

Ивашков Владимир Юрьевич

**ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ МИКРОХИРУРГИЧЕСКИХ
РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С РАНЕВЫМИ
ДЕФЕКТАМИ ГОЛОВЫ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА**

3.1.9 Хирургия

3.1.16 Пластическая хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Самара, 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные консультанты:

доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН **Колсанов Александр Владимирович**
доктор медицинских наук, доцент **Вербо Елена Викторовна**

Официальные оппоненты:

Богданов Сергей Борисович, доктор медицинских наук, профессор, государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 имени профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, заведующий ожоговым отделением

Волох Мария Александровна, доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра пластической и реконструктивной хирургии, заведующая кафедрой

Селянинов Константин Владимирович, доктор медицинских наук, доцент, АНО «НИИ микрохирургии», заместитель президента АНО «НИИ микрохирургии» по лечебной работе

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «__» **2025 г. в 11.00 часов** на заседании диссертационного совета 21.2.061.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, просп. Карла Маркса, 165Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<https://samsmu.ru/scientists/science/referats/2025/>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент

Д.А. Долгушкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В современном мире неуклонно растёт количество пациентов с обширными дефектами головы и, в частности, лицевого скелета вследствие дорожно-транспортных происшествий, огнестрельных, минно-взрывных ранений, хирургического лечения злокачественных опухолей. Количество повреждений структур лицевой области увеличилось за последнее десятилетие не менее, чем в 2 раза [Wusiman P. et al., 2020; Wichlas F. et al., 2020, Gormley M. et al., 2022].

Травмы лицевого скелета в структуре заболеваемости взрослого населения РФ занимают 10 место и составляют 1,7% – у мужчин, 0,6% – у женщин, 1,1% – у обоих полов на 1 000 человек. Удельный вес травм челюстно-лицевой области среди общего количества повреждений костей колеблется от 3,2 до 11%, при этом переломы костей лицевого скелета наблюдают в 88,2%, травмы мягких тканей – в 9,9%, ожоги лица – в 1,9% случаев. Имеется тенденция к утяжелению характера травм, увеличению доли массивных разрушений и повреждений средней зоны лица [Богданов С.Б. с соавт., 2020, Ходжаназарова М.А. с соавт., 2023].

Приобретенные комбинированные дефекты головы и, в частности, лицевого скелета у пациентов относят к сложной хирургической патологии. Как правило, такие дефекты приводят к деформации и изменению конфигурации лица, рубцовым изменениям, нарушениям речи, жевания, глотания и других жизненно важных функций, резкому снижению качества жизни пациентов [Хелминская Н.М. с соавт., 2023; Huber L., 2023].

Онкологические заболевания и их последствия вносят существенный вклад в структуру приобретенных дефектов головы, зачастую приводя к инвалидизации больных. Около 10% в структуре всех онкологических заболеваний составляют злокачественные новообразования головы и шеи, при этом 60% пациентов, обратившихся за помощью, уже имеют тяжёлую стадию болезни. В некоторых случаях новообразования могут затрагивать несколько анатомических участков, что может стать причиной выраженных функциональных нарушений и социальной дезадаптации пациентов [Колядич Ж.В., 2021; Mohamed A. et. al., 2021, Strüder D. et al., 2023].

Одним из направлений в хирургическом лечении пациентов с дефектами области головы является применение микрохирургической техники, которая

позволяет восстановить функциональный и эстетический дефицит. Реконструктивная микрохирургия использует широкий спектр пластических материалов, в том числе лоскуты – аутотрансплантаты, содержащие разные комплексы тканей. Возможность одномоментного устранения дефектов позволяет провести хирургическое лечение за короткий промежуток времени, добиться желаемых результатов, что способствует скорейшему восстановлению пациентов [Волох М.А. с соавт., 2021, Вербо Е.В. с соавт., 2021].

Выбор оптимального пластического материала при сложных случаях устранения обширных дефектов головы, в частности, для восстановления целостности лицевого скелета, очень сложен. Чаще авторы описывают алгоритм выбора пластического материала для восстановления одной анатомической зоны лица: верхней, средней или нижней [Кульбакин Д.Е., 2021, De Virgilio, A et al., 2019]. В реальной практике нередко возникает необходимость в восполнении объема тканей одновременно нескольких анатомо-топографических зон.

Использование для пластики химерных лоскутов, таких как лоскут угла лопатки с тремя разными тканевыми компонентами, модифицированного малоберцового аутотрансплантата с включением малоберцовой мышцы на отдельной перфорантной ветви позволяет расширить диапазон моделирования аутотрансплантатов и достичь хороших функциональных и эстетических результатов хирургического лечения пациентов [Селянинов К.В. с соавт., 2020; Tamaki A. et al., 2023].

Одним из важнейших аспектов современной реконструктивной хирургии области головы является устранение комбинированных дефектов, когда кроме дефицита костного компонента имеется недостаток мягких тканей, приводящих к сообщению ротовой полости и полости носа. Имеются отдельные работы, посвященные методике использования при таких дефектах местных лоскутов из слизистой оболочки, мышечной порции других лоскутов [Шаробаро В.И. с соавт., 2019; Kurosawa S. et al., 2020].

Сложным разделом реконструктивных вмешательств остаются краниофациальные резекции, когда границы удаления тканей затрагивают три лицевые зоны. В этом случае реконструктивный этап является жизненно необходимым, так как требуется укрытие критически важных структур основания

черепа. Подобные дефекты предъявляют максимальные требования к предоперационной подготовке пациента, выбору пластического материала, трехмерной визуализации границ резекции, хирургической технике [Hurley, C.M. et al., 2023].

