

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/97/01>

УДК 617.52/.53-089.844:616.5-089-74-06:616-005.93



ЛИМФАТИЧЕСКИЙ ОТЕК В ДОНОРСКОЙ ЗОНЕ ПОСЛЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛОСКУТОВ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИЦА И ШЕИ: ОЦЕНКА И ПАТОГЕНЕЗ

В.Ю. Ивашков¹, А. Сунгурова², А.С. Денисенко^{1✉}, А.В. Колсанов¹

¹ Самарский государственный медицинский университет,
Самара, Российская Федерация

² Медицинский центр «Здоровое поколение»,
Избербаяш, Республика Дагестан, Российская Федерация

Аннотация

Цель исследования: анализ степени выраженности лимфатического отека как осложнения в донорской зоне после выделения свободных лоскутов для устранения дефектов области лица.

Особое внимание уделено сравнительной оценке выраженности отека при использовании лучевого, антеролатерального бедренного и малоберцового лоскутов. На основе анализа анатомических особенностей донорских зон и клинических данных определены характерные черты травматизации лимфатической системы при применении каждого из лоскутов. Представлены современные подходы к профилактике лимфостаза, включая лимфографическое картирование, соблюдение принципов лимфатической аксиальности (метод LIFT). Сделан акцент на важности комплексного подхода к выбору аутотрансплантата с учетом принципов лимфатической безопасности и возможности восстановления лимфотока.

Ключевые слова: лимфостаз, лимфедема, свободный лоскут, лучевой лоскут, ALT, малоберцовый лоскут, Автоплан.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Ивашков В.Ю., Сунгурова А., Денисенко А.С., Колсанов А.В. Лимфатический отек в донорской зоне после выделения лоскутов для реконструкции лица и шеи: оценка и патогенез // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2026. Т. 29, № 2. С. 5–16. doi: 10.52581/1814-1471/97/01

PLASTIC SURGERY

DONOR SITE LYMPHEDEMA AFTER FACIAL RECONSTRUCTION WITH FREE FLAPS: ASSESSMENT AND PATHOGENESIS

V.Yu. Ivashkov¹, A. Sungurova², A.S. Denisenko^{1✉}, A.V. Kolsanov¹

¹ Samara State Medical University,
Samara, Russian Federation

² Healthy Generation Medical Center,
Izberbayash, Republic of Dagestan, Russian Federation

Abstract

Purpose of a study: to analyze lymphatic complications in the donor site following the harvest of free flaps for facial reconstruction.

Special attention is given to the comparative evaluation of lymphedema severity after radial forearm, anterolateral thigh, and fibular flap harvesting. Based on anatomical analysis and clinical observations we highlight the

extent of lymphatic system disruption associated with each flap type. The article outlines modern preventive strategies, including lymphographic mapping, preservation of lymph axially, and the LIFT technique. Emphasis is placed on the importance of a multidisciplinary and anatomically conscious approach to flap selection, aimed at minimizing lymphatic trauma and supporting spontaneous lymphatic regeneration.

Keywords: *lymphostasis, lymphedema, free flap, radial forearm flap, ALT flap, fibular flap, Autoplan software package.*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Ivashkov V.Yu., Sungurova A., Denisenko A.S., Kolsanov A.V. Donor site lymphedema after facial reconstruction with free flaps: assessment and pathogenesis. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2026;29(2):5-16. doi: 10.52581/1814-1471/97/01

ВВЕДЕНИЕ

Устранение дефектов области лица после травм, комплексного онкологического лечения или врожденных дефектов требует применения надежных и функциональных методов восстановления. Наиболее распространенным хирургическим методом в подобных ситуациях считается применение свободных лоскутов, позволяющих восстанавливать не только сложные трехмерные структуры с высокой точностью по форме, но и функции. Наиболее часто применяемыми в реконструктивной хирургии лица лоскутами являются: лучевой лоскут предплечья, антеролатеральный бедренный (ALT) и малоберцовый лоскуты [1].

Несмотря на очевидные преимущества этого метода, одним из часто недооцениваемых послеоперационных осложнений остается развитие лимфатического отека в донорской зоне. Рассматриваемое состояние обусловлено нарушением целостности лимфатической сети в процессе выделения тканей, что приводит к нарушению физиологического тока лимфатической жидкости и, как следствие, к развитию лимфостаза [2].

Лимфостаз существенно снижает качество жизни пациента: ограничивает подвижность конечностей, повышает риск возникновения инфекционных осложнений и онкологических новообразований, формируются косметические дефекты [2, 3]. При этом в клинической и научной литературе данной проблеме уделяется недостаточное внимание по сравнению с другими осложнениями [4].

Важно понимать, что лимфатическая система – это не просто сеть сосудов, отводящих лишнюю тканевую жидкость. Она играет ключевую роль в иммунной защите, транспорте белков и липидов, а также в регуляции тканевого гомеостаза. Ее повреждение, особенно в зонах с высокой лимфатической нагрузкой (бедро, голень, предплечье), приводит к нарушению лимфодренажа и накоплению жидкости в интерстиции, что способствует

развитию процессов фиброза и хронического воспаления [4].

В рамках настоящего обзора рассматриваются механизмы возникновения лимфостаза в донорской зоне после выделения лучевого, малоберцового и антеролатерального лоскута бедра. Особое внимание уделяется анатомическим особенностям лимфатической системы в этих зонах, частоте возникновения и выраженности отека, методам профилактики и современным подходам к восстановлению лимфатической системы.

