

АНАЛИЗ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ ЛИЦА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕКОНСТРУКТИВНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРЕХЭТАПНОГО АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «АВТОПЛАН»

В.Ю. Ивашков¹, А.С. Денисенко^{1✉}, А.В. Колсанов¹, Е.В. Вербо²

¹ Самарский государственный медицинский университет,
Самара, Российская Федерация

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования
Минздрава России,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

Цель исследования: оценить эффективность трехэтапного алгоритма при выполнении реконструктивно-пластических операций у пациентов с приобретенными дефектами головы в послеоперационном периоде.

Материал и методы. Проведен анализ ведения 180 пациентов в послеоперационном периоде. Все участники исследования были разделены на две группы – основную (100 человек, в том числе 67 мужчин и 33 женщины) и контрольную (80 пациентов: 62 мужчины, 18 женщин). Средний возраст участников исследования в основной группе составил (47 ± 13) лет, в контрольной – (45 ± 12) лет. Хирургический этап лечения представителей основной группы осуществляли с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» (государственный контракт Минпромторга РФ от 07.04.2014 № 14411.2049999.19.013 «4.3-Автоплан-2014»), в контрольной – исходя из общепринятых принципов. Было проведено сравнение количества послеоперационных осложнений, степени конгруэнтности лоскутов и реципиентной раны, выраженности лимфатического отека, как следствия травматизации донорской зоны.

Результаты. Осложнения со стороны лоскута – тотальный некроз аутоотрансплантата – отмечались в 8 случаях (8%) в основной группе и в 10 (12,5%) – в контрольной; со стороны реципиентной раны – в 22 (22%) и 30 случаях (37,5%), соответственно. В основной группе было применено 14 лопаточных аутоотрансплантатов, несовмещение костных структур лоскута и реципиентной области составило в среднем $(3,2 \pm 2,7)$ мм. При использовании 42 малоберцовых лоскутов среднее несовмещение привнесенных и реципиентных тканей составило $(2,5 \pm 1,1)$ мм. В контрольной группе было применено 12 лопаточных аутоотрансплантатов, при этом несовмещение структур составило в среднем $(6,10 \pm 1,66)$ мм. Среди 31 малоберцового лоскута несопоставление костных структур составило $(4,40 \pm 1,14)$ мм. Выделение лучевого и АЛТ-лоскутов не сопровождается появлением стойкого лимфатического отека конечности через 12 мес после операции, в отличие от выделения малоберцового лоскута.

Заключение. Применение трехэтапного алгоритма выполнения хирургического лечения позволяет сократить количество послеоперационных осложнений и добиться лучших показателей сопоставления структур лоскута и реципиентной области, приводя к лучшим результатам реабилитации пациентов.

Ключевые слова: реконструкция верхней челюсти, микрохирургические лоскуты, программный комплекс «Автоплан», устранение дефектов лица, реконструкция нижней челюсти, лимфостаз, лимфедема, осложнения.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, связанного с публикацией настоящей статьи, о котором необходимо сообщить.

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

Для цитирования: 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

AN ANALYSIS OF THE POSTOPERATIVE PERIOD IN PATIENTS WITH FACIAL DEFECTS AFTER RECONSTRUCTIVE PROCEDURES USING A THREE-STAGE ALGORITHM AND THE “AUTOPLAN” SOFTWARE

V.Yu. Ivashkov¹, A.S. Denisenko¹, A.V. Kolsanov¹, E.V. Verbo²

¹ Samara State Medical University,
Samara, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
Moscow, Russian Federation

Abstract

The purpose of a study: to evaluate the effectiveness of a three-stage algorithm in performing reconstructive procedures in patients with acquired head defects in the postoperative period.

Material and methods. An analysis of patient management in the postoperative period was conducted in 180 patients. Patients were divided into two groups: the main group (100 patients, including 67 men and 33 women) and the control group (80 patients: 62 men and 18 women). The average age in the main group was 47 ± 13 , in the control group – (45 ± 12) years old. The surgery in the main group was carried out using a three-stage algorithm and the Autoplan software (state contract of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation dated 07.04.2014 No. 14411.2049999.19.013 “4.3- Avtoplan-2014”), in the control group – based on generally accepted principles. A comparison was made of the number of postoperative complications, the degree of congruence of the flaps and the recipient wound, and the severity of lymphatic edema as a consequence of trauma to the donor area.

Results. Complications: total flap necrosis – were noted in 8 cases (8%) in the main group and in 10 (12.5%) in the control group; from the recipient wound – in 22 (22%) and 30 cases (37.5%), respectively. In the main group, 14 scapular flaps were used, the average deviation of the bone structures of the flap and the recipient area was (3.2 ± 2.7) mm. When using 42 fibular flaps, the average deviation of the flap and recipient tissues was (2.5 ± 1.1) mm. In the control group, 12 scapular flaps were used, while the average deviation of the structures (6.10 ± 1.66) mm. Among 31 fibular flaps, the average deviation of bone structures was (4.40 ± 1.14) mm. Radial and ALT flaps were not accompanied by the appearance of persistent lymphatic edema of the limb 12 months after surgery, in contrast to the use of the fibular flap.