Степень разработанности проблемы

На сегодняшний день для устранения дефектов лицевой области возможно применение синтетических материалов, однако их использование имеет ряд недостатков: развитие рубцовых и постлучевых изменений мягких тканей, недостаток покровных тканей для укрытия имплантата, высокий риск его экструзии, особенно в случае присоединения инфекции, замедленная эпителизация краев раны, нарушение стабильности конструкции [Wang W., 2020; Le J.M. et al., 2022].

Использование свободных аутологичных лоскутов при устранении дефектов лицевого скелета позволяет достигать хороших результатов в большем количестве случаев по сравнению с применением синтетических материалов, однако недостатком является длительность микрохирургических вмешательств, послеоперационные осложнения, как со стороны лоскута, так и реципиентной и донорских зон [Байтингер В.Ф. с соавт., 2020].

При устранении дефектов лица лоскутами с костным компонентом часто не удается провести его точное моделирование и, как следствие, достичь хорошего сопоставления с костной тканью реципиентной зоны, что в итоге приводит к ухудшению эстетического и функционального результатов операции [Markiewicz M.R. et al., 2023].

Сдерживающим фактором широкого использования аутотрансплантатов в клинической практике является отсутствие четкого алгоритма их выбора для персонализированной пластики дефектов. Развитие современных технологий, в том числе 3D принтинга, интраоперационной навигации, а также компьютерных программ для предоперационного планирования могут позволить хирургам принимать точные и корректные решения при выполнении реконструктивных микрохирургических операций [Колсанов А.В. с соавт., 2023; Frias F. et al., 2020].

На сегодняшний день отсутствуют унифицированные алгоритмы планирования операций при обширных дефектах головы и, в частности, лицевого

скелета, позволяющие выбрать оптимальный материал для реконструкции, провести персонализированное моделирование аутотрансплантата и реципиентной зоны, создать индивидуальные системы для надёжной фиксации пластического материала.

Цель исследования

Улучшить результаты и персонализировать подход к реконструктивному хирургическому лечению пациентов с дефектами лицевого скелета различного генеза за счет разработки и применения нового трёхэтапного тактического алгоритма с использованием программного комплекса «Автоплан».

Задачи исследования

1. Создать базу аутологичных лоскутов, применимых для устранения дефектов лицевого скелета, охарактеризовав их параметры, имеющие значение для оптимального выполнения реконструктивных операций.
2. На основе базы данных разработать программу автоматического выбора пластического материала для устранения дефектов лицевой области, интегрировав её в программный комплекс «Автоплан» для предварительной пространственной визуализации и оценки параметров зоны повреждения.
3. Предложить новый трёхэтапный тактический алгоритм с применением комплекса «Автоплан» для осуществления и персонификации реконструктивных операций у пациентов с дефектами лицевого скелета разного генеза.
4. Разработать и применить в клинической практике способ отсроченной гибридной реконструкции при обширном дефекте наружного носа в соответствии с предложенным тактическим алгоритмом.
5. Разработать методы оценки и профилактики осложнений в донорских областях после выделения аутотрансплантатов.
6. Оценить длительность реконструктивного этапа оперативного вмешательства у пациентов групп сравнения при использовании разных типов лоскутов.
7. Сравнить отдалённые эстетические результаты хирургического лечения пациентов с дефектами области верхней и нижней челюсти, прооперированных с использованием нового трёхэтапного тактического алгоритма и без него.
8. Проанализировать отдалённые функциональные результаты хирургического лечения пациентов с дефектами лицевого скелета в группах сравнения.

9. Оценить эффективность применения нового трёхэтапного тактического алгоритма, сравнив конгруэнтность лоскутов и воспринимающей кости у пациентов обеих групп.

Научная новизна

Впервые предложена и внедрена в клиническую практику база данных микрохирургических лоскутов для применения в реконструктивно-пластической хирургии при раневых дефектах головы (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625075 от 11.11.2024).

Впервые разработана и интегрирована в комплекс «Автоплан» компьютерная программа выбора пластического материала для хирургического устранения дефектов области лица (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617819 от 05.04.2024).

Предложен и научно обоснован трёхкомпонентный тактический алгоритм хирургического лечения пациентов с дефектами лица на основе программно-аппаратного комплекса «Автоплан», включающий: предоперационную визуализацию и оценку зоны повреждения; изготовление с помощью 3D принтинга персонафицированных шаблонов для моделирования аутотрансплантата, резекционных шаблонов для донорской и реципиентной зон, а также индивидуальной конструкции для фиксации пластического материала; выполнение оперативного вмешательства.

На основе трехкомпонентного тактического алгоритма впервые предложен и апробирован способ реконструкции наружного носа с помощью индивидуальной титановой пластины, изготовленной на 3D принтере и дублированного свободного лучевого аутотрансплантата (патент РФ на изобретение № 2821660 от 25.06.2024).

Разработан новый способ профилактики образования сером с помощью выполнения адаптационных швов в донорской области выделения лоскутов (патент РФ на изобретение № 2831042 от 29.11.2024).

Изучена длительность и степень выраженности лимфатического отека на верхних и нижних конечностях, как одного из осложнений после выделения лоскутов; разработаны и внедрены программы ЭВМ для оценки объемных характеристик верхних и нижних конечностей после операции (свидетельства о

государственной регистрации программ для ЭВМ № 2023663137 от 27.06.2023 и № 2023663153 от 27.06.2023).

Теоретическая и практическая значимость работы

Предложен новый подход к хирургическому лечению пациентов с дефектами области головы, в частности, лицевого скелета, основанный на трехэтапном тактическом алгоритме, включающем индивидуальное предоперационное планирование с помощью программного комплекса «Автоплан», выбор оптимального пластического материала, изготовление персонализированных навигационных шаблонов для моделирования и резекции и систем для фиксации аутотрансплантатов, выполнение вмешательства.

База лоскутов и программа по автоматизированному выбору пластического материала в зависимости от пространственных характеристик дефектов просты в использовании и могут быть легко интегрированы в хирургическую практику при устранении дефектов других областей.

