Пластическая хирургия и эстетическая медицина
2024, №4, вып. 2, с. 58–65
https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258

Plastic Surgery and Aesthetic Medicine
2024, no 4, issue 2, pp. 58–65
https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258

Устранение дефектов нижней челюсти с применением программного комплекса «Автоплан»

© В.Ю. ИВАШКОВ[1], А.С. ДЕНИСЕНКО[1], А.В. КОЛСАНОВ[1], Е.В. ВЕРБО[2], А.Н. НИКОЛАЕНКО[1]

[1]ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия;
[2]ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Улучшить функциональные и эстетические результаты хирургического лечения комбинированных дефектов лица с применением аддитивных технологий и отечественной разработки — программного комплекса «Автоплан».

Материал и методы. В исследование включены 70 пациентов с приобретенными дефектами нижней челюсти. Пациенты разделены на основную группу (n=40) и контрольную группу (n=30). Для планирования реконструктивного этапа у пациентов основной группы с дефектами нижней челюсти использовали трехэтапный алгоритм с применением программного комплекса «Автоплан». Оценка послеоперационного результата, проведенная через 6 мес после реконструктивного этапа, включает следующие параметры: функциональный и эстетический результат, временные затраты на операцию, количество послеоперационных осложнений.

Результаты. В основной группе хороший эстетический результат получен в 32 (80%) случаях, в контрольной группе — в 21 (70%) случае (p<0,05). В основной группе хорошее качество речи получено в 34 (85%) случаях, в контрольной группе — в 22 (73,3%) случаях (p<0,05). В основной группе диета без ограничений применялась в 34 (87,5%) случаях, в контрольной группе — в 24 (80%) случаях (p<0,05). Средняя продолжительность оперативного вмешательства в основной группе составила 475±45 мин, в контрольной группе — 580±40 мин: сокращение времени на 18,1% (p<0,05). Осложнения со стороны лоскута и реципиентной раны в основной группе отмечены в 14 (35%) случаях, в контрольной группе — в 12 (40%) случаях.

Заключение. Мы можем полагать, что применение аддитивных технологий, индивидуализированных систем фиксации и предоперационного планирования является неотъемлемой частью современной реконструктивной хирургии, что на практике позволяет сократить продолжительность операции, а также получать хорошие функциональные и эстетические результаты.

Ключевые слова: *реконструкция, аддитивные технологии, программный комплекс «Автоплан», микрохирургия, аутологичный лоскут.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ивашков В.Ю. — https://orcid.org/0000-0003-3872-7478
Денисенко А.С. — https://orcid.org/0000-0002-6791-2237
Колсанов А.В. — https://orcid.org/0000-0002-4144-7090
Вербо Е.В. — https://orcid.org/0000-0001-9843-5026
Николаенко А.Н. — https://orcid.org/0000-0003-3411-4172
Автор, ответственный за переписку: Денисенко А.С. — e-mail: allexander.pafem@gmail.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
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;4 вып. 2:58–65.
https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258

Mandible reconstruction using the Autoplan software

© V.YU. IVASHKOV[1], A.S. DENISENKO[1], A.V. KOLSANOV[1], E.V. VERBO[2], A.N. NIKOLAENKO[1]

[1]Samara State Medical University, Moscow, Russia;
[2]Russian Medical Academy for Continuous Professional Education, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective. To improve the functional and aesthetic results of surgical treatment of combined facial defects using additive technologies and the Autoplan software.

Material and methods. The study included 70 patients with acquired mandibular defects. Patients were divided into two groups: a main group (n=40) and a control group (n=30). A three-stage algorithm in combination with the "Autoplan" software were used to plan the reconstructive procedure in the main group. Postoperative result assessment was carried out 6 months after the reconstructive procedure and included the following parameters: functional and aesthetic result, operation time, number of postoperative complications.

Results. In the main group, the good aesthetic result was achieved in 32 (80%) cases, in the control group — in 71 (70%) cases (p<0.05). In the main group, good speech quality was achieved in 34 (85%) cases, in the control group — 22 (73.3%) cases (p<0.05). In the main group, an unrestricted diet was noted in 34 (87.5%) cases, in the control — 24 (80%) cases (p<0.05). The average surgery time in the main group was 475±45 minutes, in the control group 580±40 minutes: reduction in time is 18.1% (p<0.05). The number of complications from the flap and recipient site in the main group was 14 (35%) cases, in the control — 12 (40%) cases.

Conclusion. We can assume that the use of additive technologies, individualized fixation systems and preoperative planning are an integral part of modern reconstructive surgery, which in practice allows to reduce the operation time, as well as to obtain good functional and aesthetic results.