Conclusion. The use of a three-stage algorithm for performing surgical treatment allows us to reduce the number of postoperative complications and achieve better results in matching the bone structures of the flap and the recipient area, leading to better patient rehabilitation results.

Keywords: maxillary reconstruction, microsurgical flaps, the “Autoplan” software, facial reconstruction, mandibular reconstruction, lymphostasis, lymphedema, complications.

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., 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. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2025; 28(1):21-29. doi: 10.52581/1814-1471/92/03

ВВЕДЕНИЕ

Ключевыми факторами, в значительной степени снижающими качество жизни пациентов с приобретенными дефектами лица, являются выраженные нарушения функций жевания, глотания, дыхания и речи. В этой связи выполнение реконструктивно-пластических операций в области головы в большинстве случаев необходимо по жизненным показаниям. Среди основных за-

дач реконструктивного этапа лечения выделяют: устранение ороназального сообщения, восстановление нижней стенки глазницы для обеспечения опоры глазного яблока с целью сохранения бинокулярного зрения, восстановление тела и ветви нижней челюсти, тела и альвеолярного отростка верхней челюсти для обеспечения условий выполнения полноценной зубочелюстной реабилитации и возобновления самостоятельного жевания и глотания [1].

По данному вопросу разработан ряд методик: применение obturаторов, использование местных тканей, имплантов, свободных микрохирургических лоскутов. Согласно данным научной литературы, именно реконструкция лица с помощью свободных аутотрансплантатов в наибольшей степени способна повысить качество жизни пациента, обеспечивать достижение лучших функциональных и эстетических результатов [2, 3].

Одним из важных этапов в комплексном лечении пациентов с применением свободных лоскутов является ранний послеоперационный период, который сопряжен с развитием разного рода осложнений, как со стороны лоскута, так и со стороны донорской и реципиентных областей. Среди наиболее часто встречающихся осложнений со стороны лоскута можно выделить развитие тромбоза его сосудистой ножки, как венозной, так и артериальной природы [4], со стороны реципиентной и донорской областей – развитие свищей, присоединение инфекционного процесса, расхождение краев раны, кровотечение и развитие гематомы [5].

Восстановление функций жевания, глотания и речи – ключевые факторы для полноценной реабилитации пациента, которая напрямую связана с обеспечением высоких показателей контурности. Данный параметр отражает степень точности сопоставления тканей лоскута с тканями реципиентной зоны. Выполнение этой задачи достигается благодаря применению современных программ предоперационного планирования, 3D моделирования и навигации, создания индивидуализированных шаблонов для резекции, моделирования лоскута и систем фиксации [6–8].

Еще одним параметром оценки послеоперационного периода является определение ущерба донорской зоне, заключающегося в степени выраженности лимфатического отека конечности. К настоящему времени в научной литературе не представлено работ, посвященных этой проблеме, поэтому исследования в данном направлении весьма актуальны.

Таким образом, проведение анализа послеоперационного периода у пациентов, имеющих дефекты области головы, при выполнении реконструктивных операций с применением аддитивных технологий и предоперационного моделирования позволяет оценить вклад этой методики в комплексное лечение данной категории пациентов.

Цель исследования: оценить эффективность трехэтапного алгоритма при выполнении реконструктивно-пластических операций у пациентов с приобретенными дефектами головы в раннем послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 180 пациентов, которые были в случайном порядке разделены на две группы. В основную группу вошли 100 человек (67 мужчин и 33 женщины), в контрольную – 80 человек (62 мужчины и 18 женщин) с приобретенными дефектами лица постонкологического и посттравматического характера. Средний возраст пациентов в основной группе составил (47 ± 13) лет, в контрольной – (45 ± 12) лет. Таким образом, сравниваемые группы были сопоставимы по полу и возрасту пациентов ($p > 0,05$). Оперативное вмешательство представителям основной группы выполняли с помощью разработанного нами трехэтапного алгоритма [9, 10]. В контрольной группе реконструктивные операции осуществляли по стандартным методикам.