Применение трёхэтапного тактического алгоритма упрощает достижение хороших функциональных и эстетических результатов у пациентов, предупреждает и снижает количество послеоперационных осложнений за счёт сокращения длительности вмешательства, уменьшения хирургической агрессии при персонализированной экономной обработке донорской, реципиентной зоны, моделировании и фиксации трансплантата индивидуальными конструкциями.

Предложенные в работе новые способы реконструктивных операций, профилактики осложнений, контроля объёма сегментов конечностей после травмирования донорских зон могут успешно применяться в хирургической практике. Разработанный трехэтапный алгоритм позволяет добиться значимого улучшения эстетических и функциональных результатов у пациентов как после онкологических резекций, так и после травматических повреждений области лицевого скелета.

Методология и методы исследования

Проведенное исследование является рандомизированным, многоцентровым, проспективным, интервенционным с параллельным контролем в двух независимых группах. Объектом исследования стали 180 пациентов с приобретенными дефектами области лица различного генеза, которым выполняли реконструктивные

операции. При этом в основной группе применяли разработанный трёхэтапный тактический алгоритм, основанный на персонализированном предоперационном планировании, выборе оптимального для устранения дефекта материала, моделировании в программном комплексе «Автоплан» и последующем изготовлении систем фиксации аутоотрансплантатов, индивидуальных резекционных шаблонов для реципиентной и донорских зон. В контрольной группе данный алгоритм не использовали. Пациентов обследовали с помощью современных клинических и инструментальных методов исследования. Весь полученный разнородный цифровой материал подвергли статистическому анализу.

Положения, выносимые на защиту

1. Программа автоматизированного выбора пластического материала, база данных с основными параметрами аутоотрансплантатов, интегрированные в систему «Автоплан», позволяют хирургу выполнить точное предоперационное планирование устранения дефекта с учётом его индивидуальных характеристик.

2. Персонализация нового тактического алгоритма обусловлена возможностью измерения индивидуальных параметров дефекта, изготовлением и применением индивидуальных шаблонов для резекции, моделирования и систем фиксации аутоотрансплантатов.

3. Новый трёхэтапный тактический алгоритм при осуществлении реконструктивных операций включает предоперационное планирование с выбором оптимального пластического материала; изготовление персонализированных шаблонов для моделирования донорской и реципиентной области, индивидуальных систем фиксации лоскута и, собственно, выполнение оперативного вмешательства.

4. Абсолютными показаниями к использованию разработанного алгоритма являются изолированные или комбинированные дефекты лицевого скелета, которые связаны со стойкой утратой либо ограничением основных функций: дыхания, питания, речеобразования, бинокулярного зрения; при этом алгоритм является универсальным как для пациентов с посттравматическими повреждениями, так и с дефектами после лечения онкологических новообразований.

5. Разработанные новые способы реконструктивных вмешательств, предупреждения послеоперационных осложнений, контроля состояния донорской и реципиентной областей дополняют предложенный тактический алгоритм и интегрированы в него.

6. Применение нового трёхэтапного алгоритма при хирургическом лечении пациентов с дефектами лицевого скелета значительно улучшает эстетические и функциональные результаты за счёт индивидуализации тактики, сокращения длительности вмешательства, снижения хирургической агрессии, высокой степени конгруэнтности лоскутов и реципиентной зоны.

Степень достоверности результатов исследования

Результаты выполненного в работе исследования, считаются достоверными на основании большого объема данных, базирующегося на использовании современных методов обработки цифрового материала и статистических методах, соответствующих поставленным в работе цели и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, подтверждаются аналитическими данными, представленными в таблицах и рисунках.

Апробация результатов работы

Результаты исследования доложены и обсуждены на междисциплинарных конференциях, конгрессах по реконструктивной микрохирургии памяти академика Н.О. Миланова (Москва, 2017, 2018, 2021, 2022); Российских онкологических конгрессах RUSSCO (Москва, 2018, 2019), Vozner microsurgery symposium (Bolzano, Italy, 2019), Европейском онкоортопедическом форуме (Москва, 2019), 11th European Plastic Surgery Research Council München (Germany, 2019), 10th World congress of reconstructive microsurgery (Bologna, Italy, 2019), XII съезде онкологов и радиологов стран СНГ и Евразии, посвященном 25-летию АДИОР (Москва, 2021), Летнем конгрессе «Пластическая, реконструктивная хирургия и косметология» (Санкт-Петербург, 2022); Национальном конгрессе по пластической хирургии (Москва, 2022); международном конгрессе по пластической, реконструктивной хирургии памяти профессора М. Матеева: «Связь поколений» (г. Чолпон-Ата, Кыргызская Республика, 2022), всероссийском конгрессе «Аддитивные технологии в клинической практике» (Самара 2022), 47th European Society Of

Congress Of Lymphology (Стамбул, Турция 2024), 16th Congress of the European societies for Microsurgery EFSM EuroMicro (Милан, Италия, 2024).

Внедрение результатов исследования

Предложенный трёхэтапный алгоритм устранения комбинированных дефектов лицевой области с применением аддитивных технологий, включающий новые оптимизированные варианты использования аутотрансплантатов, в том числе, сложносоставных тканевых комплексов, моделирование в комплексе «Автоплан» и создание персонализированных шаблонов для резекции и моделирования, фиксирующих конструкций, внедрены в лечебный процесс и используют в профильных отделениях Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», клиниках АО «Группа компаний Медси», ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина», ГБУЗ АО «Архангельский клинический онкологический диспансер».