Keywords: *reconstruction, additive technologies, Autoplan software, microsurgery, autologous flaps.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Ivashkov V.Yu. — https://orcid.org/0000-0003-3872-7478
Denisenko A.S. — https://orcid.org/0000-0002-6791-2237
Kolsanov A.V. — https://orcid.org/0000-0002-4144-7090
Verbo E.V. — https://orcid.org/0000-0001-9843-5026
Nikolaenko A.N. — https://orcid.org/0000-0003-3411-4172
Corresponding author: Denisenko A.S. — e-mail: allexander.pafem@gmail.com

TO CITE THIS ARTICLE:
Ivashkov VYu, Denisenko AS, Kolsanov AV, Verbo EV, Nikolaenko AN. Mandible reconstruction using the Autoplan software. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. 2024;4 issue 2:58–65. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia202404258

Введение

На сегодняшний день возрастает потребность в устранении дефектов лица в связи с повышением уровня травматизма, наличием военных конфликтов, увеличением продолжительности жизни, приводящим к росту количества диагностированных онкологических новообразований [1, 2]. Особенностью современных травм лица является высокоэнергетический компонент повреждения (новые виды вооружения, более скоростные средства передвижения и т.д.). Поскольку структуры лица обеспечивают такие жизненно важные функции, как дыхание, жевание, глотание, речь, а также играют важную роль в социальном взаимодействии, необходимость устранения подобных дефектов неоспорима [3].

Важнейшими задачами реконструктивного этапа являются восстановление тела и ветви нижней челюсти, обеспечение условий зубочелюстной реабилитации наряду с достижением отличного эстетического результата. В существующем учебном пособии для хирургов «Реконструктивная хирургия лица. Современные методы и принципы» от 2022 г. описано состояние современной реконструктивно-пластической хирургии лицевой области. Разработка и внедрение в хирургическую практику алгоритмов с применением аддитивных технологий, индивидуализация реконструктивно-пластических операций, исходя из антропометрических показателей пациента, являются ключевыми позициями в достижении хороших функциональных и эстетических результатов в ближайшем будущем [4].

Абсолютное большинство реконструкций нижней челюсти выполняется с применением аутотканей [5]. Использование исключительно синтетических материалов не нашло широкого применения в связи с невозможностью отвечать основным задачам реконструктивного этапа и с большим количеством осложнений [6]. При выборе пластического материала для реконструкции нижней челюсти важным критерием является включение фрагмента реваскуляризированной кости в состав лоскута. Среди аутотрансплантатов для реконструкции нижней челюсти наибольшую популярность обрел свободный лоскут малоберцовой кости. Впервые данный лоскут описан и применен на практике G.I. Taylor и соавт. в 1974 г. [7]. Для реконструкции нижней челюсти малоберцовый лоскут впервые применен D.A. Hidalgo в 1989 г. [8]. Толщина малоберцовой кости (10—12 мм) недостаточна для полноценной дентальной реабилитации, однако применение техники double barrel (K. Horiuchi, 1995 г. [9]), когда один из фрагментов кости располагается над другим, позволяет решить данную проблему. Таким образом, лоскут малоберцовой кости наделен большим количеством преимуществ, что делает его лоскутом выбора при устранении дефектов нижней челюсти [10].

На сегодняшний день в повседневной практике происходит все большая интеграция персонализированного подхода в сочетании с современными технологическими возможностями 3D-моделирования. Благодаря навигационным системам стало возможным создание точных стереолитографических моделей на этапе планирования реконструктивного этапа. Выделение костных лоскутов по заранее изготовленным индивидуальным шаблонам обеспечивает более точное сопоставление костных фрагментов, уменьшая тем самым временные затраты на моделирование лоскута во время операции, а также способствует получению хороших функциональных и эстетических результатов в отдаленном периоде [11, 12]. Однако для дальнейшего улучшения результатов реконструктивных операций, сокращения времени оперативного вмешательства необходимо использовать не только шаблоны, но и алгоритмы предоперационного планирования хирургического лечения.

Безусловно, для реконструктивных хирургов, работающих в данном направлении 20—40 лет, выбор метода и выполнение реконструктивного этапа не представляет сложностей, однако начинающие специалисты могут испытывать трудности при выполнении таких операций. В данной работе мы рассмотрим клинический пример реконструкции нижней челюсти с помощью программного комплекса «Автоплан». Данная аппаратная система планирования российского производства позволяет провести оценку объемных параметров дефекта, построить 3D-модель костных структур лица с определением объема и площади дефекта, осуществить моделирование костного лоскута необходимой конфигурации для устранения имеющегося дефекта, а также расчет необходимого количества и точек систем фиксации.

Цель исследования — улучшить функциональные и эстетические результаты хирургического лечения комбинированных дефектов лица с применением аддитивных технологий и отечественной разработки — программного комплекса «Автоплан».