ПАТОГЕНЕЗ ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА В ДОНОРСКОЙ ЗОНЕ

Лимфатический отек, возникающий в донорской зоне после выделения микрососудистого аутоотрансплантата, представляет собой форму вторичного лимфостаза, обусловленную нарушением оттока лимфы вследствие травмы лимфатических сосудов. Это осложнение может проявляться как в раннем послеоперационном периоде, так и спустя месяцы, снижая качество жизни пациента после реконструктивного этапа [1].

Основные причины развития лимфатического отека

1. *Механическое повреждение лимфатических сосудов.* При выделении тканей (особенно при включении в состав лоскута широкого кожного компонента или при глубокой фасциальной диссекции) неизбежно происходит пересечение лимфатических коллекторов. Повреждение как поверхностной, так и глубокой лимфатической сети приводит к локальному нарушению дренажа и застою лимфатической жидкости [2].

2. *Формирование рубцовой ткани.* В процессе заживления послеоперационной раны образуется рубцовая ткань, что может вызвать дополнительное сдавливание оставшихся лимфатических сосудов и препятствовать их регенерации, способствуя хронизации отека [4].

3. *Предшествующее или сопутствующее повреждение венозной системы.* Так как лимфатическая и венозная системы тесно взаимосвязаны, венозный застой усиливает лимфатический отек. Особенно это актуально в условиях рубцового процесса и (или) при нарушении оттока в глубоких венах конечности [5].

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛОСКУТОВ: ЛУЧЕВОГО, АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНОГО БЕДРЕННОГО И МАЛОБЕРЦОВОГО

Лимфатический отек в донорской зоне представляет собой клинически значимое осложнение, способное существенно повлиять на реабилитацию пациента после реконструктивных операций и качество его жизни. Он развивается в результате нарушения лимфатического оттока вследствие пересечения, травматизации или компрессии лимфатических сосудов в процессе выделения свободного лоскута. Вероятность возникновения и выраженность отека во многом зависят от анатомических особенностей конкретной донорской зоны, используемой хирургической техники и последующего периода реабилитации. Рассмотрим три наиболее часто используемых лоскута при устранении дефектов области лица (лучевой, малоберцовый и ALT) с точки зрения наносимого ущерба лимфатической системе донорской области.

Лучевой лоскут предплечья

Этот лоскут является одним из наиболее универсальных и часто применяемых для устранения дефектов лица, полости рта, языка и глотки благодаря своей тонкой гибкой структуре и надежной васкуляризации [1, 6]. Однако зона его выделения – предплечье – насыщена поверхностными лимфатическими и венозными сосудами, проходящими в подкожной клетчатке. В процессе диссекции при выделении лоскута происходит неизбежное повреждение лимфатических сосудов, особенно при необходимости выделения лоскута большого размера [4], что повышает риск развития отека дистальной части предплечья и кисти, который может сохраняться в течение нескольких недель или даже месяцев после операции.

По данным ряда клинических наблюдений, умеренный отек в донорской области возникает у 10–15 % пациентов. Было показано, что риск возникновения отека повышается при ширине кожной площадки, входящей в состав лоскута, более 6 см, а также в случае включения в состав лоскута костного компонента и наличия пато-

логии со стороны венозной системы пациента [2, 5]. Для профилактики отека рекомендуется ограничивать объем включаемого костного компонента (не более 40% диаметра лучевой кости), применять компрессионную терапию и как можно раньше активизировать пациента.

Малоберцовый лоскут

Применение малоберцового лоскута является распространенным методом реконструкции нижней и верхней челюсти при сочетании костного и мягкотканевого компонентов дефекта [5]. Выделение лоскута осуществляется в латеральной части голени, где лимфатические сосуды сопровождают малую подкожную вену и входят в постеролатеральную лимфатическую группу. Эти сосуды могут быть повреждены при обширной диссекции или при включении широкого кожного компонента в лоскут. По результатам ряда исследований, частота возникновения отека в данной зоне не превышает 2 %, а в большинстве случаев он ограничивается умеренной пастозностью, возникающей в вечерние часы при нагрузке на нижнюю конечность [2, 5, 6].

Следует учитывать, что при ширине кожного компонента более 4 см рана требует закрытия кожным трансплантатом, что увеличивает объем рубцового процесса и может ухудшить лимфатический отток. В педиатрической практике особую осторожность вызывает риск нарушения роста и деформации голени при удалении малоберцовой кости, что может также сопровождаться нарушением лимфодренажа [7]. Однако при корректных технике выделения и последующем реабилитационном ведении пациента малоберцовый лоскут демонстрирует низкий риск развития лимфостаза.

Антеролатеральный бедренный лоскут

ALT-лоскут выделяется на перфорантных сосудах, отходящих от латеральной огибающей артерии бедра. При подъеме данного лоскута послеоперационный отек в донорской зоне незначительный, что связано с анатомической особенностью: в этой зоне нет магистральных лимфатических сосудов [7, 8]. Таким образом, при выделении ALT-лоскута послеоперационные осложнения в донорской зоне, такие как лимфатический отек и хронические серомы, встречаются реже, чем при применении лучевого лоскута предплечья и малоберцового лоскута.

В 2025 г. нами был представлен анализ ведения 86 пациентов в послеоперационном периоде после выполнения реконструктивно-пластических вмешательств с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» [5]. У данной группы пациентов в качестве пластического материала для устранения ком-

бинированных дефектов области лица применялись лучевой и малоберцовый лоскуты, ALT-лоскут. Мы оценивали степень повреждения лимфатической системы донорской зоны после выделения пластического аутоотрансплантата посредством измерения объемов верхней (при использовании лучевого) и нижней (при использовании малоберцового и ALT-лоскутов) конечностей.