Результаты исследования применяют в учебном процессе на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии, кафедре общей хирургии и хирургических болезней, кафедре челюстно-лицевой хирургии и стоматологии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Личный вклад автора

Работа является результатом индивидуального труда автора на всех этапах, начиная с постановки цели и задач и заканчивая анализом полученных результатов и формулированием выводов. Автор провел обзор отечественной и зарубежной литературы по методам реконструктивной хирургии при дефектах области головы, определил цель и ключевые задачи исследования, разработал дизайн и методику работы. Лично автором выполнен отбор 180 пациентов с дефектами лицевой области. Автор участвовал в применении аддитивных технологий, компьютерном моделировании зон дефектов, шаблонов, систем фиксации, выборе пластического материала, планировании всех этапов операции по разработанному трехэтапному алгоритму.

Автором лично выполнены реконструктивные вмешательства у всех пациентов с дефектами лицевого скелета. Обработаны и проанализированы результаты их хирургического лечения. Предложены и внедрены в клиническую практику новые программы для ЭВМ, база данных пластических материалов,

новые способы операций и профилактики послеоперационных осложнений.

Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета

Диссертационная работа выполнена в соответствии с комплексной темой научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии «Применение информационно-вычислительных технологий в медицине: VR в медицинском образовании и социально-бытовой реабилитации, искусственный интеллект, СППВР, медицинская визуализация и телемедицинские сервисы в диагностике и лечении социально-значимых заболеваний» (регистрационный номер 121092800129-5 от 23.09.2021).

Соответствие диссертации паспортам научных специальностей

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.9 – Хирургия: экспериментальная и клиническая разработка методов лечения хирургических болезней и их внедрение в клиническую практику, в том числе, современных высокотехнологичных методов - эндоскопических и роботических; и паспорту научной специальности 3.1.16 – Пластическая хирургия: разработка новых, усовершенствование существующих методов диагностики, хирургической коррекции и профилактики анатомических и/или функциональных дефектов любой локализации с применением микрохирургических и роботизированных технологий; создание и развитие междисциплинарных направлений, связей и исследований между пластической хирургией и смежными специальностями: хирургией, травматологией и ортопедией и другими.

Публикации по теме диссертации

По материалам диссертации опубликовано 23 печатных работы, в том числе 20 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации результатов кандидатских и докторских диссертаций, в том числе 7 статей в журналах библиографической базы данных Scopus. Получено 2 патента РФ на изобретения, 3 свидетельства РФ на программы для ЭВМ и 1 свидетельство РФ на базу данных.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 258 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, 5 глав собственных исследований, обсуждения, выводов и практических рекомендаций, списка литературы, который включает 211 источников, из них 60 отечественных и 151 иностранный. Работа иллюстрирована 29 таблицами и 93 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дизайн. Исследование является рандомизированным, многоцентровым, проспективным, интервенционным с параллельным контролем в двух независимых группах. Разделение пациентов на клинические группы осуществляли посредством стратифицированной (послойной) рандомизации. Работа основана на анализе результатов реконструктивного хирургического лечения 180 пациентов с приобретенными дефектами области головы, в частности, лицевой области, разного генеза.

Исследование осуществляли в следующих клинических центрах: Клиниках ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», клиниках АО «Группа компаний Медси», ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина», ГБУЗ АО «Архангельский клинический онкологический диспансер».

Критерии включения в исследование были следующими:

1. Пациенты после воздействия травмирующего агента любой этиологии с повреждением костных структур лицевой области (от 6 месяцев с момента травмы).
2. Пациенты после хирургического удаления новообразований лицевой области, при условии отсутствия отдаленных метастазов.
3. Состояние пациента, соответствующее от 2 до 4 баллов по шкале ECOG.
4. Отсутствие заболеваний, которые могли бы помешать выполнению реконструктивной операции.

Критерии невключения в исследование были следующими: наличие у пациентов тяжёлых сопутствующих заболеваний (некомпенсированный сахарный диабет, системные заболевания крови – тромбофилия, гемофилия и других);

беременность; острые психические, неврологические расстройства; дефекты речи, зрения и слуха, бывшие до возникновения повреждения; наличие неоперабельной опухоли, в том числе, наличие нестабилизированных метастазов; травматический шок; острое воспаление в ране, сепсис.

Работа носила этапный характер.

На **первом этапе** сформировали две группы пациентов: основную и контрольную, провели анализ сведений о них, включающий такие данные как: пол, возраст, сопутствующие заболевания, анамнез, характер/размер/протяженность и этиология дефекта области лица. В основную группу вошли 100 человек, реконструктивные операции которым выполняли в соответствии с разработанным трехэтапным тактическим алгоритмом с применением программного комплекса «Автоплан». В контрольную группу включили 80 человек, устранение дефектов у которых выполняли в соответствии со стандартными методиками без применения аддитивных технологий.

На **втором этапе** выполняли предоперационное планирование. Всем пациентам проводили МСКТ области головы и шеи, донорских зон (при необходимости). В основной группе предоперационное планирование осуществляли с помощью программного комплекса «Автоплан», включающего 3D-визуализацию зоны дефекта его оценку, проектирование индивидуальных резекционных шаблонов для донорской и реципиентной зон и систем моделирования и фиксации аутотрансплантатов. Изготавливали персонализированные шаблоны и конструкции с помощью трехмерной печати.

В контрольной группе предоперационное планирование осуществляли по стандартной методике, определяя по данным МСКТ характеристики дефектов. 3D визуализацию с математической обработкой изображений не выполняли.

Выбор пластического материала для устранения дефектов в основной группе пациентов осуществляли с помощью разработанной автоматизированной компьютерной программы и созданной базы аутотрансплантатов, интегрированных в программный комплекс «Автоплан». В контрольной группе пластический материал выбирали, исходя из технических возможностей и опыта хирурга.

На **третьем этапе** выполняли оперативное вмешательство. В основной группе выделение и моделирование аутологичных лоскутов, обработку реципиентной и

донорской зоны осуществляли с помощью изготовленных индивидуальных резекционных шаблонов. Фиксацию костных фрагментов аутотрансплантатов проводили с использованием персонализированных конструкций. В контрольной группе выполнение данных этапов операции проводили по обычным методикам.