Алгоритм, примененный у пациентов основной группы для выполнения хирургического лечения, включает три этапа. На первом этапе осуществляется предоперационное планирование: пациенту выполняется компьютерная томография (КТ) области головы, полученные данные загружаются в программный комплекс «Автоплан». Система автоматизированного предоперационного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан» представляет собой программный комплекс, предназначенный для предоперационного планирования, выполнения хирургических вмешательств с использованием данных рентгенографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ультразвукового исследования, построения 3D модели с использованием методов дополненной реальности. Программный комплекс является разработкой ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России по государственному контракту Минпромторга РФ от 07.04.2014 №14411.2049999.19.013 «4.3- Автоплан-2014». В автоматическом режиме происходит построение 3D-модели костных структур и мягких тканей, после чего визуализируется дефект: его локализация, рассчитываются его объем и площадь костной ткани внутри этого дефекта. В качестве пластического материала применяются четыре вида свободных микрохирургических лоскутов: кожно-фасциальный лучевой в виде «кленового семени» [11], лопаточный, ALT и малоберцовый. Выбор пластического материала осуществляется в программе автоматического подбора лоскутов (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RUS № 2024617819 от 05.04.2024) исходя из следующих параметров: площадь костных структур, объем и состав дефекта, необходимость в тампонаде образовав-

шейся в ходе вмешательства полости. В случае, если лоскутом выбора является малоберцовый или лопаточный, дополнительно выполняется КТ-исследование области голени или лопаточной области, соответственно. Данные загружаются в программный комплекс «Автоплан», где осуществляется построение 3D-модели лоскута с последующей примеркой в области дефекта. На данном этапе также выполняются построение 3D-моделей и изготовление индивидуальных шаблонов для резекции, моделирование лоскута и системы фиксации.

На втором этапе осуществляется оперативное вмешательство, во время которого с помощью индивидуальных шаблонов для ререзекции освежаются опилены кости реципиентной зоны, производится выделение и моделирование лоскута с помощью индивидуальных шаблонов и системы фиксации при сохраненном кровотоке аутоотрансплантата.

На третьем этапе смоделированный лоскут переносится в реципиентную зону, частично фиксируется к опиленным костным структурам. Выполняется микрохирургический этап с формированием анастомозов с последующей полной фиксацией лоскута и ушиванием раны.

Определение количества послеоперационных осложнений проводили в раннем послеоперационном периоде в течение первых 3 нед после вмешательства. Для оценки перфузии лоскутов применяли клинические (определение цвета, температуры и скорости капиллярной реакции) и инструментальные (доплерография) методы. Точность сопоставления костных структур лоскута и реципиентной области оценивали с помощью программного комплекса «Автоплан» и КТ-исследования области головы через 12 мес после оперативного лечения. Степень выраженности лимфатического отека определяли путем измерения объема верхней конечности при использовании лучевого лоскута, а также нижней конечности – при использовании малоберцового и ALT-лоскутов в программе-калькуляторе автоматического измерения объема (Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ №2023663137 от 07.07.2023 и №2023663153 от 12.07.2023) до оперативного лечения, через 6 и 12 мес после реконструктивного вмешательства.

В качестве медикаментозной терапии в раннем послеоперационном периоде применяли следующие препараты: инфузия гепарина натрия 250 ед./ч в первые сутки после оперативного вмешательства, далее эноксапарин натрия 0,4 мл 2 раза в день подкожно в течение 14 дней; цефтриаксон 1 г 2 раза в день внутримышечно – 14 дней; в первые двое суток после операции: р-р стерофундина 500 мл 2 раза в день внутривенно капельно; тримеперидин 40 мг внутримышечно

в первые сутки, далее кеторолак 60 мг внутривенно болюсно 2 раза в день – 5 дней; омепразол 40 мг 1 раз в день перорально – 10 дней.

Обработку полученных данных выполняли с помощью программы IMS SPSS Statistics 23. Расчеты выполняли, используя критерии Стьюдента и χ^2 Пирсона. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, σ – стандартное отклонение. Различия между группами считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Осложнения со стороны лоскута в виде тотального некроза аутоотрансплантата отмечались у 8 (8%) представителей основной группы, из которых у 3 человек (3%) имел место артериальный тромбоз, у 5 (5%) – венозный. В контрольной группе тотальный некроз наблюдался в 10 случаях (12,5%), причиной его у 4 человек (5%) послужил артериальный тромбоз, у 6 (7,5%) – венозный. В большинстве случаев в обеих группах артериальный тромбоз регистрировался в первые часы после операции. Основными клиническими признаками артериального тромбоза служили бледность лоскута и снижение его температуры, отсутствие капиллярной реакции. При венозном тромбозе отмечается ускорение капиллярной реакции, на поверхности кожи появляются петехии, лоскут приобретает синюшную окраску (рис. 1).



Рис. 1. Клинические признаки венозного тромбоза малоберцового лоскута с включением кожной площадки у пациента с частичным дефектом нижней челюсти

Fig. 1. Clinical signs of venous thrombosis of the fibular flap with skin pad inclusion in a patient with a partial mandible defect

Осложнения со стороны реципиентной раны регистрировались в основной группе в 22 случаях

(22%): развитие свища – 8 (8%), присоединение инфекции – 6 (6%), расхождение краев раны – 4 (4%), кровотечение и гематома – 4 случая (4%). В контрольной группе осложнения наблюдались у 30 (37,5%) пациентов: развитие свища – в 10 случаях (12,5%), присоединение инфекции – в 7 (8,75%), кровотечение и гематома – в 7 (8,75%), расхождение краев раны – в 6 случаях (7,5%). При сравнении значений этих показателей между группами были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,05$).

