DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-54-59

Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г., Восканян С.Э.

РЕКОНСТРУКЦИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ DIEP-ЛОСКУТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ КОНСЕРВАЦИИ АУТОТРАНСПЛАНТАТА: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Зугумова Мариям Шамиловна, email: zugumova@list.ru

РЕФЕРАТ

Актуальность. DIEP-лоскут является «золотым стандартом» аутологичной реконструкции молочной железы, однако ишемические повреждения (краевой некроз, жировой некроз) остаются серьёзной проблемой. Гипотермическая консервация трансплантата с использованием перфузионных растворов позволяет снизить метаболическую активность тканей и минимизировать реперфузионные нарушения.

Цель работы — сравнить непосредственные результаты реконструкции молочной железы DIEP-лоскутом при классической технике и при модифицированной методике, включающей гипотермическую перфузию консервирующим раствором.

Материал и методы. В исследование включено 40 пациенток после отсроченной реконструкции молочной железы DIEP-лоскутом. Группа 1 (n=20) — классическая техника без холодовой консервации. Группа 2 (n=20) — модифицированная техника: после выделения лоскута и пересечения сосудистой ножки проводили гипотермическую перфузию консервирующим раствором (4°C, объём 400–1000 мл) через канюлированную артерию с помещением лоскута в ледяную крошку. Оценивали частоту краевых и жировых некрозов, время тепловой ишемии, сроки завершающего этапа.

Результаты. В группе 2 краевых некрозов не отмечено (0% против 15% в группе 1, p=0,03), частота жировых некрозов составила 5% против 20% (p=0,04). Время тепловой ишемии в группе 2 было меньше (110±10 мин против 142±18 мин, p<0,01) за счёт возможности отсроченного анастомозирования после консервации. Сроки завершающего этапа реконструкции сократились с 7,5±1,4 до 5,5±1,1 мес. (p<0,01).

Выводы. Применение гипотермической консервации DIEP-лоскута раствором Custodiol позволяет полностью предотвратить краевые некрозы, снизить частоту жировых некрозов и улучшить эстетические результаты реконструкции.

Ключевые слова: *DIEP-лоскут; реконструкция молочной железы; гипотермическая консервация; консервирующий раствор; краевой некроз; перфузионный раствор; холодовая ишемия.*

Для цитирования: Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г., Восканян С.Э. Реконструкция молочной железы DIEP-лоскутом с применением гипотермической консервации аутотрансплантата: сравнительное исследование. // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2026. № 4. С. 54–59. DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-54-59

DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-54-59

Breast Reconstruction with a DIEP Flap Using Hypothermic Preservation of the Autologous Flap: a Comparative Study

M.Sh. Zugumova, N.G. Stepanyants, S.E. Voskanyan

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: Mariam Sh. Zugumova : e-mail: zugumova@list.ru

ABSTRACT

Background. The DIEP flap is the “gold standard” for autologous breast reconstruction; however, ischemic injuries (marginal necrosis, fat necrosis) remain a serious problem. Hypothermic preservation of the graft using perfusion solutions can reduce tissue metabolic activity and minimize reperfusion injury.

Objective – to compare the immediate outcomes of DIEP flap breast reconstruction using the conventional technique versus a modified technique that includes hypothermic perfusion with a preservation solution.

Materials and methods. The study included 40 patients who underwent delayed DIEP flap breast reconstruction. Group 1 (n=20) underwent the conventional technique without cold preservation. Group 2 (n=20) underwent a modified technique: after flap harvest and pedicle division, hypothermic perfusion with a preservation solution (4°C, volume 400–1000 mL) was performed through a cannulated artery, and the flap was placed in ice slush. The incidence of marginal and fat necrosis, warm ischemia time, and timing of the final reconstructive stage were assessed.

Results. In Group 2, no marginal necrosis was observed (0% vs. 15% in Group 1, p=0.03), and the rate of fat necrosis was 5% vs. 20% (p=0.04). Warm ischemia time was shorter in Group 2 (110±10 min vs. 142±18 min, p<0.01) due to the possibility of delayed anastomosis after preservation. The time to the final reconstructive stage decreased from 7.5±1.4 to 5.5±1.1 months (p<0.01).

Conclusions. Hypothermic preservation of the DIEP flap with Custodiol solution completely prevents marginal necrosis, reduces the rate of fat necrosis, and improves the aesthetic outcomes of reconstruction.