На четвертом этапе осуществляли оценку результатов лечения – анализировали как ранний период пребывания пациента в стационаре после операции, возникновение осложнений, так и отдалённые результаты вмешательства через 6 месяцев. Оценка эстетического результата осуществляли по международной шкале FACE-Q, оценку функционального результата проводили на основании шкалы QOQ-HN35, выбрав из неё значимые для области интереса параметры (речь, диета, положение глазного яблока).

На пятом этапе полученные разнородные данные обрабатывали с помощью статистических методов в IBM SPSS Statistics 23. Расчеты проводили в Центре доказательной медицины и биостатистики ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Пациентов с дефектами области нижней челюсти (НЧ) дополнительно делили на две категории сложности (КС) в соответствии с классификацией А.П. Полякова (2017). **Дефект I КС** подразумевал дефект собственно костных структур НЧ. **Дефект II КС** – дефект кожи, подкожно-жировой клетчатки и мышечного слоя в сочетании с костными структурами НЧ. В обеих группах присутствовали пациенты с костными дефектами I–IV класса по J.S. Brown (2016 г.).

В зависимости от объема и локализации дефектов области верхней челюсти (ВЧ) пациенты были разделены на 4 группы в соответствии с классификацией Z. Durgani, 2013: **тип I**: дефект включал альвеолярный отросток ВЧ, твердое небо (ТН) + слизистую ретромолярной области, мягкое небо, боковую стенку ротоглотки; **тип II** (субтотальная максиллэктомия): дефект, затрагивающий до половины ВЧ, включал в себя альвеолярный отросток, ТН без вовлечения нижнеглазничной стенки + слизистую ретромолярной области, мягкое небо, боковую стенку ротоглотки; **тип III** (тотальная максиллэктомия): дефект включал резекцию всех шести стенок ВЧ, включая дно глазницы, но сохраняя её содержимое; **тип IV**: помимо тотального удаления ВЧ осуществляли экзентрацию глазницы.

Общая характеристика пациентов. В основную группу включили 100 человек. Среднее количество баллов по шкале ECOG составило $2,9 \pm 0,35$ баллов. Дефекты посттравматического характера были зафиксированы у 30 (30%), дефекты постонкологического характера у 70 человек (70%). Соотношение мужчин/женщин было 62/38, возраст (средний) – 47 ± 13 лет (диапазон от 20 до 74 лет). Дефекты области ВЧ: 60 пациентов (9 из которых с орбитофациальными дефектами), дефекты области НЧ: 40 пациентов.

У пациентов после онкологического лечения были обнаружены следующие локализации дефектов: 24,28% случаев (17 пациентов) – область слизистой гайморовой пазухи; 34,28% случаев (24 пациента) – твердое и мягкое небо; 14,29% случаев (10 пациентов) – слизистая ретромолярной области; 7,14% случаев (5 пациентов) – слизистая оболочка альвеолярного отростка ВЧ; 7,14% случаев (5 пациентов) – полости носа и решетчатый лабиринт; 7,14% случаев (5 пациентов) – слизистая лобной пазухи; 5,71% случаев (4 пациента) – кожа щеки и нижнего века.

В контрольную группу включили 80 человек. Среднее количество баллов по шкале ECOG составило $2,9 \pm 0,33$ балла. Посттравматические дефекты были зарегистрированы у 20 пациентов (25%) постонкологические у 60 человек (75%) Соотношение мужчины/женщины было 62/18, средний возраст — 45 ± 12 лет (диапазон 21-75 лет). Дефекты ВЧ были у 50 пациентов (9 из которых имели орбитофациальные дефекты), дефекты НЧ имели 30 пациентов.

Распределение пациентов с дефектами области ВЧ основной и контрольной групп по типам дефектов Z. Durrani, 2013 было следующим: тип I - 23 (23%) и 16 (20%); тип II - 15 (15%) человек, в контрольной – 13 (16,25%), дефекты, включавшие кожу щечной области, спинки носа и нижнего века отмечали в основной группе в 10 случаях из 15; тип III - 13 (13%) и 12 (15%); тип IV - 9 (9%) и 9 (11,25%) пациентов соответственно ($p > 0,05$).

Проведен анализ сопоставимости групп по полу, возрасту, генезу дефекта, а также стадии онкологического заболевания и объему проведенного ранее лечения в зависимости от стадии (II стадия предполагала проведение только хирургического лечения, при III, IVa, IVb стадиях проводили также химиотерапию и лучевую терапию (Таблица 1). Группы были сопоставимы между собой по

абсолютному большинству характеристик.

Таблица 1 – Сопоставимость групп сравнения по полу, возрасту, генезу дефекта, стадии онкологического заболевания

Критерий	Основная группа	Контрольная группа	p
Пол (мужчины/женщины)	62/38	62/18	p>0,05/p<0,05,
Средний возраст	47±13	45±12	p>0,05
Генез дефекта (постонколог./посттравм.)	70/30	60/20	p>0,05/p>0,05
Стадия онкозаболевания			
II	37	33	p>0,05
III	14	11	p>0,05
IVa	11	9	p>0,05
IVb	8	7	p>0,05

Характеристика аутотрансплантатов, применённых в группах сравнения

Основная группа. С целью устранения дефектов области ВЧ и орбитофациальных дефектов в основной группе было использовано 60 свободных лоскутов. У 16 (26,6%) пациентов применяли костные лоскуты: малоберцовый и лопаточный. Мягкотканые лоскуты были использованы у 44 (73,4%) пациентов. Кожно-фасциальный лучевой лоскут применяли в 22 (36,7%) случаях при комбинированных дефектах ВЧ + слизистой ретромолярной области, мягкого неба, боковой стенки ротоглотки при отсутствии необходимости в тампонаде полости дефекта (Таблица 2).