Были получены следующие результаты: после выделения ALT-лоскута не отмечалось статистически значимых изменений со стороны объема нижней конечности через 6 и 12 мес после оперативного вмешательства. При оценке выраженности лимфатического отека после выделения лучевого аутоотрансплантата через 6 мес после оперативного лечения регистрировалось увеличение объема верхней конечности на $(10,0 \pm 2,8) \%$. Через 12 мес после реконструктивной операции объем верхней конечности вернулся к исходным значениям: наблюдалось снижение выраженности послеоперационного отека и формирование новых путей оттока лимфатической жидкости. В случае выделения аутоотрансплантата малоберцовой кости, через 6 мес после операции отмечалось увеличение объема нижней конечности в среднем на $(13,0 \pm 2,2) \%$. Через 12 мес наблюдалось снижение объема конечности, которое, однако, превышало исходные значения на $(6,5 \pm 0,7) \%$.

Таким образом, при сравнении трех свободных лоскутов было установлено, что применение ALT сопровождается наименьшим риском развития лимфатических осложнений благодаря его анатомии и высокой способности к спонтанной регенерации лимфотока. Безусловно, при выборе пластического материала потенциальный риск лимфостаза не является определяющим фактором, однако в ряде случаев необходимо учитывать и этот фактор. Применение лучевого лоскута, несмотря на его универсальность, требует тщательного предоперационного планирования и особого внимания к состоянию лимфатической и венозной систем верхней конечности. Применение малоберцового лоскута является надежным методом устранения костных дефектов области лица с низкой вероятностью развития лимфостаза донорской области при корректных технике и тщательном послеоперационном ведении.

Ключевыми факторами, определяющими развитие лимфатического отека, являются [1–4]:

- объем и глубина диссекции;
- чрезмерное натяжение краев раны (эффект компартмент-синдрома);
- отсутствие корректного сведения краев раны донорской зоны, обеспечивающее анатомическое направление лимфотока;

– отсутствие ранней мобилизации и обеспечения качественного периода реабилитации.

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛИФОТОКА В РЕЦИПИЕНТНОЙ ЗОНЕ

Актуальной задачей является восстановление физиологического лимфотока в реципиентной зоне. При классической пересадке свободного лоскута в большинстве случаев не формируются лимфатические анастомозы в отличие от артериальных и венозных, которые рутинно анастомозируются. В реципиентной зоне происходит спонтанное восстановление лимфотока. Данный процесс носит длительный характер, в результате этого отток лимфы затрудняется временно, пока не сформируются новые спонтанные пути дренажа [9].

Согласно данным нескольких исследований [6, 10, 11], в отдельных случаях происходит спонтанное восстановление лимфатического тока между тканями лоскута и реципиентной зоной. Явление описано в группах пациентов, у которых выполнялось устранение дефектов с помощью ALT-лоскута при его ориентации вдоль оси конечности. Была отмечена высокая способность ALT-лоскута к спонтанному восстановлению лимфотока. Важным фактором являлось соблюдение анатомической аксиальности лимфатических сосудов (направление лимфотока в пересаженном лоскуте, которое должно соответствовать направлению лимфооттока в реципиентной области). Это явление стало основой для метода LIFT (lymph-interpositional flap transfer), при котором в состав лоскута включаются лимфатические сосуды без лимфоузлов или выполнения микрососудистых анастомозов, что дополнительно улучшает восстановление лимфатического дренажа [8, 9]. При позиционировании таких лоскутов производится фиксация их фасциальных слоев к фасции реципиентной зоны, что позволяет максимально сблизить лимфатические сосуды, способствуя спонтанному восстановлению лимфотока [12, 13].

ALT-лоскут часто применяется в составе методики SCIP-LV (superficial circumflex iliac artery perforator with lymphatic vessels), позволяющей создавать «мост» для лимфатического оттока, особенно при устранении дефектов после травм и резекций в критически важных лимфатических зонах [8]. Однако в большинстве случаев, особенно при наличии рубцовых изменений или после проведения лучевой терапии, подобного восстановления не происходит, и пациенты сталкиваются с хроническим отеком, требующим комплексной терапии [5].

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА В ДОНОРСКОЙ ЗОНЕ

Оценка степени выраженности лимфатического отека в донорской зоне после выделения свободного лоскута является ключевым компонентом в анализе последствий повреждения лимфатической системы.

Магнитно-резонансная и компьютерная томография

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обеспечивает высокую контрастность мягких тканей, что позволяет детально визуализировать их отечность и фибротические изменения при лимфостазе, выявить повреждения лимфатических сосудов и окружающих структур. Благодаря способности МРТ выявлять изменения в мягких тканях, возможно дифференцировать отек от воспаления, фибротических и рубцовых изменений. Компьютерная томография (КТ), особенно с контрастированием, позволяет быстро оценить состояние тканей, выявить участки воспаления и структурные изменения, а также контролировать послеоперационные осложнения. Несмотря на то, что КТ уступает МРТ в детализации мягких тканей, она эффективна для комплексной оценки костных структур и общей анатомии донорской зоны [14].

Лимфосцинтиграфия

Лимфосцинтиграфия является неинвазивным методом оценки лимфатической системы, позволяющим объективно диагностировать лимфатический отек в донорской зоне после выделения свободных лоскутов. Метод основан на подкожном введении радионуклидного маркера (например, технеция-99m) с последующей визуализацией его распределения гамма-камерой. Количественный анализ включает расчет аксилярного радиоактивного соотношения (Annualized Rate of Occurrence, ARR) и оценку обратного кожного лимфотока, который зависит от тяжести отека и эффективности терапии [14]. Лимфосцинтиграфия позволяет выявить нарушения лимфатического дренажа за счет визуализации путей оттока и определения зон стагнации контраста, что особенно важно при посттравматических и послеоперационных лимфатических отеках. Исследование Du X. и Liu C. (2020) демонстрирует, что комбинация СПЕКТ-СТ с лимфосцинтиграфией повышает точность локализации пораженных лимфоузлов, как это показано в случаях устранения дефектов лицевого области. Полученные данные позволяют дифференцировать лимфатический отек от отеков другой этиологии и скорректировать тактику ведения пациентов. Однако отсутствие единого стандарта

протоколов исследования и низкое разрешение изображения ограничивают детализацию мелких сосудов, тем самым затрудняя интерпретацию [15].