Материал и методы

Исследование носит рандомизированный контролируемый характер. В исследование включены 70 человек с посттравматическими и постонкологическими дефектами нижней челюсти. Пациенты разделены на основную группу (n=40) и контрольную группу (n=30). Средний возраст пациентов основной группы составил 49±12 лет, пациентов контрольной группы — 48±11 лет. Соотношение мужчин и женщин в основной группе — 25/15, в контрольной группе — 19/11.

Для планирования реконструктивного этапа у пациентов основной группы с приобретенными дефектами нижней челюсти применяли трехэтапный алгоритм с использованием программного комплекса «Автоплан». У пациентов контрольной группы реконструктивный этап выполняли по общепринятым методикам.

Система автоматизированного предоперационного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан» представляет собой программный комплекс, предназначенный для предоперационного планирования, выполнения хирургических вмешательств на основании данных рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвукового исследования (УЗИ), построения 3D-модели с использованием методов дополненной реальности. Программный комплекс является разработкой, выполненной в ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (ректор — д.м.н., профессор РАН А.В. Колсанов) по государственному контракту Минпромторга Российской Федерации от 07.04.2014 №14411.2049999.19.013 «4.3-Автоплан-2014» [13].

Алгоритм планирования и выполнения реконструктивного этапа состоит из трех этапов.

Первый этап. Пациенту выполняют КТ-исследование лицевого скелета. Данные загружаются в программный комплекс «Автоплан» в формате DICOM. Выполняется 3D-моделирование структур лицевого скелета, определяются локализация, площадь, объем, тканевый состав дефекта. Далее происходит подбор необходимого пластического материала в программе для ЭВМ, интегрированной в программный комплекс «Автоплан» (программа автоматического подбора пластического материала для замещения дефектов средней зоны лица, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RUS №2024617819 от 05.04.2024). В программу заложены характеристики четырех наиболее часто применяемых свободных лоскутов для устранения дефектов лица: лучевой кожно-фасциальный, переднебоковой лоскут бедра, химерный лопаточный и малоберцовый лоскуты. Подбор пластического материала основывается на следующих параметрах: площадь, объем, тканевый состав дефекта, необходимость в тампонировании полости. В случае если пластическим материалом выбора является лопаточный или малоберцовый лоскут, дополнительно проводится КТ-исследование лопаточной области / области голени. Данные вводятся в программный комплекс «Автоплан» в формате DICOM. Выполняется построение 3D-модели костных структур донорской области. Следующим шагом осуществляется моделирование и последующая печать на 3D-принтере индивидуальных шаблонов для резекции, моделирования лоскута (шаблоны изготавливаются из порошка полиамида PA 2200 посредством 3D-печати технологией селективного лазерного спекания) и индивидуальной системы фиксации (имплантаты изготавливаются из порошка титанового сплава Ti-6Al-4V методом лазерного плавления).

Второй этап. На данном этапе осуществляется хирургическое вмешательство, выполняется онкологический этап операции с помощью индивидуальных шаблонов для резекции с последующим выделением реципиентных сосудов. Производится выделение и моделирование лоскута с помощью индивидуального шаблона моделирования лоскута при сохранном кровотоке, что сокращает время ишемии аутотрансплантата.

Третий этап. На данном этапе смоделированный лоскут перемещается в реципиентную зону, происходит микрохирургический этап (микроскоп Carl Zeiss Opmi S77, Carl Zeiss Meditec AG, Германия) и фиксация с помощью индивидуализированной системы фиксации.

Результаты реконструктивно-пластических операций с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» оценивали через 6 мес после оперативного вмешательства по следующим параметрам: функциональный результат, эстетический результат, временные затраты на операцию, количество осложнений. Функциональный результат включал в себя оценку по таким параметрам, как ограничения в диете и речеобразование. Каждый параметр оценивался группой из пяти специалистов, результатом было выставление одной из оценок: хорошо — полное восстановление функций нижней челюсти; удовлетворительно — частичное восстановление функций, избыточный объем лоскута; неудовлетворительно — отсутствие восстановления функций, диета, включающая только жидкую пищу, наличие рубцовых изменений в области лоскута. Эстетический результат оценивался по шкале FACE-Q. В зависимости от набранных балов выставлялись оценки: хорошо — более 80 баллов, удовле-

творительно — 65—79 баллов, неудовлетворительно — 64 балла и менее.

Обработка данных. Разделение пациентов на основную и контрольную группы происходило в случайном порядке (по мере поступления в стационар). Методом описательной статистики получены средние значения и стандартные отклонения. Статистические критерии применялись для определения статистически значимой разницы (α<0,05) между показателями в контрольной и основной группах: критерий Стьюдента для независимых выборок использован для сравнения средних значений оценки в баллах по шкале FACE-Q и для оценки функциональных результатов операции по группам; критерий Пирсона χ^2 использован для исследования зависимости функциональных результатов лечения от группы исследования. Все статистические расчеты проведены в IBM SPSS Statistics 23.