Таблица 2 - Виды пластического материала при устранении дефектов области верхней челюсти разных типов в основной группе пациентов

Лоскуты	Тип I		Тип II		Тип III		Тип IV		Всего	
	N	%	N	%	N	%	n	%	n	%
Малоберцовый	2	8,7	—	—	—	—	—	—	2	3,3
Лопаточный	4	17,4	—	—	10	77	—	—	14	23,3
ALT-лоскут	4	17,4	6	40	3	23	9	100	22	36,7
Лучевой лоскут	13	56,5	9	60	—	—	—	—	22	36,7
Всего	23		15		13		9		60	

В 22 случаях (36,7%) был использован переднебоковой лоскут бедра (ALT-лоскут), который характеризуется достаточным размером кожно-жировой площадки (от 28 до 98 см²) и наличием мышечного фрагмента, необходимого для тампонады полости дефекта. Переднебоковой лоскут бедра применяли и при орбитофациальных дефектах с экзентрацией содержимого орбиты.

Лоскут с включением угла лопатки использовали в 14 (23,3%) случаях для устранения дефектов ВЧ, имеющих горизонтальный компонент при необходимости устранения объемного многоплоскостного дефекта. Применение лоскута с включением реваскуляризированной малоберцовой кости было в двух случаях, что составило 3% от общего числа наблюдений.

Группа пациентов с костными изолированными (по J. Brown, 2016) дефектами НЧ, относящихся к I КС, включала 31 пациента (77,5%), у которых в качестве пластического материала был использован малоберцовый лоскут. Группа пациентов с дефектами НЧ II КС насчитывала 9 (22,5%) человек с дефектом НЧ I–IV кл. по J. Brown и наличием дефекта мягких тканей. Пластическим материалом во всех случаях у них также был малоберцовый аутотрансплантат с дополнительным включением кожного компонента.

Контрольная группа В этой группе для устранения дефектов области ВЧ во всех случаях применяли свободные аутотрансплантаты. Лоскуты, содержащие в своем составе костный компонент (малоберцовый и лопаточный) были использованы в 13 (26%) случаях. В 37 (74%) случаях применяли мягкотканые лоскуты (Таблица 3).

Таблица 3 - Виды пластического материала при устранении дефектов области верхней челюсти разных типов в контрольной группе пациентов

Лоскуты	Тип I		Тип II		Тип III		Тип IV		Всего	
	N	%	N	%	n	%	N	%	n	%
Малоберцовый лоскут	1	6	—	—	—	—	—	—	1	2
Лопаточный лоскут	3	19	—	—	9	75	—	—	12	24
Переднебоковой лоскут бедра	3	19	5	38,5	3	25	9	100	20	40
Лучевой лоскут	9	56	8	61,5	—	—	—	—	17	34
Всего	16		13		12		9		50	

Для устранения дефектов НЧ I КС – 23 пациента (76,6%) и II КС - 7 (23,3%) в качестве пластического материала был использован малоберцовый лоскут во всех случаях. Для устранения дефекта НЧ II КС в состав малоберцового лоскута дополнительно была включена кожная площадка.

Методы исследования

Клинические методы. У пациентов с дефектами лицевой области при оценке местного статуса определяли тканевой состав, размеры и протяженность дефекта, состояние окружающих тканей, наличие рубцовых изменений, свищевых ходов, оростомы, сообщения ротовой полости и полости носа. Пальпаторно определяли места патологической подвижности костных фрагментов. Оценка донорской зоны предполагала сбор анамнеза о наличии травм, операций в этой зоне, проведение травматолого-ортопедического осмотра, выявление перемежающейся хромоты, тромбоза вен, состояния кожного покрова, его толщины, степени выраженности подкожно-жировой клетчатки, наличия отека.

Оценивали функции глотания, жевания, речеобразования, внешнего дыхания и зрения по шкале QOQ-HN35, выбрав из неё значимые для области интереса параметры (речь, диета, положение глазного яблока) и присуждали одну из трех категорий: «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» в зависимости от полученного результата. Оценку эстетической недостаточности проводили по шкале FACE-Q, включающей такие параметры как: внешний вид кожи, морщин, щек, носа, губ, ушей, подбородка, шеи, а также влияние внешнего вида на качество жизни, выставляя оценку от 1 до 100 баллов. Интерпретировали результат, как «хорошо» при 80 баллах и более, «удовлетворительно» при 65-79 баллах, «неудовлетворительно» при 64 баллах и менее. Всем больным проводили стандартные лабораторные исследования.

Инструментальное обследование включало МСКТ головы, при необходимости донорской зоны на томографе Aquilion PRIME (Toshiba Medical Systems, Япония) в положении пациента лежа на спине. При наличии дефекта челюсти у пациента применяли специальный валик для разобщения зубных рядов. Сканирование с шагом в 0,5 мм и углом наклона Gantry tilt 0° проводили в стандартном, костном и мягкотканном режимах.

В основной группе пациентов полученные данные в формате DICOM

загружали в программный комплекс «Автоплан» (СамГМУ, РФ), где на полученных срезах в трех плоскостях после построения 3D модели анатомических структур, определяли тканевой состав, объем и площадь дефекта, необходимость в тампонировании послеоперационной полости, другие параметры.

Микрохирургический этап операции осуществляли на операционных микроскопах Ormi S77, Ormi Pentero 800 (Carl Zeiss, Германия). Использовали микроинструменты: пинцеты, иглодержатели, ножницы, микроклипсы (ПТО медтехника, РФ), шовный материал для формирования анастомозов: ethicon prolene 8/0-prolene 10/0 (Johnson & Johnson, США), хирургические бинокулярные лупы Designs for vision (США). Остеотомии выполняли с помощью осциллирующей пилы Aescular Aculan 3 (США). Фиксацию костных частей лоскута и реципиентной области осуществляли с помощью винтов и специальной отвертки Aescular screw driver (Aescular, США).