Флуоресцентная лимфография с применением индоцианина зеленого

В клинической практике флуоресцентная лимфография с применением индоцианина зеленого (ICG-лимфография) золотым стандартом. Данный метод характеризуется высокой чувствительностью, специфичностью и безопасностью. В сравнении с лимфосцинтиграфией и МРТ-лимфографией при его применении отсутствует лучевая нагрузка и возможна интраоперационная визуализация. Метод основан на подкожном введении флуоресцентного красителя индоцианина зеленого, с последующей оценкой лимфатической сети в реальном времени с помощью ближнего инфракрасного излучения. ICG-лимфография позволяет выявить зоны стагнации, коллатеральные пути лимфотока и поврежденные сосуды [15].

Калькулятор объема конечностей

Для объективизации данных и стандартизации подхода к оценке выраженности отека была разработана специализированная программа для ЭВМ «Калькулятор объема конечностей», предназначенная для количественной оценки отека на основе посегментарного анализа объема конечности как геометрической модели, составленной из отдельных цилиндров [16].

Метод применяется для оценки объема как верхней, так и нижней конечности, в зависимости от используемой донорской зоны. Например, в нашем исследовании (2025) измерения проводились до операции, через 6 и 12 мес после ее выполнения. Все данные вносились в программу, которая автоматически производит расчет всех сегментов и рассчитывает общий объем конечности, сравнивая его с предыдущими результатами, тем самым позволяя отследить динамику изменений с высокой точностью [5].

Преимуществами данного метода являются:

- высокая точность и воспроизводимость измерений;
- визуальная оценка динамики отека во времени;
- цифровая обработка данных, исключающая субъективность;
- возможность долгосрочного мониторинга состояния лимфатической системы.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОТЕКА В ДОНОРСКОЙ ЗОНЕ

Профилактика лимфатического отека в донорской зоне представляет собой важную часть

комплексного подхода к реконструктивным операциям, в частности в области лица, где в качестве пластического материала используются свободные лоскуты. В большинстве случаев при подобного рода операциях лимфатическая система повреждается, что приводит к застойным явлениям, отеку и риску хронизации лимфостаза. Современные исследования и клинический опыт подтверждают, что лимфостаз можно не только лечить, но и эффективно предотвращать при условии соблюдения определенных хирургических и реабилитационных принципов [13].

Первым шагом к профилактике осложнений является предоперационное планирование, включающее лимфографическое картирование с использованием индоцианина зеленого (Indocyanine green, ICG) [15]. Этот метод позволяет точно визуализировать лимфатические сосуды в предполагаемой зоне выделения лоскута. Такой подход дает хирургу возможность сохранить наиболее важные лимфатические коллекторы, минимизируя их травматизацию.

Дополнительным методом профилактики образования лимфатического отека является применение отечественной программы визуализации и 3D-моделирования «Автоплан». Благодаря данной технологии возможно детальное 3D-моделирование структур реципиентной зоны и выделяемого лоскута, что способствует снижению травматичности тканей, избеганию чрезмерного натяжения тканей лоскута и краев донорской зоны во время операции, уменьшению времени оперативного вмешательства и, как следствие, снижению рисков развития лимфатического отека. Точное следование запланированным на предоперационном этапе параметрам (объем, конфигурация и тканевый состав лоскута) позволяет избежать избыточной мобилизации тканей в донорской зоне, что положительно сказывается на процессе реабилитации. В программный комплекс «Автоплан» загружают данные КТ в формате DICOM, после чего создают 3D-модели анатомических структур, определяют размеры, локализацию, объем и тканевый состав дефекта (рис. 1, 2).

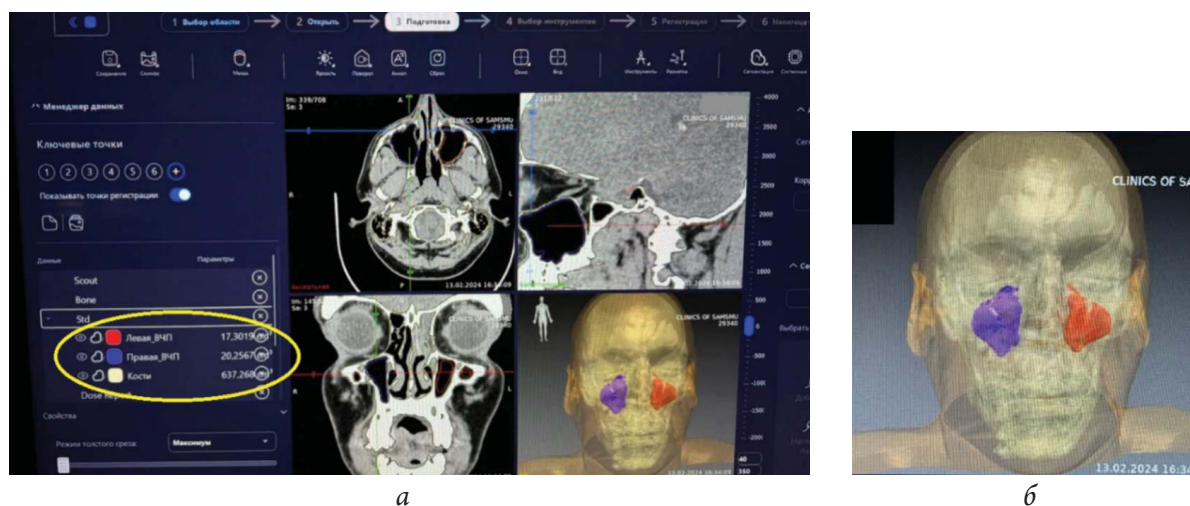


Рис. 1. Интерфейс программного комплекса «Автоплан», загрузка данных компьютерной томографии пациента в формате DICOM: а – моделирование и расчет индивидуальных параметров дефекта; б – контрастное выделение симметричных областей интереса в средней зоне лица