Таблица 1. **Оценка функциональных и эстетических результатов у пациентов основной и контрольной групп через 6 мес после оперативного вмешательства**

Группа	Основная группа (*n*=40)	Контрольная группа (*n*=30)
Качество речи		
хорошее	34 (85)	22 (73,3)
удовлетворительное	5(12,5)	6 (20)
неудовлетворительное	1 (2,5)	2 (6,6)
Диета		
без ограничений	35 (87,5)	24 (80)
протертая пища	5 (12,5)	6 (20)
жидкая пища	—	—
Эстетический результат		
хороший	32 (80)	21 (70)
удовлетворительный	5 (12,5)	6 (20)
неудовлетворительный	3 (7,5)	3 (10)

Примечание. Данные представлены в виде абсолютных и относительных частот: *n* (%). Различия между группами при оценке функционального результата статистически значимы (p<0,05).

Результаты

Реконструктивно-пластические операции проведены 70 пациентам с дефектами нижней челюсти (*n*=40 — основная группа, *n*=30 — контрольная группа). Во всех наблюдениях в качестве пластического материала применялся свободный малоберцовый аутотрансплантат.

Оценка эстетических результатов. При оценке эстетических результатов среднее значение по шкале FACE-Q до операции составило 57±5 баллов у пациентов обеих групп. При оценке послеоперационного результата через 6 мес получены следующие данные: среднее значение у пациентов основной группы — 86±7,4 балла, у пациентов контрольной группы — 76±6,8 балла (p<0,05). Хороший эстетический результат в основной группе получен в 32 (80%) случаях, в контрольной группе — в 21 (70%) случае; удовлетворительный — в основной группе — в 5 (12,5%) случаях, в контрольной группе — в 6 (20%) случаях; неудовлетворительный — в основной группе — в 3 (7,5%) случаях, в контрольной группе — в 3 (10%) случаях.

Оценка функциональных результатов. При оценке качества речи хорошее качество речи в основной группе получено в 34 (85%) случаях, в контрольной группе — в 22 (73,3%) случаях; удовлетворительное в основной группе — в 5 (12,5%) случаях, в контрольной группе — в 6 (20%) случаях; неудовлетворительное — в основной группе — в 1 (2,5%) случае, в контрольной группе — в 2 (6,6%) случаях.

Оценка диеты. При оценке диеты выяснено, что к обычному питанию, как и до оперативного лечения, вернулись 35 (87,5%) пациентов основной группы и 24 (80%) пациента контрольной группы. У 5 (12,5%) пациентов основной группы и у 6 (20%) пациентов контрольной группы ограничения диеты заключались в приеме протертой пищи **(табл. 1)**.

Средняя продолжительность оперативного вмешательства у пациентов основной группы составила 475±45 мин, контрольной группы — 580±40 мин: сокращение времени на 18,1% (p<0,05). Средняя продолжительность выполнения реконструктивного этапа у пациентов основной группы — 180±16 мин, контрольной группы — 260±36 мин: сокращение времени на 30,77±11,2% (p<0,05). Средняя продолжительность выполнения остеотомии и моделирования малоберцового лоскута у пациентов основной группы составила 75±7,6 мин, аналогичный процесс у пациентов контрольной группы занял 160±15,3 мин: сокращение времени на 53,13±12,24% (p<0,05) **(табл. 2)**.

Тотальный некроз лоскута отмечен у 3 (7,5%) пациентов основной группы и у 3 (10%) пациентов контрольной группы. Осложнения со стороны реципиентной зоны включали развитие свища, нагноения, расхождение краев раны, образование гематомы. Осложнения отмечены у 11 (27,5%) пациентов основной группы и у 9 (30%) пациентов контрольной группы.

Предлагаем рассмотреть данный трехэтапный алгоритм с применением программного комплекса «Автоплан» на клиническом примере пациентки с постонкологическим дефектом нижней челюсти.

Клинический случай

Пациентка *И.*, 49 лет. Установлен диагноз: плоскоклеточный рак слизистой оболочки дна полости рта с врастанием в нижнюю челюсть T2N0M0 **(рис. 1)**.

Первый этап. На данном этапе выполнена КТ области головы и шеи, данные загружены в программный комплекс «Автоплан» в формате DICOM, построена 3D-модель дефекта **(рис. 2)**. Лоскут выбран с помощью программы автоматического подбора пластического материала. Данные, вводимые в про-

Таблица 2. **Средняя продолжительность выполнения оперативного вмешательства у пациентов основной и контрольной групп**

Продолжительность, мин	Основная группа (n=40)	Контрольная группа (n=30)
Операция	475±45	580±40
Моделирование лоскута	75±7,6	160±15,3
Реконструктивный этап	180±16	260±36



Рис. 1. **Пациентка *И.*, 49 лет. Внешний вид пациентки до оперативного вмешательства.**
а — вид спереди; б — вид слева; в — вид справа.