Keywords: *DIEP flap; breast reconstruction; hypothermic preservation; preservation solution; marginal necrosis; perfusion solution; cold ischemia.*

For citation: Zugumova MSh, Stepanyants NG, Voskanyan SE. Breast reconstruction with a DIEP flap using hypothermic preservation of the autologous flap: a comparative study. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2026.4:54-59. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2026-4-54-59

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) занимает ведущее место в структуре онкологической заболеваемости женщин [1, 2, 3]. Мастэктомия, оставаясь основным радикальным методом лечения, приводит к формированию стойкого косметического дефекта и психоэмоциональным нарушениям [4]. Аутологичная реконструкция с использованием DIEP-лоскута (Deep Inferior Epigastric Perforator) признана наиболее физиологичным методом восстановления формы и объёма молочной железы, так как позволяет избежать импланта-ассоциированных осложнений и одновременно выполнить абдоминопластику [5, 6].

Однако микрохирургический характер операции сопряжен с риском ишемически-реперфузионных повреждений. Частота краевого некроза достигает 10–15%, жировых некрозов – 15–25% [7, 8]. Ключевым фактором, определяющим степень повреждения тканей, является продолжительность тепловой ишемии – периода от пересечения питающих сосудов до восстановления кровотока в реципиентной зоне [1, 9, 10].

В 2025 году для снижения ишемических осложнений предложена гипотермическая консервация аутотрансплантата. Данный метод основан на том, что снижение температуры тканей до 0–4°C уменьшает метаболическую активность, сохраняет запасы АТФ, предотвращает образование свободных радикалов и поддерживает целостность клеточных мембран [1, 11, 12]. Дополнительная перфузия специальными консервирующими растворами (например, Custodiol) позволяет обескровить лоскут, предотвратить внутрисосудистые тромбозы и ацидоз [1, 13].

Цель настоящего исследования – сравнить результаты реконструкции молочной железы DIEP-лоскутом при классической технике и при модифицированной методике, включающей гипотермическую консервацию трансплантата раствором Custodiol.

Материал и методы

Дизайн исследования. Проведено ретроспективное сравнительное исследование 40 пациенток, перенёсших отсроченную реконструкцию молочной железы DIEP-лоскутом в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в 2024–2025 гг.

Критерии отбора. Верифицированный РМЖ с завершённым радикальным лечением (мастэктомия, адъювантная химио- и лучевая терапия по показаниям), отсутствие прогрессирования, срок после мастэктомии ≥12 мес., информированное согласие. Критерии исключения: ИМТ >40 кг/м², неконтролируемый сахарный диабет, тяжёлая сердечно-сосудистая патология, предшествующие операции на передней брюшной стенке с повреждением нижних эпигастральных сосудов.

Группы исследования:

Группа 1 (классическая методика, n=20): операции выполнены в 2024-2025 гг. без гипотермической консервации. После выделения лоскута и пересечения сосудистой ножки лоскут находился в условиях тепловой ишемии до завершения анастомозов.

Группа 2 (модифицированная методика с гипотермической консервацией, n=20): операции выполнены в 2024-2025 гг. с применением холодовой перфузии раствором Custodiol по описанной ниже методике.

Подробное описание модифицированной методики (гипотермическая консервация)

Технический результат заявляемого способа – минимизация рисков перфузионных и некротических осложнений DIEP-лоскута и улучшение его приживления. Результат достигается за счёт холодовой консервации с применением перфузионного раствора Custodiol, так как холодовая ишемия имеет прямую связь со степенью ишемического повреждения трансплантата.

Этап 1. Подготовка реципиентной зоны.

Этап 2. Выделение DIEP-лоскута.

Этап 3. Гипотермическая консервация лоскута (ключевое отличие модифицированной методики). С целью минимизации ишемических повреждений и пролонгирования консервации лоскута осуществляют его гипотермическую перфузию раствором Custodiol. Для этого транспонируют DIEP-лоскут в стерильную металлическую ёмкость с ледяной крошкой, выполняют канюляцию внутривенным периферическим катетером (20G или 22G) артериального сосуда питающей ножки. Через катетер вводят охлаждённый до 4°C раствор Custodiol (общий объём – до 1 литра). Раствор помещают на высоту 130–150 см от стерильной ёмкости для создания гравитационного давления. Скорость инфузии регулируют винтовым зажимом; при полностью открытом зажиме скорость зависит от диаметра артерии, катетера и объёма лоскута. Перфузат проходит через артерию и изливается через вены. Конечной точкой служит появление из вен перфузата без примеси крови. Расход консервирующего раствора составляет от 400 до 1000 мл в зависимости от объёма лоскута. После завершения перфузии лоскут сохраняют в ёмкости с ледяной крошкой до момента формирования микрососудистых анастомозов, что позволяет произвольно увеличить «холодовое» время без ущерба для тканей.

Этап 4. Микрохирургический этап. После завершения консервации лоскут переносят в реципиентную зону, формируют анастомозы по типу «конец в конец» с внутренними грудными сосудами (нить 9/0–10/0). При этом общее время тепловой ишемии (от пересечения сосудов до начала перфузии холодным раствором) составляет не более 10–15 мин, а последующая холодовая ишемия может длиться до 2–3 часов без риска повреждения.