Анализ конгруэнтности лоскутов применялся только для аутоотрансплантатов, содержащих в своем составе костный фрагмент (лопаточный и малоберцовый). Точность сопоставления определяли при помощи программного комплекса «Автоплан». Соответствие анатомии лоскута и костных структур реципиентной области оценивали с помощью измерения отклонения (мм) и цветовой карты (рис. 2, 3). Синий цвет отражал максимальное отклонение внутрь, красный цвет – наружу, зеленый цвет характеризовал максимальное приближение геометрии костных структур лоскута к непораженной кости.

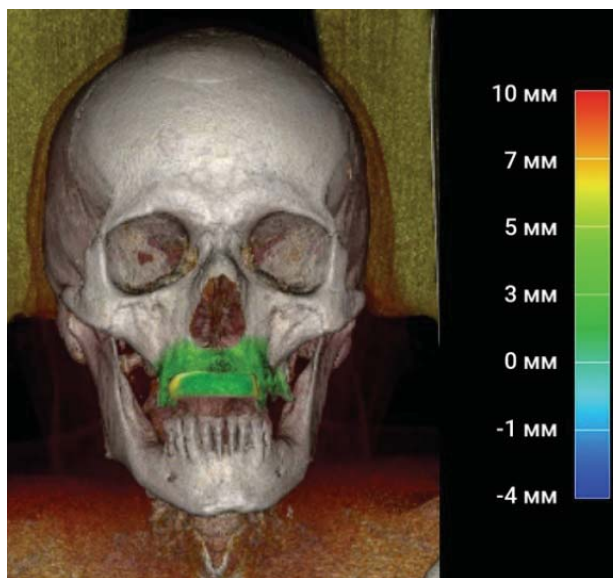


Рис. 2. Анализ пространственной геометрии верхней челюсти после устранения тотального дефекта твердого неба и альвеолярного отростка верхней челюсти с помощью лопаточного лоскута через 12 мес после оперативного вмешательства. Смещение костных структур пересаженного лоскута и реципиентной зоны – не более 3 мм

Fig. 2. An analysis of the spatial geometry of the upper jaw after the elimination of a total defect of the hard palate and alveolar process of the upper jaw using a scapular flap 12 months after surgery. The displacement of the bone structures of the transplanted flap and the recipient zone is no more than 3 mm

В основной группе у пациентов было применено 14 лопаточных аутоотрансплантатов, отклонение составило в среднем ($3,2 \pm 2,7$) мм. При

использовании 42 малоберцовых лоскутов отклонение костных структур составило в среднем $2,5 \pm 1,06$ мм (табл. 1).

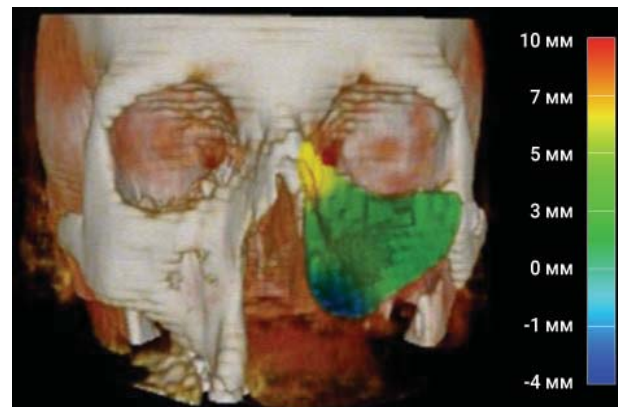


Рис. 3. Анализ пространственной геометрии верхней челюсти после устранения тотального дефекта верхней челюсти с помощью химерного лопаточного лоскута через 12 мес после оперативного лечения

Fig. 3. An analysis of the spatial geometry of the upper jaw after maxillary reconstruction in patient with total maxillary defect with a scapular flap 12 months after surgery

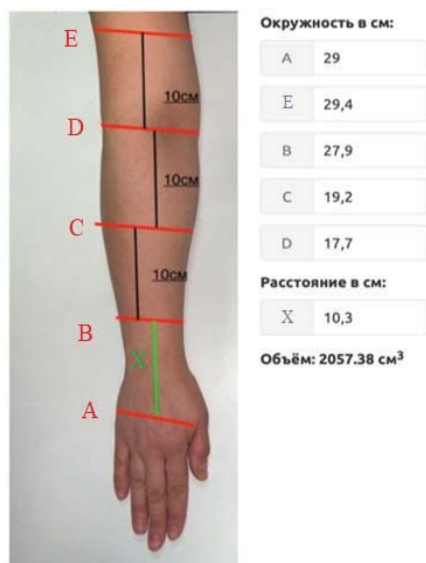
В контрольной группе было использовано 12 лопаточных аутоотрансплантатов, среднее отклонение составило ($6,10 \pm 1,66$) мм. При применении 31 малоберцового лоскута среднее отклонение было равно ($4,40 \pm 1,14$) мм (табл. 1). При сравнении значений этих показателей в основной и контрольной группах были выявлены статистически значимые различия ($p < 0,01$).