Рис. 2. **Моделирование предполагаемого дефекта после резекции опухолевого образования в программном комплексе «Автоплан».**

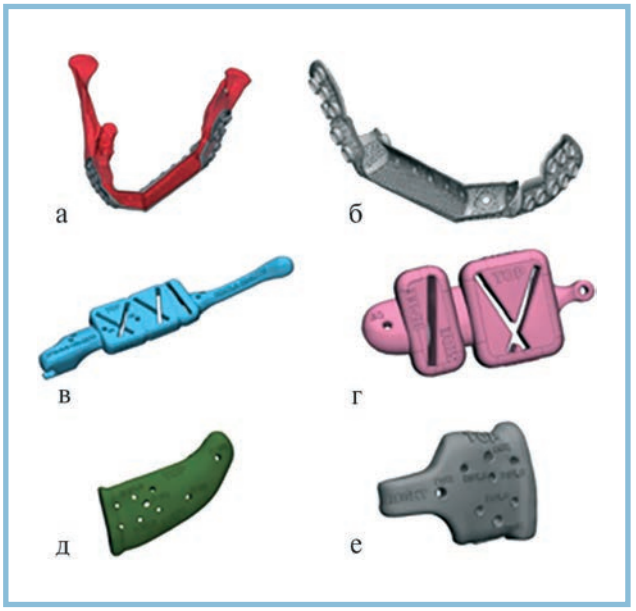


Рис. 3. **Изготовление индивидуальных шаблонов и моделей предоперационного планирования в программном комплексе «Автоплан» для последующей 3D-печати.**
а — модель для предоперационного планирования; б — индивидуальная пластина фиксации малоберцового лоскута к опилам нижней челюсти; в — шаблон-1 для опила малоберцовой кости; г — шаблон-2 для опила малоберцовой кости; д — шаблон левый для опила нижней челюсти; е — шаблон правый для опила нижней челюсти.

грамму: тканевый состав дефекта — кость, площадь дефекта костных структур — более 30 см^2, отсутствие необходимости в тампонаде полости. Лоскут выбора — свободный малоберцовый трансплантат. Пациентке выполнена КТ правой голени. Построена 3D-модель костных структур голени. Выполнены моделирование и печать на 3D-принтере индивидуального шаблона для резекции, шаблона для моделирования лоскута, индивидуальной системы фиксации **(рис. 3, 4)**.

Второй этап. *Ход операции.* Положение пациента на спине. Выполнен доступ в левой подбородочной области. Визуализирована опухоль. Удаление опухоли нижней челюсти произведено с помощью индивидуального шаблона для резекции. В боковом треугольнике шеи выполнено выделение реципиентных сосудов *a. et v. faciales* для последующего формирования микрососудистых анастомозов. Забор малоберцового лоскута производился по стандартной методике согласно предоперационной разметке: шаблон приложен к наружной поверхности лоскута, фик-

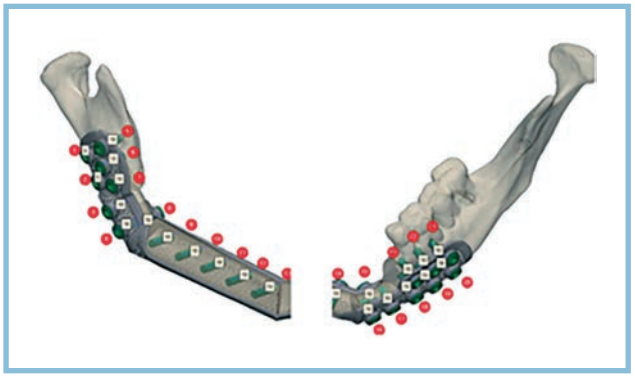


Рис. 4. **Планирование систем фиксации у пациентки в программном комплексе «Автоплан», расчет необходимого количества точек фиксации индивидуализированной пластины к опилам нижней челюсти.**

сирован микровинтами длиной 3 мм. С помощью осцилляторной пилы через навигационные щели в шаблоне осторожно выполнено рассечение кости. Кастомизированная пластина приложена к остеотомированной кости по нижне-внутреннему краю, опилы малоберцовой кости плотно позиционированы друг к другу, получена необходимая форма аутотрансплантата, соответствующая шаблону и дефекту нижней челюсти. С помощью дрели выполнено сверление 8 отверстий в лоскуте (по задней поверхности), использованы микровинты для фиксации **(рис. 5)**.

Лоскут выделен, смоделирован, подготовлен для переноса в область дефекта. Следует особо отметить, что моделирование лоскута выполнено без остановки кровоснабжения. Далее выполнено отсечение сосудистой ножки смоделированного лоскута и его позиционирование в области дефекта.