Для оценки функционирования анастомоза и адекватности кровоснабжения аутотрансплантата применяли ультразвуковое исследование на аппарате Healthcare's Super Dopplex II (Huntleigh, Швеция) с частотой 10 МГц, прикладывая датчик через гелевую среду к проекции сосудистой ножки лоскута на коже.

Пациентов обследовали в раннем послеоперационном периоде, выявляя осложнения со стороны аутотрансплантата, донорской зоны, области пластики. Через 6 месяцев после операции оценивали отдаленные функциональные и эстетические результаты. Полученные разнородные цифровые данные обрабатывали с помощью статистических методов в IBM SPSS Statistics 23. Расчеты проводили в Центре доказательной медицины и биostatистики ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Новый трёхэтапный тактический алгоритм осуществления реконструктивных операций

Осуществление вмешательств при устранении дефектов челюстно-лицевой области у пациентов основной группы выполняли по разработанному нами алгоритму, включающему несколько этапов – предоперационное планирование и выбор пластического материала, изготовление индивидуальных шаблонов и систем фиксации для аутотрансплантатов, собственно, выполнение операции.

Предоперационное планирование проводили с помощью программного комплекса «Автоплан», являющегося системой автоматизированного планирования, управления и контроля результатами хирургического лечения, использующей данные инструментального обследования пациентов для 3D визуализации и моделирования с использованием методов дополненной реальности. Программный комплекс является разработкой ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России по государственному контракту Минпромторга РФ от 07.04.2014 г. № 14411.2049999.19.013 «4.3- Автоплан-2014».

Программный комплекс «Автоплан» позволяет выполнять 3D визуализацию зоны дефекта, оценить все его параметры, разработать индивидуальные шаблоны для резекции донорской и реципиентной зон, моделирования лоскута и персонафицированные конструкции для фиксации аутотрансплантата.

I этап - предоперационное планирование

Все полученные после обследования пациента инструментальные данные, в частности, данные МСКТ головы, загружали в программный комплекс «Автоплан» в формате DICOM. В компьютерной среде на полученных срезах в трех плоскостях (аксиальная, сагиттальная и фронтальная) в автоматическом режиме происходило построение 3D модели анатомических структур зоны интереса (Рисунок 1).

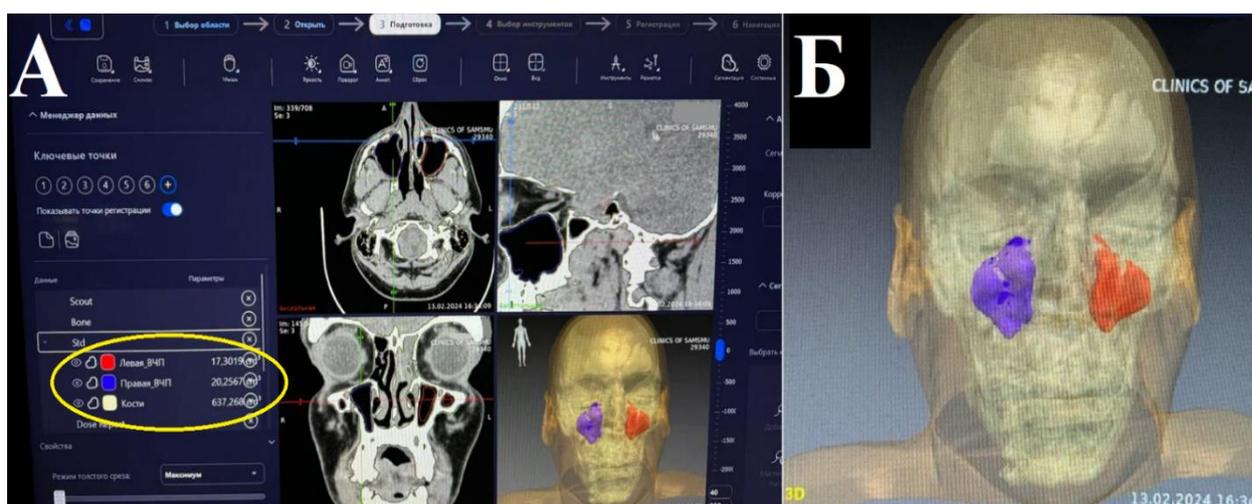


Рисунок 1 - Интерфейс комплекса «Автоплан», загрузка данных МСКТ в формате DICOM: А – моделирование и расчет индивидуальных параметров дефекта; Б - контрастное выделение симметричных областей интереса в средней зоне лица

Оценивали анатомические особенности черепа, положение глазных яблок, состояние глазодвигательных мышц, сосудов, нервов и других структур. Определяли истинные размеры, локализацию и протяженность дефекта. Далее выбирали оптимальный пластический материал для его устранения.

Нами были разработаны и интегрированы в комплекс «Автоплан» два продукта - «База микрохирургических лоскутов для применения в реконструктивно-пластических операциях при раневых дефектах головы» (свидетельство РФ о государственной регистрации базы данных № 2024625075 от 11.11.2024) и «Программа автоматического подбора пластического материала для замещения дефектов зоны лица (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617819 от 05.04.2024).

Для разработки собственной программы и базы данных нам потребовалось проанализировать объемы и площади используемых для пластики лоскутов, категоризировать их по тканевому составу. Параметры аутотрансплантатов для составления окончательной базы данных включали: длину сосудистой ножки, диаметры артерии и вены, размеры, пластичность, а также цвет и текстуру кожной площадки, возможность одномоментного выделения лоскута, его тканевой состав, наличие костного фрагмента, возможность применить компонент лоскута для тампонады полости дефекта (Таблица 1).