Fig. 1. Interface of the Autoplan software package, loading patient CT data in DICOM format: а – modeling and calculation of individual parameters of the defect; б – contrast highlighting of symmetrical areas of interest in the midface



Рис. 2. Модели донорской и реципиентной зон: а – построение шаблонов для выполнения остеотомий малоберцовой кости для дальнейшего моделирования аутотрансплантата; б – подгонка виртуального аутотрансплантата с системой его фиксации в реципиентной зоне

Fig. 2. Models of donor and recipient areas: а – construction of templates for performing osteotomies of the fibula for further modeling of the autograft; б – fitting of the virtual autograft with the system for its fixation in the defect area

Точное предоперационное планирование с помощью программного комплекса «Автоплан» позволяет минимизировать травматизацию тканей в донорской зоне, в том числе лимфатических сосудов, что снижает риск послеоперационного лимфостаза [17, 18].

Во время операции необходимо применять щадящие методики диссекции, избегая избыточного удаления подкожной клетчатки и поверхностной фасции [5]. Сохранение этих структур снижает риски развития лимфатического отека в донорской области.

Послеоперационный период имеет важное значение для восстановления и стабилизации лимфатической функции. Существенной составляющей реабилитационного периода является ранняя мобилизация пациента, что способствует активации мышечно-венозной и лимфатической помпы, улучшает дренаж и предотвращает застой лимфатической жидкости в донорской зоне. Данный факт особенно важно учитывать при выделении лоскутов на нижней конечности, где лимфоотток более затруднен в связи с большим объемом этих конечностей. Наряду с ранней активизацией пациентов применяется компрессионная терапия – мягкие бинты низкой степени растяжимости, чулки или повязки, которые, увеличивая внутритканевое давление, улучшают лимфоотток. В некоторых случаях назначаются сеансы мануальной лимфодренажной терапии с последующим бандажированием, направленные на стимулирование физиологического оттока жидкости из зоны операции [5].

За пациентами с изначально высоким риском развития лимфостаза необходимо устано-

вить длительное наблюдение, включающее регулярные осмотры, ультразвуковой контроль и консультации лимфолога (при необходимости).

Таким образом, профилактика лимфатического отека является неотъемлемой частью всей лечебной стратегии при реконструктивных вмешательствах с использованием свободных лоскутов. Совмещение анатомически обоснованной хирургической техники, современной навигационной визуализации и междисциплинарного послеоперационного ухода позволяет существенно снизить вероятность осложнений и обеспечить пациенту максимально возможное качество жизни после хирургического вмешательства.

Клинический пример

Пациентка Т., 61 год. Дефект нижней челюсти I категории сложности (по Н.С. Boyd) (рис. 3).

Было выполнено предоперационное планирование с помощью 3D-моделирования в программе «Автоплан» с построением шаблонов для остеотомий малолберцовой кости. На этапе планирования также были изготовлены индивидуальные резекционные шаблоны и система фиксации аутотрансплантата (рис. 4), что обеспечило высокую точность остеотомий и минимизацию травмы донорской зоны, включая лимфатические структуры.

Проведены прецизионная остеотомия и моделирование лоскута до пересечения сосудистой ножки (время ишемии – 25 мин). Интраоперационное применение шаблонов (рис. 5, 6) позволило точно смоделировать лоскут, минимизировать травму тканей донорской зоны, включая лимфатические сосуды.



Рис. 3. Внешний вид пациентки Т., 61 год, с приобретенным дефектом нижней челюсти I категории сложности после комплексного онкологического лечения: а – вид в полуоборот слева; б – анфас; в – вид в полуоборот справа

Fig. 3. An appearance of patient T, 61 years old, with acquired defect of the lower jaw of the 1st complexity category after complex oncological treatment: а – three-quarter view left; б – frontal view; в – three-quarter view right