Третий этап. Отмечено полное сопоставление по углам, опилы малоберцовой кости плотно подходят к опилам нижней челюсти. С помощью микровинтов длиной 7 мм выполнена фиксация конструкции «кастомизированная пластина + малоберцовый аутотрансплантат» к опилам нижней челюсти по наружной поверхности. Далее с использование микрохирургической техники выполнено формирование микрососудистых анастомозов между сосудами лоскута и лицевыми сосудами слева. Кровоток запущен через 40 мин после отсечения лоскута от донорской зоны. Установлен дренаж в область микроанастомозов. В полости рта с помощью местных тканей дна полости рта выполнено укрытие костной части лоскута, снаружи лоскут укрыт кожными лоскутами подбородочной зоны. Рана на голени послойно ушита с оставлением 1 силиконового дренажа, наложена компрессионная повязка. Время оперативного вмешательства составило 7 ч 10 мин.

Послеоперационный период без осложнений. Через 1 мес после операции восстановлены полноценные движения в височно-нижнечелюстном суставе, ходьба с опорой на обе ноги восстановлена через 14 дней после операции.

Через 6 мес после операции получен хороший функциональный и эстетический результат **(рис. 6)**. Такие функции, как жевание, глотание, дыхание и речь, восстановлены в полном объеме.

Обсуждение

Область лица имеет большое значение в жизни человека с эстетической и функциональной точки зрения. Помимо таких важных функций, как жевание, глотание, дыхание, речеобразование, данная область играет ключевую роль в социальном взаимодействии. Эстетически и функционально значимые дефекты челюстно-лицевой области существенно снижают качество жизни пациента [14]. В таких случаях устранение приобретенных дефектов области головы и шеи необходимо по жизненным показаниям.

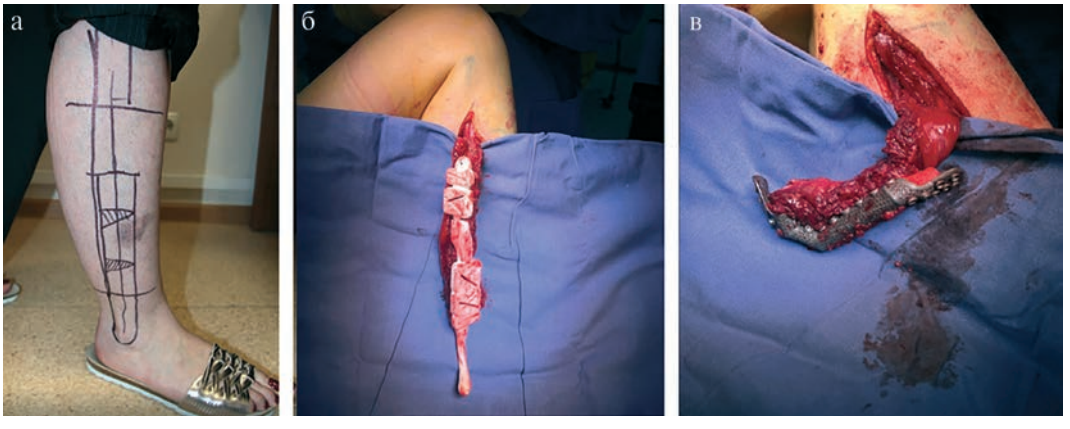


Рис. 5. **Ход оперативного вмешательства.**
а — разметка; б — этап примерки шаблона для моделирования лоскута; в — фиксация кастомизированной пластины по контуру малоберцового лоскута.



Рис. 6. **Пациентка *И.*, 49 лет. Внешний вид пациентки через 6 мес после операции.**
а — вид спереди; б — вид слева; в — вид справа.

Среди основных проблем дефектов нижней челюсти можно выделить следующие: при сохранной функции жевательных мышц и отсутствии костной опоры происходит нарушение функции височно-нижнечелюстного сустава, в дальнейшем приводящее к артрозу и развитию контрактуры; в связи с нарушением акта жевания и отсутствием в течение длительного времени механической нагрузки на зубы происходит атрофия альвеолярных отростков и потеря зубного ряда. Таким образом, важно не только восстановить тело и ветвь нижней челюсти, но и обеспечить условия для полноценной зубочелюстной реабилитации. В этой связи важным этапом реконструктивного этапа является проведение полноценного предоперационного планирования с изучением состава и пространственных характеристик дефекта [15].

Для устранения дефектов нижней челюсти возможно применение синтетических материалов, таких как титановые имплантаты, полимерные протезы и т.д. Однако использование данных вариантов как самостоятельного метода реконструкции не нашло широкого применения в связи с большим количеством осложнений и невозможностью отвечать основным задачам реконструктивного этапа [16]. В качестве методов, получивших широкое применение в устранении дефектов нижней челюсти, следует отметить применение свободных аутологичных лоскутов с включением костного компонента, что, по мнению ряда авторов, приводит к более значимым функциональным и эстетическим результатам [17]. Активное внедрение в хирургическую практику микрохирургической техники способствовало развитию данного направления. В научной литературе описаны методы устранения дефектов нижней челюсти с помощью реберного лоскута [18], лучевого лоскута [19], фрагмента подвздошной кости [20].