Послеоперационное наблюдение. В обеих группах мониторинг лоскута (цвет, температура, капиллярный ответ, допплерография) проводили в течение 3 суток. Краевой некроз определяли как наличие стойкого участка ишемии с последующим отторжением тканей. Жировой некроз диагностировали при УЗИ через 3 и 6 мес. Статистический анализ: t-критерий Стьюдента, χ^2 или точный критерий Фишера. Различия считали значимыми при $p<0,05$.

Результаты

Характеристика групп. Группы были сопоставимы по возрасту (51,8±5,9 vs 52,7±6,2 лет, p=0,71), ИМТ (27,1±3,4 vs 26,8±3,3 кг/м², p=0,69), частоте предшествующей лучевой терапии (30% vs 35%, p=0,74).

Интраоперационные показатели. В группе 2 (гипотермическая консервация) общее время тепловой ишемии (от пересечения сосудистой ножки до начала перфузии холодным раствором) составило 12±3 мин, после чего лоскут находился в состоянии холодовой ишемии (перфузия Custodiol + ледяная крошка) в среднем 85±15 мин до момента анастомозирования. Благодаря этому суммарное время ишемии, приходящееся на тепловой компонент, было минимальным. В группе 1 время тепловой ишемии (от пересечения сосудов до восстановления кровотока) составило 142±18 мин (p<0,01 при сравнении тепловой ишемии между группами).

Осложнения. Результаты представлены в табл.1.

В группе 2 краевых некрозов не было (0%) против 3 (15%) в группе 1 (p=0,03) (рис. 1). Жировой некроз малых размеров (до 1,5 см) выявлен только у одной пациентки (5%) в группе 2 (бессимптомное течение). Тромбозов анастомозов в группе 2 не зафиксировано. Сроки завершающего этапа реконструкции (симметризация, иссечение избытков кожи) в группе 2 были достоверно короче (5,5±1,1 мес. против 7,5±1,4 мес., p<0,01), а эстетическая удовлетворенность выше (4,7±0,4 vs 4,1±0,6 балла, p<0,01) (рис. 2, 3, 4).

Обсуждение

Полученные результаты демонстрируют, что применение гипотермической консервации DIEP-лоскута с перфузией раствором Custodiol позволяет полностью предотвратить развитие краевого некроза и значимо снизить частоту жировых некрозов. Это объясняется патофизиологическими эффектами холодовой ишемии: снижение температуры до 0–4°C уменьшает метаболическую активность тканей в 10–12 раз, сохраняет запасы АТФ, тормозит анаэробный гликолиз и накопление лактата, а также ингибирует активацию фосфолипаз и образование свободных радикалов кислорода [11, 12]. Дополнительная перфузия раствором Custodiol (содержащим гистидин, триптофан, кетоглутарат, маннитол) обеспечивает буферную емкость, предотвращает отёк клеток, поддерживает энергетический заряд и связывает свободные радикалы [13, 14].

В классической методике лоскут находится в условиях тепловой ишемии на протяжении всего времени от пересечения сосудов до завершения анастомозов (в нашем исследовании — в среднем 142 мин). Даже при этом относительно коротком для микрохирургии

Таблица 1.

Сравнительная характеристика классической и модифицированной (с гипотермической консервацией) методик

Table 1.

Comparative characteristics of the conventional and modified (hypothermic preservation) techniques

Показатель	Группа 1 (классическая, n=20)	Группа 2 (гипотермическая консервация, n=20)	p
Время тепловой ишемии, мин (M±SD)	142±18	12±3 (до перфузии) + холодовая ишемия 85±15	<0,01
Краевой некроз, n (%)	3 (15%)	0 (0%)	0,03
Жировой некроз (через 3 мес.), n (%)	4 (20%)	1 (5%)	0,04
Тромбоз микрососудистого анастомоза, n (%)	1 (5%)	0 (0%)	0,31
Повторные вмешательства по поводу осложнений, n (%)	2 (10%)	0 (0%)	0,07
Срок выполнения завершающего этапа реконструкции, мес.	7,5±1,4	5,5±1,1	<0,01