Таблица 1. Оценка конгруэнтности костных лоскутов к реципиентной области (среднее отклонение, мм) у пациентов основной и контрольных групп

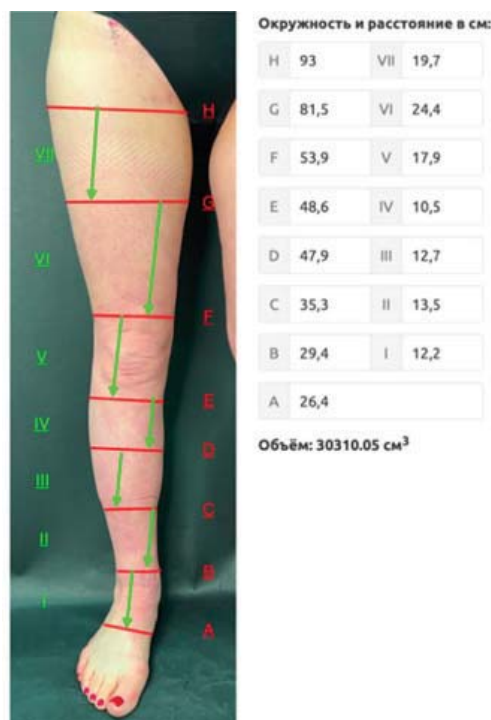
Table 1. Bone flaps to the recipient area congruence evaluation in patients of the main and control groups

Группа	Химерный лопаточный лоскут	Лоскут малоберцовой кости
Основная	$3,20 \pm 2,70$	$2,50 \pm 1,06$
Контрольная	$6,10 \pm 1,66$	$4,40 \pm 1,14$

Для оценки ущерба донорской области после выделения лоскутов оценивали степень выраженности лимфатического отека для верхней и нижней конечностей путем измерения объема руки и ноги до операции, через 6 и 12 мес после вмешательства. Данный анализ был выполнен в основной группе в случаях выделения лучевого (22 пациента), малоберцового (42 пациента) и АЛТ-лоскута (22 пациента) (рис. 4). Случаи выделения лопаточных лоскутов (14 наблюдений) не анализировались.



а



б

Рис. 4. Программа для ЭВМ: калькуляторы объема верхней (а) и нижней (б) конечностей

Fig. 4. Computer program: calculator of the volume of the upper (a) and lower (b) limbs

Данные измерений объемов рук и ног у пациентов основной группы представлены в табл. 2. Среди пациентов, у которых для устранения дефекта лица был применен лучевой лоскут, средний объем руки до оперативного вмешательства составил $(2150 \pm 631) \text{ см}^3$, через 6 мес после реконструктивного вмешательства – $(2365 \pm 694) \text{ см}^3$, что на $(10,0 \pm 2,8) \%$ было больше исходного значения. Через 12 мес значения этого показателя составили $(2173 \pm 632) \text{ см}^3$. Таким образом, объем верхней конечности до операции и через 12 мес

после нее статистически значимо не различался ($p > 0,05$).

Таблица 2. Оценка объема конечностей (см^3) до операции, через 6 и 12 мес после оперативного вмешательства, $M \pm m$

Table 2. Evaluation of limb volume (см^3) before surgery, 6 and 12 months after surgery, $M \pm m$

Лоскут	Объем конечности, см^3		
	до операции	через 6 мес после операции	через 12 мес после операции
Лучевой ($n = 22$)	2150 ± 631	2365 ± 694	2173 ± 632
ALT ($n = 22$)	27933 ± 1488	28491 ± 1518	28206 ± 1503
Мало-берцовый ($n = 42$)	28891 ± 2392	33224 ± 2752	30913 ± 2560

У пациентов основной группы, у которых для устранения дефекта лица был применен ALT-лоскут, средний объем нижней конечности до оперативного лечения составил $(27933 \pm 1488) \text{ см}^3$, через 6 мес после реконструктивного вмешательства – $(28491 \pm 1518) \text{ см}^3$, через 12 мес $(28206 \pm 1503) \text{ см}^3$ ($p > 0,05$).