В настоящее время все больший вклад в проведение реконструктивных операций в области головы и шеи вносит применение аддитивных технологий, вследствие чего обеспечивается более точное сопоставление фрагментов костей, снижаются временные затраты на интраоперационное моделирование лоскута и общая продолжительность оперативного вмешательства, достигается лучшая консолидация костных фрагментов. Благодаря указанным выше факторам улучшаются отдаленные результаты хирургического лечения [21].

В работе N. Yamamoto и соавт. (8 пациентов) средняя продолжительность операции при устранении дефекта нижней челюсти свободным малоберцовым лоскутом составила 7 ч 54 мин (5 ч 15 мин — 13 ч 8 мин) [22]. В работе S. Bartier и соавт. (25 пациентов) средняя продолжительность операции составила 8,5±1,1 ч [23]. В нашем исследовании средняя продолжительность операции в основной группе составила 7,8±0,75 ч, в контрольной группе — 9,6±0,6 ч.

Применение программного комплекса «Автоплан», продемонстрированное в данном исследовании у пациентов основной группы, позволило существенно (на 18,1%) сократить продолжительность оперативного вмешательства по сравнению с контрольной группой, а также обеспечило получение хороших функциональных и эстетических результатов в большем количестве случаев.

Применение унифицированных алгоритмов в предоперационном периоде для планирования реконструктивных операций позволяет повысить воспроизводимость данных хирургических вмешательств с учетом кривой обучения хирурга. На наш взгляд, применение технологий 3D-моделирования, аддитивных технологий и создание алгоритма планирования хирургического вмешательства, состоящего из нескольких последовательных этапов, позволяет улучшить функциональные и эстетические результаты хирургического лечения.

Заключение

Представленный трехэтапный алгоритм предоперационного планирования в программном комплексе «Автоплан» является попыткой систематизировать накопленные знания и опыт. Применение ад-