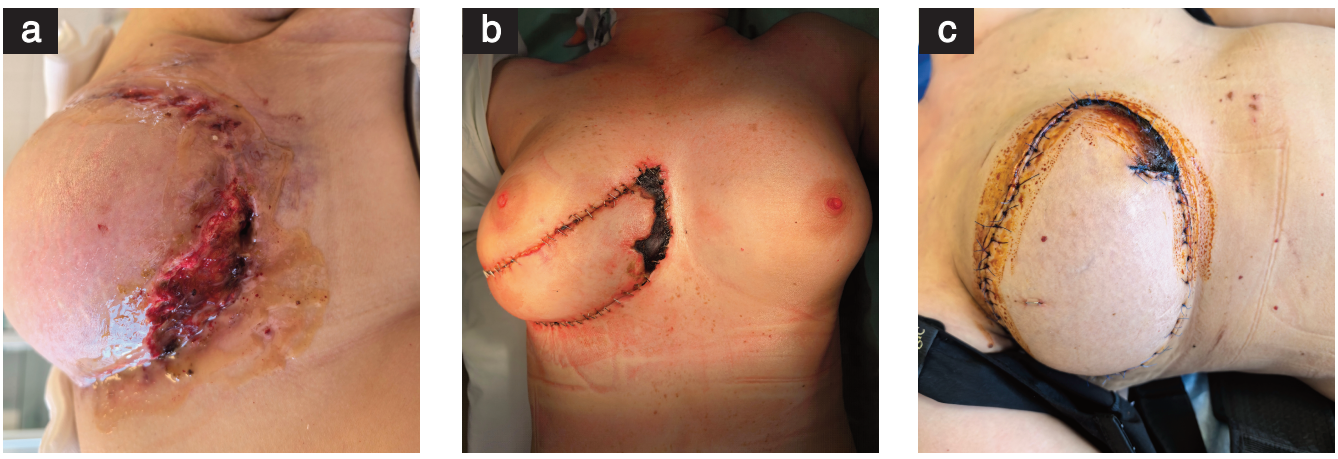


Рис. 1(a, b, c) Клинический пример краевых некрозов трансплантата в группе 1.

Fig. 1(a, b, c) Clinical example of marginal necrosis of the graft in Group 1.

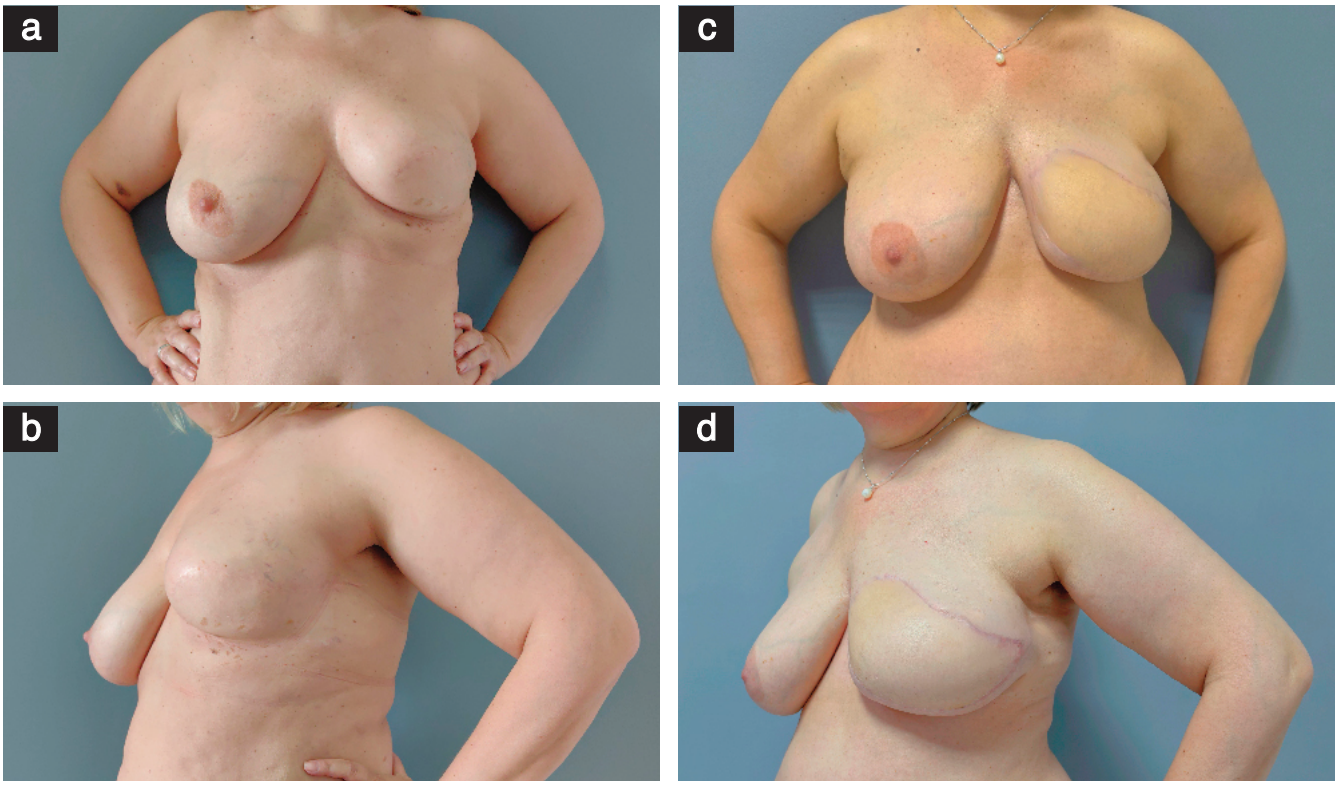


Рис. 2 (a,b,c,d) Клинический пример пациентки из группы 2. Удаление ранее установленного импланта в связи с развившейся контрактурой с последующей реконструкцией DIEP-лоскутом.
Fig. 2 (a, b, c, d) Clinical case of a patient from Group 2. Removal of a previously placed implant due to developed capsular contracture, followed by DIEP flap reconstruction.

