2.47 times. This technique enables the safe and simultaneous removal of multiple lesions, including those affecting both breasts, as well as large-sized lesions. The use of LIC reduces the required duration of subsequent elastic breast compression from 24 to 6 hours and the risk of residual tumor tissue, and minimizes scar formation in the tumor bed.

Keywords: ultrasound; breast; VAB; vacuum aspiration biopsy; BI-RADS; ultrasound guidance; laser interstitial coagulation; bleeding

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Marushchak E.A., Butenko A.V., Zubareva E.A., Fisenko E.P. Evaluation of the effectiveness of laser interstitial coagulation in ultrasound-guided vacuum-assisted aspiration resection of breast neoplasms. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 85–100.

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-318> (In Russian)

Received: 12.12.2024.

Accepted for publication: 05.02.2025.

Published online: 03.03.2025.