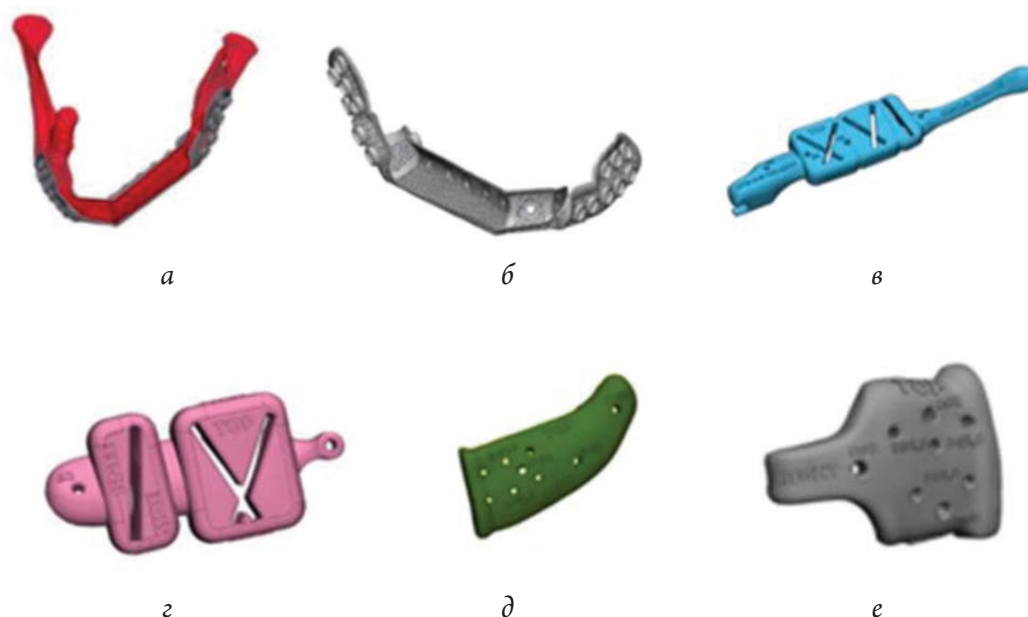


Рис. 4. Индивидуальные резекционные шаблоны, системы фиксации аутотрансплантата у пациентки Т., 61 год, в комплексе «Автоплан» для последующей 3D печати: а – модель нижней челюсти; б – пластина фиксации малоберцового лоскута к фрагментам нижней челюсти; в – шаблон 1 для моделирования малоберцовой кости; г – шаблон 2 для моделирования малоберцовой кости; д – шаблон левый для остеотомии нижней челюсти; е – шаблон правый для остеотомии нижней челюсти

Fig. 4. Individual resection templates, autograft fixation systems for patient T., 61 years old, in the Avtoplan complex for subsequent 3D printing: a – model of the lower jaw; б – plate for fixing the fibular flap to fragments of the lower jaw; в – template 1 for modeling the fibula; г – template 2 for modeling the fibula; д – left template for osteotomy of the lower jaw; e - right template for osteotomy of the lower jaw



Рис. 5. Фиксирование шаблонов для остеотомии малоберцовой кости к выделенному костному фрагменту лоскута. Интраоперационные фото

Fig. 5. Fixation of fibular osteotomy templates to the isolated bone flap fragment. Intraoperative photo

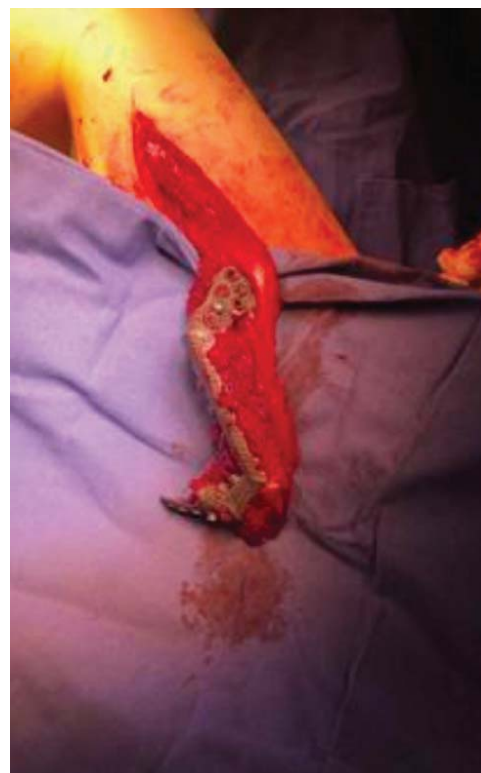


Рис. 6. Моделирование малоберцового лоскута после остеотомии на фиксирующей пластине. Интраоперационное фото

Fig. 6. Modeling of the fibular flap after osteotomy on a fixation plate. Intraoperative photo



Рис. 7. Результаты лечения пациентки Т., 61 год, через 12 мес после операции: *а* – вид в полуоборот слева; *б* – анфас; *в* – вид в полуоборот справа
 Fig. 7. Treatment results for patient T., 61 years old, 12 months after surgery: *a* – three-quarter view left; *b* – frontal view; *v* – three-quarter view right

Результаты лечения оценивали через 12 мес после операции (рис. 7). Был достигнут хороший эстетический и функциональный результат: симметричный контур лица (80 баллов по шкале Face-Q), хорошие качество речи и эстетический результат по шкале QOL-HN35.

В послеоперационном периоде (через 12 мес) наблюдалось лишь незначительное увеличение объема голени (на 3%), что соответствует низкому риску лимфостаза при использовании малоберцового лоскута [19].

ОБСУЖДЕНИЕ

Лимфатический отек в донорской зоне после выделения лоскутов представляет собой важное, но часто недооцененное осложнение. Проведенный нами анализ литературы и клинических данных свидетельствует о прямой зависимости между анатомо-хирургическими особенностями выделения лоскута и степенью травматизации лимфатической системы.

Наименьшую лимфатическую травматичность донорской зоны демонстрирует ALT, что связано с возможностью соблюдения лимфатической аксиальности и спонтанного восстановления лимфотока. В клинических наблюдениях не выявлено существенных изменений объема конечности после его выделения, что подтверждает физиологическую совместимость и безопасность применения этого лоскута [5].

Выделение лучевого лоскута в донорской зоне сопровождается временным нарушением лимфооттока, проявляющимся увеличением

объема конечности на 10% в течение первых 6 мес. Однако при отсутствии сопутствующих факторов риска (таких как венозный застой, возрастные изменения и низкая двигательная активность) лимфатическая система демонстрирует способность к компенсации, с возвращением объема конечности к исходным значениям через год [4, 5].