У пациентов, которым для устранения дефекта лица использовали аутоотрансплантат малоберцовой кости, средний объем нижней конечности до оперативного лечения составил $(28891 \pm 2392) \text{ см}^3$, через 6 мес после реконструктивного вмешательства – $(33224 \pm 2752) \text{ см}^3$, что на $(13,0 \pm 2,2) \%$ больше первоначального значения ($p < 0,01$). Через 12 мес – $(30913 \pm 2560) \text{ см}^3$, что на $(6,54 \pm 0,72) \%$ было больше исходного значения ($p < 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Частота встречаемости осложнений со стороны лоскута, выявленных у пациентов основной группы, в нашем исследовании составила 8% (8 случаев), в контрольной группе – в 12,5% (10 случаев). При этом, по данным литературы, частота встречаемости таких осложнений в других исследованиях выше – от 10 до 63% [4, 12, 13]. Мы полагаем, что данный факт связан с меньшим временем ишемии аутоотрансплантата, поскольку применение трехэтапного алгоритма позволяет значительно сократить время на моделирование лоскута. Наша гипотеза соотносится с данными, полученными S. Arakelyan и соавт. (2022) [14], которые выявили достоверную связь между продолжительностью ишемии аутоотрансплантата и количеством тромботических осложнений.

Количество осложнений со стороны реципиентной раны в основной группе составило 22 случая (22%), в контрольной – 30 (37,5%). Среди осложнений можно выделить образование свищей, присоединение инфекции, ассоциированной с раневым процессом, расхождение краев раны, развитие кровотечения и образование гематом. Мы полагаем, что обнаруженная разница в частоте встречаемости осложнений связана со специфическими для данного рода операций проблемами, в частности с нарушением кровоснабжения лоскута в процессе многоэтапной подгонки и адаптации, что также подтверждается исследованиями некоторых авторов [15]. К другим факторам можно отнести необходимость дополнительных манипуляций с тканями лоскута при моделировании и позиционировании, что также повышает риски нарушения его кровоснабжения [16].

При оценке сопоставления костных структур лоскута и реципиентной раны в основной группе достигнут высокий показатель по данному параметру (среднее отклонение при использовании лоскута угла лопатки составило $(3,2 \pm 2,7)$ мм, в контрольной группе – $(6,1 \pm 1,7)$ мм ($p < 0,001$). При использовании аутоотрансплантата малоберцовой кости среднее отклонение в основной группе составило $(2,5 \pm 1,1)$ мм, в контрольной – $(4,4 \pm 1,1)$ мм ($p < 0,001$). Высокая точность сопоставления костных фрагментов у пациентов основной группы была получена благодаря применению трехэтапного алгоритма выполнения реконструктивных операций, предоперационного планирования в программном комплексе «Автоплан» и применению индивидуализированных шаблонов для резекции, моделирования и системы фиксации. Данные, полученные в нашей работе, сопоставимы с результатами исследований других авторов. Так, в работе Y. Ni и соавт. (2021) при сравнении степени сопоставления костных структур нижней челюсти (основная группа – $(2,45 \pm 1,39)$ мм, контрольная группа – $(5,19 \pm 2,13)$ мм) результаты в основной группе оказались статистически значимо лучше ($p < 0,05$) [17]. Похожие данные были получены и другими авторами [18–20].

При оценке выраженности лимфатического отека после выделения лучевого аутоотрансплантата через 6 мес после оперативного лечения объем руки увеличился на $(10,0 \pm 2,8)$ %. Мы предполагаем, что данный факт связан с развитием послеоперационного отека и повреждением лимфоколлекторов донорской зоны, что приводит к нарушению нормального лимфотока. 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. Так, вследствие выделения кожно-фасциального лучевого аутоотрансплантата происходит нарушение функций лимфатической системы донорского участка, что сопровождается отеком, однако через 12 мес объем конечности возвращается к исходному состоянию.

После выделения ALT-лоскута не отмечалось статистически значимых изменений со стороны объема нижней конечности через 6 и 12 мес после оперативного вмешательства, что является показателем отсутствия повреждения лимфатической системы при выделении ALT-лоскута, поскольку данный лоскут не принимает активного участия в транспортировке лимфатической жидкости от нижней конечности.

В случае выделения аутоотрансплантата малоберцовой кости, через 6 мес после оперативного вмешательства отмечалось увеличение объема нижней конечности в среднем на $(13,0 \pm 2,2)$ %. Через 12 мес мы наблюдали снижение объема конечности, которое, однако, превышало исходные значения на $(6,54 \pm 0,72)$ %. В результате мы можем предполагать, что выделение лоскута малоберцовой кости несет за собой выраженное повреждение, как поверхностной, так и глубокой лимфатической системы нижней конечности, что выражается в появлении стойкого отека в отдаленном послеоперационном периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успех реабилитации пациентов зависит не только от хирургического этапа, но и правильного их ведения в послеоперационном периоде, в котором на первое место выходят количество и выраженность осложнений. Вероятно, часть возникающих осложнений можно предотвратить на предоперационном этапе путем точного и объективного планирования. В нашем исследовании подобная стратегия реализована с помощью применения трехэтапного алгоритма выполнения реконструктивно-пластических операций у пациентов с приобретенными дефектами лица в сочетании с аддитивными технологиями, 3D моделированием в программном комплексе «Автоплан», что позволяет достигать лучших результатов лечения, снижая количество послеоперационных осложнений, достигая лучших показателей сопоставления костных структур лоскута и реципиентной раны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Вербо Е.В., Буцан С.Б., Гилева К.С. Реконструктивная хирургия лица. Современные методы и принципы: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 572 с. doi: 10.33029/9704-6952-1-PLH-2022-1-572