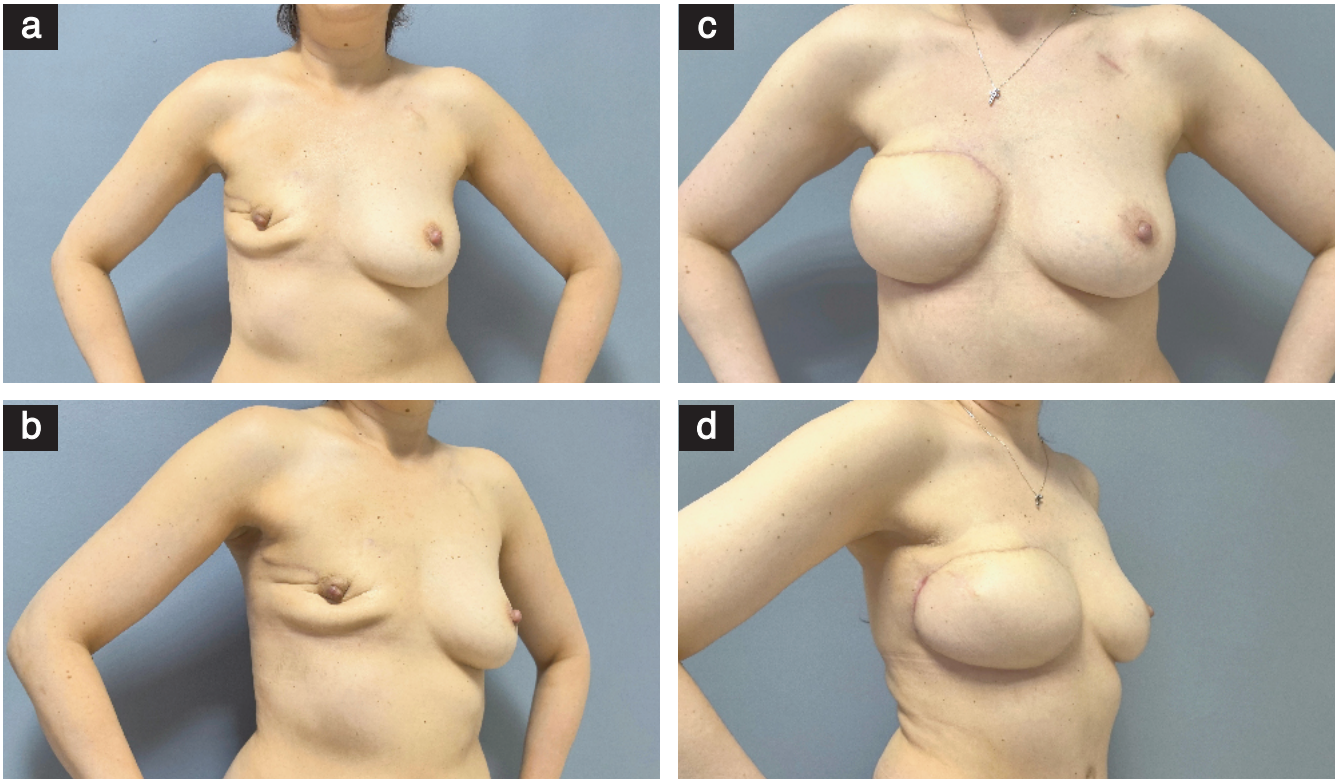


Рис. 3(a, b, c, d) Клинический пример пациентки из группы 2. Интраоперационно принято решение об удалении САК в виду отсутствия возможности его централизации из-за плотного рубцового процесса. Следующим этапом планируется реконструкция соска и татуаж ареолы.
Fig. 3 (a, b, c, d) Clinical case of a patient from Group 2. An intraoperative decision was made to remove the nipple-areolar complex (NAC) due to the impossibility of its centralization because of dense scarring. The next stage planned is nipple reconstruction and areola tattooing.