Наибольшая степень устойчивого отека отмечается в случаях использования малоберцового лоскута, особенно при включении кожного компонента. Среднее увеличение объема конечности через 6 мес достигает 13%, а через 12 мес значение этого показателя сохраняется на уровне около 6,5%, что свидетельствует о стойкой травме как поверхностной, так и глубокой лимфатической сети [5, 6].

Представленный в статье метод оценки объема конечностей (калькулятор расчета объема конечности) позволяет количественно определить выраженность лимфатического отека и отслеживать его динамику во времени. Он может быть использован в клинической практике для мониторинга пациентов, оценки эффективности профилактических мероприятий и объективизации показаний к лимфатической реконструкции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при планировании реконструктивных вмешательств крайне важно учитывать не только морфологическую и сосудистую пригодность лоскута, но и лимфатическую ана-

томию предполагаемой донорской зоны. Это позволит значительно снизить вероятность развития отека и достичь лучших результатов проводимого лечения.

Тщательное планирование хирургического лечения, включающее картирование лимфатиче-

ской системы, щадящая техника диссекции и последующая реабилитация, позволяют минимизировать риски развития лимфостаза, повысить удовлетворенность пациентов результатами лечения и обеспечить долговременную стабильность результатов реконструкции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Ahmad F.I., Means C., Labby A.B., Troob S.H., Gonzalez J.D., Kim M.M., Li R.J., Wax M.K. Osteocutaneous radial forearm free flap in nonmandible head and neck reconstruction. *Head Neck*. 2017 Sep;39(9):1888-1893. doi: 10.1002/hed.24863
2. van Zanten M.C., Mistry R.M., Suami H., Campbell-Lloyd A., Finkemeyer J.P., Piller N.B., Caplash Y. The Lymphatic Response to Injury with Soft-Tissue Reconstruction in High-Energy Open Tibial Fractures of the Lower Extremity. *Plast Reconstr Surg*. 2017 Feb;139(2):483-491. doi: 10.1097/PRS.0000000000003024
3. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Ушаков А.А. Лимфангиосаркома – грозное осложнение лимфостаза: обзор литературы // *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2022. Т. 14, № 2. С. 22–27. doi: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-22-27
Ivashkov V.Yu., Denisenko A.S., Ushakov A.A. Lymphangiosarcoma. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi – Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin*. 2022;14(2):22-7. (In Russ.). doi: 10.17650/2782-3687-2022-14-2-22-27
4. Razavi M.S., Lei P.J., Amoozgar Z., Leartprapun N., Nadkarni S.K., Baish J.W., Padera T.P., Munn L.L. Regeneration of collecting lymphatic vessels following injury. *Res Sq* [Preprint]. 2023 Jul 3;rs.3.rs-3025656. doi: 10.21203/rs.3.rs-3025656/v1
5. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В. Анализ послеоперационного периода у пациентов с дефектами лица при выполнении реконструктивно-пластических вмешательств с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» // *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2025. Т. 28, № 1. С. 21–29. doi: 10.52581/1814-1471/92/03
Ivashkov V.Yu., Denisenko A.S., Kolsanov A.V., Verbo E.V. An analysis of the postoperative period in patients with facial defects after reconstructive procedures using a three-stage algorithm and the “Autoplan” software. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii – Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2025;28(1):21-29. (In Russ.). doi: 10.52581/1814-1471/92/03
6. Шарапо А.С., Ивашков В.Ю., Мудунов А.М. и др. Результаты использования свободных остеомиофасциальных трансплантатов для одномоментной реконструкции комбинированных пострезекционных дефектов лица с интраоральным компонентом // *Опухоли головы и шеи*. 2020. Т. 10, № 2. С. 22–29. doi: 10.17650/2222-1468-2020-10-2-22-29
Sharapo A.S., Ivashkov V.Yu., Mudunov A.M., et al. Outcomes of using free osteomyofascial flaps for one-stage reconstruction of combined post-resection facial defects with an intraoral component. *Opukholi golovy i shei – Head and Neck Tumors*. 2020;10(2):22-29. (In Russ.). doi: 10.17650/2222-1468-2020-10-2-22-29
7. Cho A.M., Lopez J., Teven C.M., Pourtaheri N., Do N.T.K., Jazayeri H.E., Steinbacher D.M., Blackwell K.E., Ozaki W., Yu J.W. Outcomes in Pediatric Maxillofacial Reconstruction With Vascularized Fibular Flaps: A Systematic Review. *J Craniofac Surg*. 2022 Jul-Aug;33(5):1346-1351. doi: 10.1097/SCS.00000000000008511
8. Sedbon T, Azuelos A, Bosc R, D'Andrea F, Pensato R, Maruccia M, Meningaud JP, Hersant B, La Padula S. Spontaneous Lymph Flow Restoration in Free Flaps: A Pilot Study. *J Clin Med*. 2022 Dec 28;12(1):229. doi: 10.3390/jcm12010229
9. Sakai H., Matsui C., Miyazaki T., Tsukuura R., Yamamoto T. Lymphatic reconstruction with vascularized lymph vessel flap: lymph-interpositional-flap transfer. *Plast Aesthet Res*. 2023;10:45. doi: 10.20517/2347-9264.2023.18
10. Иткин Г.П., Иткин М.Г. Лимфатическая система – забытая область? // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2016. Т. 18, № 3. С. 145–157. doi: 10.15825/1995-1191-2016-3-145-157
Itkin GP, Itkin MG. Lymphatic system – a forgotten area? *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov – Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs*. 2016;18(3):145-157. (In Russ.). doi: 10.15825/1995-1191-2016-3-145-157
11. Решетов И.В., Закирова А.А., Самойлова С.И. Опыт применения биневрального ALT-лоскута при реконструкции языка // *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2022. Т. 25, № 1. С. 65–76. doi: 10.52581/1814-1471/80/08
Reshetov I.V., Zakirova A.A., Samoilova S.I. Experience of application of binevral ALT-flap for tongue reconstruction. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii – Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(1):65-76. doi 10.52581/1814-1471/80/08