- Verbo E.V., Butsan S.B., Gileva K.S. Reconstructive facial surgery. Modern methods and principles: a tutorial. Moscow, GEOTAR-Media, 2022. 572 p. doi: 10.33029/9704-6952-1-PLH-2022-1-572. (In Russ.).
2. Rogers S.N., Lowe D., McNally D., et al. Health-related quality of life after maxillectomy: a comparison between prosthetic obturation and free flap. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Feb; 61(2): 174-181. doi: 10.1053/joms.2003.50044. PMID: 12618993.
 3. Cordeiro P.G., Chen C.M. A 15-year review of midface reconstruction after total and subtotal maxillectomy: part I. Algorithm and outcomes. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Jan; 129(1): 124-136. doi: 10.1097/PRS.0b013e318221dca4. PMID: 21681126
 4. Carniol E.T., Marchiano E., Brady J.S., et al. Head and neck microvascular free flap reconstruction: An analysis of unplanned readmissions. *The Laryngoscope.* 2017; 127(2): 325-330.
 5. Shaikh S.A., Bawa A., Shahzad N., Yousufzai Z., Ghani M.S. Reducing the donor site morbidity in radial forearm free flaps by utilizing a narrow radial forearm free flap. *Arch Plast Surg.* 2018 Jul; 45(4): 345-350. doi: 10.5999/aps.2018.00115. Epub 2018 Jul 15. PMID: 30037195; PMCID: PMC6062702
 6. Alfouzan A.F. The role of simulator and digital technologies in head and neck reconstruction. *Niger J Clin Pract.* 2021 Oct; 24(10): 1415-22. doi: 10.4103/njcp.njcp_566_20. PMID: 34657004.
 7. Sun R., Zhou Y., Malouta M.Z., Cai Y., Shui C., Zhu L., Wang X., Zhu J., Li C. Digital surgery group versus traditional experience group in head and neck reconstruction: a retrospective controlled study to analyze clinical value and time-economic-social effect. *World J Surg Oncol.* 2022 Jun 30; 20(1): 220. doi: 10.1186/s12957-022-02677-0. PMID: 35773716; PMCID: PMC9245239.
 8. Ивашков В.Ю., Колсанов А.В., Магомедова П.Н., Семенов С.В., Николаенко А.Н., Дахкильгова Р.И., Арутюнов И.Г., Орлов А.А., Байрамова А.С. Клинический пример использования аддитивных технологий для индивидуализации микрохирургической реконструкции нижней челюсти // Поволжский онкологический вестник. 2023. Т. 14, № 3(55). С. 101–108. DOI 10.32000/2078-1466-2023-3-101-108.
Ivashkov V.Yu., Kolsanov A.V., Magomedova P.N., Semenov S.V., Nikolaenko A.N., Dakhkilgova R.I., Arutyunov I.G., Orlov A.A., Bayramova A.S. The use of additive technologies in the individualization of microsurgical mandible reconstruction. Clinical case. *Povolzhskiy onkologicheskii vestnik – Oncology Bulletin of the Volga Region.* 2023; 14(3): 101-108. doi: 10.32000/2078-1466-2023-3-101-108 (In Russ.).
 9. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В., Николаенко А.Н. Устранение дефектов нижней челюсти с применением программного комплекса «Автоплан» // Пластическая 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. *Plasticheskaya khirurgiya i esteticheskaya meditsina – Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* 2024; 4(2): 58-65. <https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258>
 10. Ивашков В.Ю., Денисенко А.С., Колсанов А.В., Вербо Е.В. Оригинальный способ реконструкции наружного носа с применением индивидуального титанового импланта и лучевого лоскута: клинический случай // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2024. Т. 27, №3. С. 93–99. <https://doi.org/10.52581/1814-1471/90/08>
Ivashkov V.Yu., Denisenko A.S., Kolsanov A.V., Verbo E.V. An original method of nose reconstruction using an individualized titanium implant and a radial flap: a clinical case. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii – Issues of Reconstructive and Plastic Surgery.* 2024; 27(3): 93-99. doi: 10.52581/1814-1471/90/08 (In Russ.).
 11. Ивашков В.Ю., Семенов С.В., Колсанов А.В., Николаенко А.Н., Арутюнов И.Г., Дахкильгова Р.И., Байрамова А.С., Магомедов П.Н. Модификация микрохирургического лучевого аутоотоспанданта по типу «Кленового семени». Анализ серии клинических наблюдений // Medline.ru. 2023. Т. 24. С. 1049–1059.
Ivashkov V.Yu., Semenov S.V., Kolsanov A.V., Nikolaenko A.N., Arutyunov I.G., Dakhkilgova R.I., Bayramova A.S., Magomedova P.N. Modification of the microsurgical forearm flap according to the “maple seed” type. analysis of a series of clinical observations. *Medline.ru.* 2023; 24: 1049-59. (In Russ.).
 12. Olinde L.M., Farber N.I., Kain J.J. Head and neck free-flap salvage. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021 Oct 1; 29(5): 429-36. doi: 10.1097/MOO.0000000000000739. PMID: 34459800
 13. Irawati N., Every J., Dawson R., Leinkram D., Elliott M., Ch'ng S., Low H., Palme C.E., Clark J., Wykes J. Effect of operative time on complications associated with free flap reconstruction of the head and neck. *Clin Otolaryngol.* 2023 Mar; 48(2): 175-81. doi: 10.1111/coa.14000. Epub 2022 Nov 16. PMID: 36321439
 14. Arakelyan S., Aydogan E., Spindler N., Langer S., Bota O. A retrospective evaluation of 182 free flaps in extremity reconstruction and review of the literature. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW.* 2022 Jan 14; 11: Doc01. doi: 10.3205/iprs000162. PMID: 35111561; PMCID: PMC8779818
 15. Le J.M., Morlandt A.B., Gigliotti J., Park E.P., Greene B.J., Ying Y.P. Complications in oncologic mandible reconstruction: A comparative study between the osteocutaneous radial forearm and fibula free flap. *Microsurgery.* 2022 Feb.; 42(2): 150-59. doi: 10.1002/micr.30841. Epub 2021 Nov 18. PMID: 34792210
 16. Van de Wall B.J.M., Beeres F.J.P., Rompen I.F., et al. RIA versus iliac crest bone graft harvesting: A meta-analysis and systematic review. *Injury.* 2022; 53(2): 286-93. doi: 10.1016/j.injury.2021.10.002. Epub 2021 Oct 15.