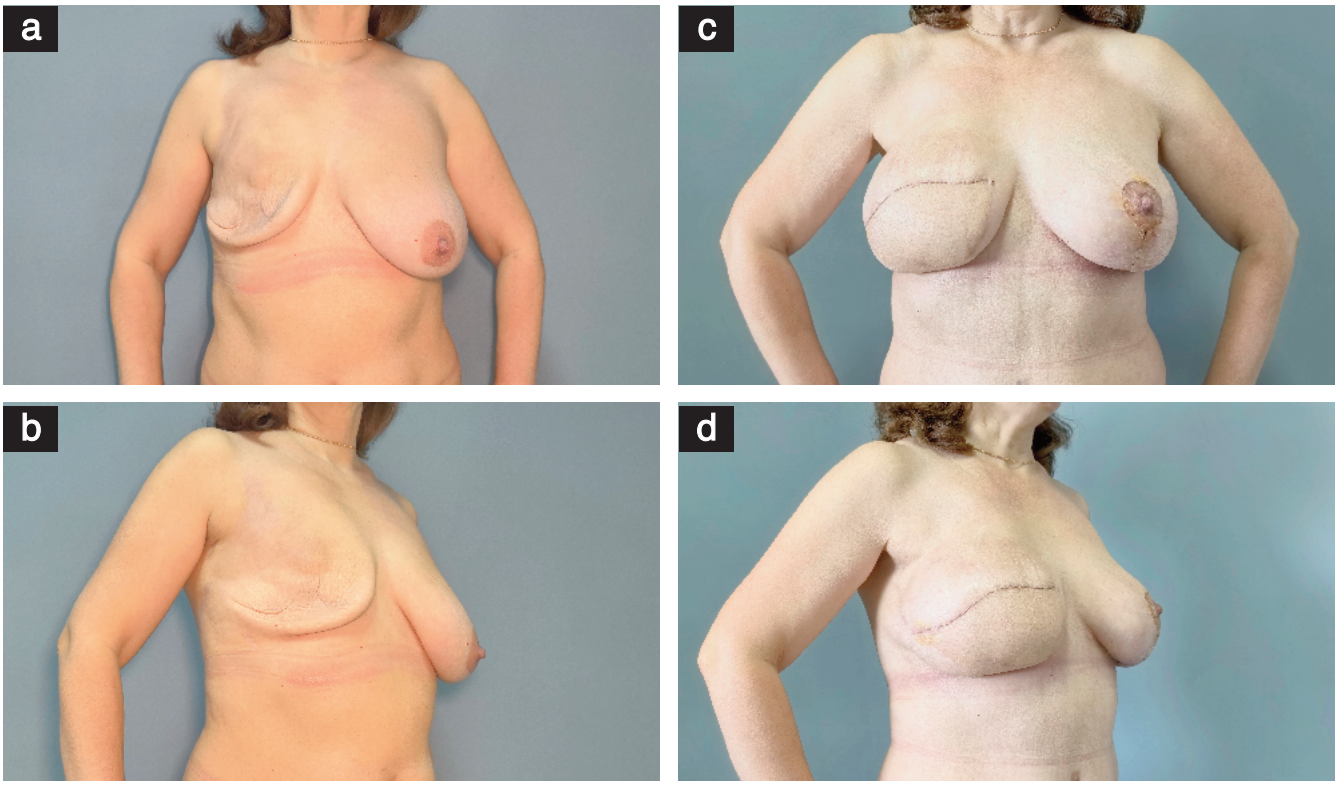


Рис. 4(a, b, c, d) Клинический пример пациентки из группы 2. Пациентке выполнена симметризирующая мастопексия контрлатеральной молочной железы.
Fig. 4 (a, b, c, d) Clinical example of a patient from Group 2. The patient underwent symmetrizing mastopexy of the contralateral breast.

интервале частота краевых некрозов достигла 15%, что соответствует литературным данным (10–15%) [7, 8]. При модифицированной методике тепловая ишемия ограничивается лишь временем от пересечения сосудов до начала перфузии холодным раствором (10–15 мин), после чего наступает период безопасной холодовой ишемии, во время которого можно выполнить анастомозы без спешки и с высоким качеством. Это принципиально меняет подход к микрохирургическому этапу: хирург не ограничен временем, может тщательно подготовить реципиентные сосуды и сформировать анастомозы в оптимальных условиях [15].

Отсутствие тромбозов в группе 2 (0% против 5% в группе 1) также может быть связано с тем, что перфузия Custodiol обеспечивает полное обескровливание лоскута и предотвращает внутрисосудистую коагуляцию во время ишемии [13]. Кроме того, снижение отёка эндотелия и поддержание целостности мембран улучшают реперфузионную микроциркуляцию.

Двухэтапная стратегия с отсроченной симметризацией (применялась в обеих группах) позволила в группе 2 выполнить завершающий этап раньше за счёт отсутствия ишемических осложнений. Пациентки были удовлетворены как формой молочной железы, так и отсутствием дополнительных перевязок и повторных операций.