дитивных технологий, сочетающих в себе методы 3D-визуализации и моделирования, позволяет сокращать продолжительность операции за счет уменьшения временных затрат на моделирование костных фрагментов лоскута, достигать лучшего сопоставления костных структур, получать хорошие функциональные и эстетические результаты. Предполагаем также, что подобный алгоритм позволит сократить временные затраты на обучение врача-хирурга, выполняющего реконструктивные вмешательства.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования — Ивашков В.Ю., Колсанов А.В.
Сбор и обработка материала — Денисенко А.С.
Написание текста — Денисенко А.С.
Редактирование — Ивашков В.Ю., Колсанов А.В., Вербо Е.В., Николаенко А.Н.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Росстат. *Статистика травматизма в России.* Ссылка активна на 27.10.24. Rosstat. *Statistika travmatizma v Rossii.* (In Russ.). Accessed October 27, 2024. https://rusind.ru/statistika-travmatizma-v-rossii-po-rosstatu.html
2. Correction: Epidemiology of facial fractures: incidence, prevalence and years lived with disability estimates from the Global Burden of Disease 2017 study. *Injury Prevention*. 2023;29(1):e1. Erratum for: *Injury Prevention*. 2020; 26(Suppl 1):i27-i35. https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043297corr1
3. Wang S, Yin S, Zhang ZL, Su X, Xu ZF. Quality of life after oral cancer resection and free flap reconstruction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2019;77(8):1724-1732. https://doi.org/10.1016/j.joms.2019.02.029
4. Вербо Е.В., Буцан С.Б., Гилева К.С. *Реконструктивная хирургия лица. Современные методы и принципы: учебное пособие.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2022. Verbo EV, Butsan SB, Gileva KS. *Rekonstruktivnaya khirurgiya litsa. Sovremennye metody i printsipy: uchebnoe posobie.* M.: GEOTAR-Media; 2022. (In Russ.). https://doi.org/10.33029/9704-6952-1-PLH-2022-1-572
5. Markiewicz MR, Melville JC, Fernandes RP. Reconstruction of the Mandible. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2023;31(2):xiii-xiv. https://doi.org/10.1016/j.cxom.2023.04.011
6. Ferreira JJ, Zagalo CM, Oliveira ML, Correia AM, Reis AR. Mandible reconstruction: History, state of the art and persistent problems. *Prosthetics and Orthotics International*. 2015;39(3):182-189. https://doi.org/10.1177/0309364613520032
7. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft: a clinical extension of microvascular technique. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1975;55(5):533-544. https://doi.org/10.1097/00006534-197505000-00002
8. Hidalgo DA. Fibula free flap mandible reconstruction. *Microsurgery.* 1994; 15(4):238-244. https://doi.org/10.1002/micr.1920150404
9. Horiuchi K, Hattori A, Inada I, Kamibayashi T, Sugimura M, Yajima H, Tamai S. Mandibular reconstruction using the double barrel fibular graft. *Microsurgery.* 1995;16(7):450-454. https://doi.org/10.1002/micr.1920160704
10. Вербо Е.В., Погабало И.В., Балакин Я.И. Анализ результатов лечения пациентов с дефектами челюстей при использовании реваскуляризуемого аутотрансплантата с включением малоберцовой кости. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина*. 2019;1:56-58. Verbo EV, Pogabalo IV, Balakin YaI. Analysis of the results of treatment of patients with jaw defects using a revascularizable autograft with fibula inclusion. *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* 2019;1:56-58. (In Russ.).
11. Буцан С.Б., Гилева К.С., Вербо Е.В. Хохлачев С.Б., Абрамян С.В., Смаль А.А., Булат С.Г. Эволюция в планировании и моделировании реваскуляризуемого малоберцового аутотрансплантата при устранении дефектов нижней челюсти. *Стоматология.* 2018;97(3):35-43. Butsan SB, Gileva KS, Verbo EV, Khokhlachev SB, Abramian SV, Smal AA, Bulat SG. Evolution of the mandibular defects reconstruction with free fibula flapx. *Stomatologiya.* 2018;97(3):35-43. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/stomat201897335
12. 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. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2018;23(3):e359-e366. https://doi.org/10.4317/medoral.22295
13. Мякотных М.Н. *Особенности вариантной и клинической анатомии воротной вены:* Дисс. ... канд. мед. наук. Оренбург; 2022. Myakotnykh MN. *Osobennosti variantnoj i klinicheskoj anatomii vorotnoj veny:* Diss. ... kand. med. nauk. Orenburg; 2022. (In Russ.).
14. Ringash J. Survivorship and Quality of Life in Head and Neck Cancer. *Journal of Clinical Oncology*. 2015;33(29):3322-3327. https://doi.org/10.1200/JCO.2015.61.4115
15. Gaxiola-García MA, Kushida-Contreras BH, Albornoz CR, Manrique OJ. Quality of life assessment after microvascular head and neck reconstruction: a systematic review of available tools. *The British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2024;62(1):23-29. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2023.10.022
16. Alasseri N, Alasraj A. Patient-specific implants for maxillofacial defects: challenges and solutions. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2020;42:5. https://doi.org/10.1186/s40902-020-00262-7
17. Миначенко В.К., Варшавский В.К., Пшениснов К.П., Голубев Ю.С., Сидоров В.Б. Отсроченная костная пластика нижней челюсти реваскуляризированными лоскутами. *Стоматология.* 1991;4:50-52. Minachenko VK, Varshavsky VK, Pshenisnov KP, Golubev YuS, Sidorov VB. Delayed bone grafting of the mandible with revascularized flaps. *Stomatologiya*. 1991;4:50-52. (In Russ.).
18. Serafin D, Villarreal-Rios A, Georgiade NG. A rib-containing free flap to reconstruct mandibular defects. *British Journal of Plastic Surgery.* 1977;30(4): 263-266. https://doi.org/10.1016/0007-1226(77)90113-8
19. Hatoko M, Harashina T, Inoue T, Tanaka I, Imai K. Reconstruction of palate with radial forearm flap: a report of 3 cases. *British Journal of Plastic Surgery.* 1990;43(3):350-354. https://doi.org/10.1016/0007-1226(90)90087-g
20. van de Wall BJM, Beeres FJP, Rompen IF, Link BC, Babst R, Schoeneberg C, Michelitsch C, Nebelung S, Pape HC, Gueorguiev B, Knobe M. RIA versus iliac crest bone graft harvesting: A meta-analysis and systematic review. *Injury.* 2022;53(2):286-293. https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.10.002
21. Jones EA, Huang AT. Virtual Surgical Planning in Head and Neck Reconstruction. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2023;56(4):813-822. https://doi.org/10.1016/j.otc.2023.04.013
22. Yamamoto N, Morikawa T, Yakushiji T, Shibahara T. Mandibular Reconstruction with Free Vascularized Fibular Graft. *The Bulletin of Tokyo Dental College*. 2018;59(4):299-311. https://doi.org/10.2209/tdcpublication.2017-0025
23. Bartier S, Mazzaschi O, Benichou L, Sauvaget E. Computer-assisted versus traditional technique in fibular free-flap mandibular reconstruction: A CT symmetry study. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2021;138(1):23-27. https://doi.org/10.1016/j.anorl.2020.06.011

Поступила 01.09.2024
Received 01.09.2024
Принята к печати 28.09.2024
Accepted 28.09.2024