17. Ni Y., Zhang X., Meng Z., Li Z., Li S., Xu Z.F., Sun C., Liu F., Duan W. Digital navigation and 3D model technology in mandibular reconstruction with fibular free flap: A comparative study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2021 Sep; 122(4): e59–e64. doi: 10.1016/j.jormas.2020.11.002. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33242657
18. Ren W., Gao L., Li S., Chen C., Li F., Wang Q., Zhi Y., Song J., Dou Z., Xue L., Zhi K. Virtual Planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2018 May 1; 23(3): e359–e366. doi: 10.4317/medoral.22295. PMID: 29680849; PMCID: PMC5945234
19. Ren W.H., Gao L., Li S.M., Li F., Zhi Y., Song J.Z., Wang Q.B., Xue L.F., Qu Z.G., Zhi K.Q. Virtual planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2018 Sep 4; 98(33): 2666–70. doi: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.33.011. PMID: 30220156
20. Sun Y., Guo Y., Li J. et al. Mandibular defect reconstruction using digital design-assisted free fibula flap and threedimensional finite element analysis of stress distribution. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 2021 Dec 20; 41(12): 1892–98. doi: 10.12122/j.issn.1673-4254.2021.12.20. PMID: 35012924; PMCID: PMC8752416

Сведения об авторах

Ивашков Владимир Юрьевич – канд. мед. наук, гл. научн. консультант Центра научно-технологической инфраструктуры «Бионическая инженерия в медицине» ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89).

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

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

Денисенко Александр Сергеевич  – клинический ординатор кафедры пластической хирургии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89).

<http://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, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89).

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

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

Вербо Елена Викторовна – д-р мед. наук, профессор кафедры пластической и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1).

<http://orcid.org/0000-0001-9843-5026>

e-mail: plasticmapo@gmail.com

Information about authors

Vladimir Yu. Ivashkov, Cand. Med. sci., Chief Scientific Advisor, the Scientific and Technological Infrastructure Center “Bi-ionic Engineering in Medicine”, Samara State Medical University (89, Chapayevskaya st., Samara, 443099, Russia).

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

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

Alexander S. Denisenko , Clinical resident, the Department of Plastic Surgery, Samara State Medical University (89, Chapayevskaya st., Samara, 443099, Russia).

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

e-mail: allexander.pafem@gmail.com

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

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

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

Elena V. Verbo, Dr. Med. sci., Professor, the Department of Plastic and Maxillofacial Surgery, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (bld. 1, 2/1, Barrikadnaya st., Moscow, Russia).

<http://orcid.org/0000-0001-9843-5026>

e-mail: plasticmapo@gmail.com

Поступила в редакцию 12.01.2025; одобрена после рецензирования 21.01.2025; принята к публикации 05.02.2025

The article was submitted 12.01.2025; approved after reviewing 21.01.2025; accepted for publication 05.02.2025