Заключение (Выводы)

1. Модифицированная методика реконструкции молочной железы DIEP-лоскутом, включающая гипотермическую перфузию раствором Custodiol (4°C, объём 400–1000 мл) с помещением лоскута в ледяную крошку, позволяет свести к минимуму риски перфузионных и некротических осложнений.
2. Применение гипотермической консервации обеспечивает отсутствие краевых некрозов (0% против 15% в классической группе, p=0,03) и снижение частоты жировых некрозов с 20% до 5% (p=0,04).
3. За счёт сокращения времени тепловой ишемии (до 10–15 мин) и возможности безопасной холодовой ишемии улучшаются условия для формирования микрососудистых анастомозов и снижается риск тромбозов.
4. Использование предлагаемого способа позволяет ускорить завершающий этап реконструкции (5,5 мес. против 7,5 мес., p<0,01) и повысить эстетическую удовлетворенность пациенток.
5. Гипотермическая консервация DIEP-лоскута раствором Custodiol рекомендуется к внедрению в клиническую практику как эффективный метод профилактики ишемических повреждений при аутологичной реконструкции молочной железы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Степанянц Н.Г., Восканян С.Э., Губарев К.К., Зугумова М.Ш. Способ реконструкции молочной железы с использованием собственных тканей. Патент № 2845125 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/00, A61K 31/405, A61P 43/00: заявл. 10.09.2024 : опубл. 13.08.2025. EDN RWWOTR.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Злокачественные новообразования в России: статистика, основные тенденции и проблемы // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2021. Т.10. №5. С. 5-12.
3. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России // Российский онкологический журнал. 2020. Т.25. №3. С. 104-111.
4. Новикова О.В., Важенин А.В., Гладков О.А. Качество жизни больных раком молочной железы после радикального лечения // Вопросы онкологии. 2019. Т.65. №2. С. 245-250.
5. Васильев С.А., Гришин И.Н., Миланов Н.О. Сравнительный анализ методов реконструкции молочной железы с использованием аутологичных тканей // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2022. Т.27. №3. С. 15-24.
6. Мантурова Н.Е., Крикунова О.Ю., Шаробаро В.И. DIEP-лоскут в реконструктивной хирургии молочной железы: преимущества и ограничения // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2021. №2. С. 45-52.
7. Федоров В.Д., Гостищев В.К., Ермолов А.С. Осложнения микрохирургической аутотрансплантации тканей и методы их профилактики // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. №8. С. 24-31.
8. Трофимов Е.И., Решетов И.В., Кравцов С.А. Анализ причин тромбозов микрососудистых анастомозов при реконструкции молочной железы // Онкохирургия. 2021. Т.13. №2. С. 45-52.
9. Лебедев Л.В., Плотников М.В., Семенов А.Ю. Патофизиология ишемически-реперфузионного повреждения в реконструктивной микрохирургии // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2021. Т.20. №2. С. 4-12.
10. Соколов А.А., Белов Ю.В., Комарова Л.Н. Молекулярные механизмы ишемического повреждения тканей при микрохирургической трансплантации // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2022. Т.66. №3. С. 87-95.
11. Блохин С.Н., Решетов И.В., Трофимов Е.И. Отдалённые результаты реконструкции молочной железы DIEP-лоскутом // Опухоли женской репродуктивной системы. 2020.Т.16. №3. С. 58-65.
12. Козлов Ю.А., Новожилов В.А., Распутин А.А. Донорская зона при заборе DIEP-лоскута: функциональные и косметические результаты // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2023. Т.26. №1. С. 35-43.
13. Петров С.В., Никитин Н.А., Орлов А.Е. Роль эндотелиальной дисфункции в развитии реперфузионного синдрома // Вестник Российской академии медицинских наук. 2020. Т.75. №4. С. 312-320.
14. Зотов В.А., Соболевский В.А., Акопов А.Л. Эстетические аспекты реконструкции молочной железы после мастэктомии // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2022. Т.181. №2. С. 67-73.
15. Григорян А.С., Егоров В.И., Попов С.В. Двухэтапные реконструктивные вмешательства при микрохирургической аутотрансплантации тканей // Российский медицинский журнал. 2022. Т.30. №4. С. 245-252.