12. Miyazaki T., Kageyama T. Lymph interpositional flap transfer (LIFT) for upper thigh soft tissue and lymphatic reconstruction without lymphovenous anastomosis. *J Surg Oncol.* 2021 Feb;123(2):698-699. doi: 10.1002/jso.26291
13. Yamamoto T., Yamamoto N., Kageyama T., Sakai H., Fuse Y., Tsukuura R. Lymph-interpositional-flap transfer (LIFT) based on lymph-axiality concept: Simultaneous soft tissue and lymphatic reconstruction without lymph node transfer or lymphatic anastomosis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021 Oct;74(10):2604-2612. doi: 10.1016/j.bjps.2021.03.014
14. Yamamoto T., Yamamoto N., Doi K., et al. Indocyanine green-enhanced lymphography for upper extremity lymphedema: a novel severity staging system using dermal backflow patterns. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128:941-947. PMID: 21681123
15. Du X., Liu C. Application of imaging in lymphedema surgical therapies. *Gland Surg.* 2020;9(2):582-588. doi: 10.21037/gs.2020.03.24
16. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ: № 9438784 «Калькулятор объема верхних конечностей», № 23-к-23-9494 «Калькулятор объема нижних конечностей».
State Registration Certificates for Computer Programs: No. 9438784 "Upper Extremity Volume Calculator", No. 23-k-23-9494 "Lower Extremity Volume Calculator".
17. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В., Николаенко А.Н. Устранение дефектов нижней челюсти с применением программного комплекса «Автоплан» // Пласти́ческая хирургия и эстетическая медицина. 2024. Т. 4, вып. 2. С. 58–65. <https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258>
Ivashkov V.Yu., Denisenko A.S., Kolsanov A.V., Verbo E.V., Nikolaenko A.N. Mandible reconstruction using the Autoplan software. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* 2024;4-2:58-65. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258>
18. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В., Николаенко А.Н., Легоньких А.Ю. Устранение дефектов верхней челюсти с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» // Наука и инновации в медицине. 2025. Т. 10, № 1. С. 75–80. doi: 10.35693/SIM643139
Ivashkov V.Yu., Denisenko A.S., Kolsanov A.V., Verbo E.V., Nikolaenko A.N., Legonkikh A.Yu. Maxillary reconstruction using the "Autoplan" software suite. *Nauka i innovatsii v meditsine – Science & Innovations in Medicine.* 2025;10(1):75-80. (In Russ.). doi: 10.35693/SIM643139
19. Ивашков В.Ю. Индивидуализация микрохирургических реконструктивных операций у пациентов с раневыми дефектами головы различного генеза : дис. ... д-ра мед. наук. Самара, 2025. 310 с.
Ivashkov V.Yu. Individualization of microsurgical reconstructive operations in patients with wound defects of the head of various origins: Dis. Dr. Med. sci. Samara, 2025. 310 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Ивашков Владимир Юрьевич – д-р мед. наук, гл. научн. консультант Центра «Бионическая инженерия в медицине» ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 443099, Самара, ул. Чапаевская, д. 89).
<https://orcid.org/0000-0003-3872-7478>
e-mail: v.yu.ivashkov@samsmu.ru

Сунгурова Аминат – врач-терапевт поликлиники ООО «Медицинский центр „Здоровое поколение“» (Россия, 368502, Республика Дагестан, Избербаш, ул. Гамидова, д. 57).
<https://orcid.org/0009-0005-8692-4777>
e-mail: Ammiiiiinnkka@gmail.com

Денисенко Александр Сергеевич ✉ – клинический ординатор кафедры пластической хирургии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 443099, Самара, ул. Чапаевская, д. 89).
<https://orcid.org/0000-0002-6791-2237>
e-mail: allexander.pafem@gmail.com

Колсанов Александр Владимирович – д-р мед. наук, профессор РАН, зав. кафедрой оперативной хирургии, клинической анатомии с курсом инновационных технологий ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 443099, Самара, ул. Чапаевская, д. 89).
<https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>
e-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Information about the authors

Vladimir Yu. Ivashkov, Dr. Med. sci., Chief scientific advisor, the Center “Bionic Engineering in Medicine”, Samara State Medical University (89, Chapaevskaya st., Samara, 443099, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-3872-7478>

e-mail: v.yu.ivashkov@samsmu.ru

Aminat Sungurova, therapist, the Outpatient clinic of the Medical Center “Healthy Generation” (57, Gamidov st., Izberbayash, Republic of Dagestan, 368502, Russia).

<https://orcid.org/0009-0005-8692-4777>

e-mail: Ammiiinnnkka@gmail.com

Aleksandr S. Denisenko✉, clinical resident, the Department of Plastic Surgery, Samara State Medical University (89, Chapaevskaya st., Samara, 443099, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-6791-2237>

e-mail: allexander.pafem@gmail.com

Alexander V. Kolsanov, Dr. Med. sci., Professor of the RAS, head of the Department of Operative Surgery, Clinical Anatomy with a Course in Innovative Technologies, Samara State Medical University (89, Chapaevskaya st., Samara, 443099, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>

e-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Поступила в редакцию 07.03.2026; одобрена после рецензирования 04.05.2026; принята к публикации 15.05.2026

The article was submitted 07.03.2026; approved after reviewing 04.05.2026; accepted for publication 15.05.2026