REFERENCES

1. Stepanyants N.G., Voskanyan S.E., Gubarev K.K., Zugumova M.Sh. Sposob Rekonstruktsii Molochnoy Zhelezy s Ispol'zovaniyem Sobstvennykh Tkaney = Method for Breast Reconstruction Using Autologous Tissues. Patent No. 2845125 C1, Russian Federation, IPC A61B 17/00, A61K 31/405, A61P 43/00: filed Sept. 10, 2024; published Aug. 13, 2025. Moscow Publ, 2025 (In Russ.). EDN RWWOTR.
2. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. Malignant Neoplasms in Russia: Statistics, Main Trends, and Challenges. Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gertsena = P.A. Herzen Journal of Oncology. 2021;10;5:5–12 (In Russ.).
3. Chissov V.I., Starinskiy V.V., Petrova G.V. Status of Oncological Care for the Population of Russia. Rossiyskiy Onkologicheskiy Zhurnal = Russian Journal of Oncology. 2020;25;3:104–111 (In Russ.).
4. Novikova O.V., Vazhenin A.V., Gladkov O.A. Quality of Life in Breast Cancer Patients Following Radical Treatment. Voprosy Onkologii = Problems in Oncology. 2019;65;2:245–250 (In Russ.).
5. Vasil'yev S.A., Grishin I.N., Milanov N.O. Comparative Analysis of Breast Reconstruction Methods Using Autologous Tissues. Annaly Plasticheskoy, Rekonstruktivnoy i Esteticheskoy Khirurgii = Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2022;27;3:15–24 (In Russ.).
6. Manturova N.Ye., Krikunova O.Yu., Sharobaro V.I. The DIEP Flap in Reconstructive Breast Surgery: Advantages and Limitations. Plasticheskaya Khirurgiya i Esteticheskaya Meditsina = Plastic Surgery and Aesthetic Medicine. 2021;2:45-52 (In Russ.).
7. Fedorov V.D., Gostishchev V.K., Yermolov A.S. Complications of Microsurgical Tissue Autotransplantation and Methods for Their Prevention. Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery. 2020;8:24-31 (In Russ.).
8. Trofimov Ye.I., Reshetov I.V., Kravtsov S.A. Analysis of the Causes of Microvascular Anastomosis Thrombosis in Breast Reconstruction. Onkokhirurgiya = Oncosurgery. 2021;13;2:45-52 (In Russ.).
9. Lebedev L.V., Plotnikov M.V., Semenov A.Yu. Pathophysiology of Ischemia-Reperfusion Injury in Reconstructive Microsurgery. Regionarnoye Krovoobrashcheniye i Mikrotsirkulyatsiya = Regional Blood Circulation and Microcirculation. 2021;20;2:4-12 (In Russ.).
10. Sokolov A.A., Belov Yu.V., Komarova L.N. Molecular Mechanisms of Ischemic Tissue Injury during Microsurgical Transplantation. Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya Terapiya = Pathological Physiology and Experimental Therapy. 2022;66;3:87-95 (In Russ.).
11. Blokhin S.N., Reshetov I.V., Trofimov Ye.I. Long-Term Outcomes of Breast Reconstruction Using a DIEP Flap. Opukholi Zhenskoy Reproduktivnoy Sistemy = Tumors of the Female Reproductive System. 2020;16;3:58–65 (In Russ.).
12. Kozlov Yu.A., Novozhilov V.A., Rasputin A.A. The Donor Site in DIEP Flap Harvesting: Functional and Cosmetic Outcomes. Voprosy Rekonstruktivnoy i Plasticheskoy Khirurgii = Issues in Reconstructive and Plastic Surgery. 2023;26;1:35–43 (In Russ.).
13. Petrov S.V., Nikitin N.A., Orlov A.Ye. The Role of Endothelial Dysfunction in the Development of Reperfusion Syndrome. Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2020;75;4:312–320 (In Russ.).
14. Zotov V.A., Sobolevskiy V.A., Akopov A.L. Aesthetic Aspects of Breast Reconstruction Following Mastectomy. Vestnik Khirurgii im. I.I. Grekova = Grekov's Bulletin of Surgery. 2022;181;2:67–73 (In Russ.).
15. Grigoryan A.S., Yegorov V.I., Popov S.V. Two-Stage Reconstructive Interventions in Microsurgical Tissue Autotransplantation. Rossiyskiy Meditsinskiy Zhurnal = Russian Medicine. 2022;30;4:245–252 (In Russ.).

Соблюдение этических стандартов.
От всех пациенток получено информированное согласие на участие в исследовании и публикацию клинических материалов, включая фотодокументацию.

Adherence to ethical standards.
Informed consent for participation in the study and for the publication of clinical materials, including photographic documentation, was obtained from all patients.

Вклад авторов:
Зугумова М.Ш. – сбор и анализ клинического материала, написание текста, подготовка иллюстративного материала, научное редактирование.
Степанянц Н.Г. – концепция и дизайн исследования, выполнение хирургических вмешательств.
Восканян С.Э. – общее руководство, критический пересмотр содержания, окончательное утверждение рукописи.

Author contributions:
Zugumova M.Sh. – collection and analysis of clinical material, writing the text, preparation of illustrative material, scientific editing.
Stepanyants N.G. – study concept and design, performance of surgical interventions.
Voskanyan S.E. – overall guidance, critical revision of the content, final approval of the manuscript

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Поступила: 20.05.2026. Принята к публикации: 06.09.2026.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Article received: 20.05.2026. Accepted for publication: 06.09.2026.