Базу данных, интегрированную в систему «Автоплан», использует разработанная нами программа ЭВМ для автоматизированного выбора лоскута. Хирургу необходимо лишь ввести краткие данные об основных характеристиках дефекта, полученные при его 3D визуализации и оценке. Программа автоматически подбирает оптимальный для конкретной клинической ситуации аутотрансплантат. Вид интерфейса разработанной программы представлен на Рисунке 2.

В случаях, когда результатом выбора пластического материала был лопаточный или малоберцовый лоскут, дополнительно проводили МСКТ донорской области лопатки или голени с включением данных в процесс 3D моделирования костного компонента лоскута необходимой конфигурации. Оба продукта (база данных и программа), интегрированные в систему «Автоплан», значительно упрощают хирургу этап предоперационного планирования.

Таблица 1 – Характеристики лоскутов в разработанной базе данных (зелёная галка – признак имеется, красный крестик – отсутствует)

Характеристики	Лучевой лоскут	ALT лоскут	Малоберцовый костный лоскут	Малоберцовый лоскут с кожной площадкой	Химерный лоскут с включением угла лопатки (без кожи)	Химерный лоскут с включением угла лопатки и кожной площадкой
Кожная площадка не требуется	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Кожная площадка до 100 см ²	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Кожная площадка 100-200 см ²	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Кожная площадка более 200 см ²	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Костный фрагмент, требующий моделирования	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Костный фрагмент, не требующий моделирования	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Возможность тампонады -да	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Возможность тампонады - нет	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Длина сосудистой ножки до 10 см	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Длина сосудистой ножки более 10 см	✗	✗	✗	✗	✓	✓

Подбор микрохирургических лоскутов

Программа автоматического подбора пластического материала для замещения дефектов средней зоны лица.

Необходимые типы тканей в составе комплекса тканей

Кожа Кость Мышца

Необходимость тампонады полости (при наличии глубокого трехмерного дефекта)

Тампонада необходима

Площадь дефекта покровных тканей

До 30 см² Более 30 см²

Характеристика лоскута:
свободный лучевой лоскут («ЛУЧ»)

Рисунок 2 – Вид интерфейса разработанной программы ЭВМ автоматизированного выбора пластического материала для устранения дефекта

II этап – изготовление персонализированных резекционных шаблонов и систем фиксации аутотрансплантатов

В комплексе «Автоплан» хирург определял оптимальные и необходимые экономные границы резекции как в области повреждения, так и при необходимости в донорской зоне выделения выбранного аутотрансплантата. В содружестве с медицинскими инженерами в программном комплексе осуществляли создание 3D моделей резекционных шаблонов, шаблонов для моделирования и конструкций для фиксации аутотрансплантата (Рисунок 3).

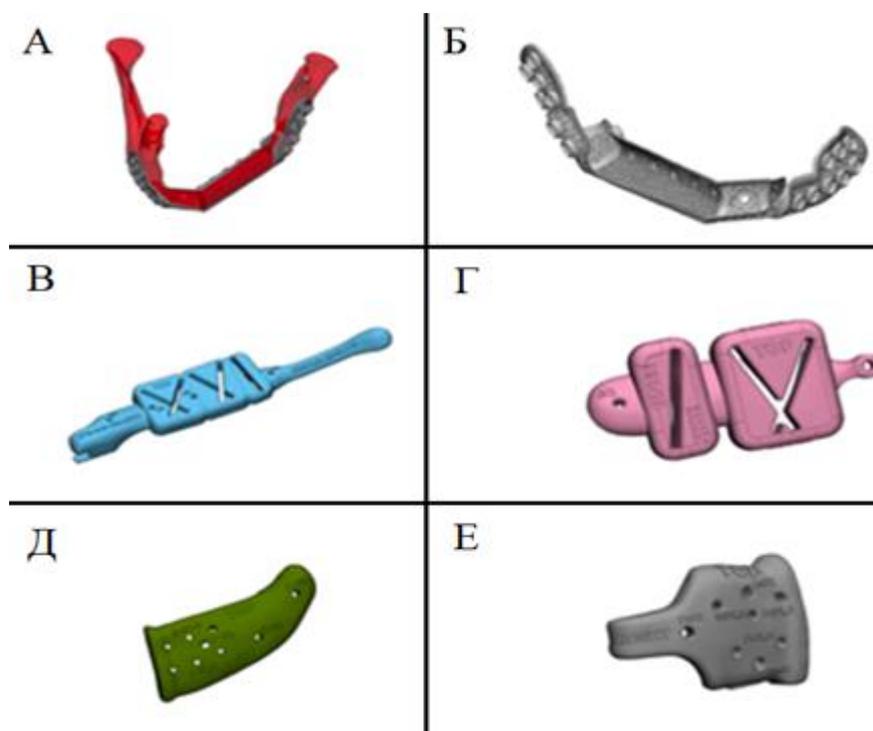


Рисунок 3 - Модели индивидуальных шаблонов, систем фиксации аутотрансплантата, созданные в программном комплексе «Автоплан» для их последующей 3D печати: А – модель нижней челюсти, Б – индивидуальная пластина фиксации малоберцового лоскута к фрагментам нижней челюсти, В – шаблон-1 для моделирования малоберцовой кости, Г – шаблон-2 для моделирования малоберцовой кости, Д – шаблон левый для остеотомии нижней челюсти, Е – шаблон правый для остеотомии нижней челюсти

Заключительным шагом второго этапа являлся производственный процесс - изготовление индивидуальных шаблонов, систем фиксации аутотрансплантата на 3D-принтере. Резекционные шаблоны изготавливали из порошка полиамида PA

2200 посредством 3D-печати технологией селективного лазерного спекания (SLS)- Selective Laser Sintering). Персонализированные системы фиксации аутотрансплантатов производили из порошка титанового сплава Ti-6Al-4V методом лазерного плавления порошка (SLM (Selective Laser Melting), соответствующего ГОСТ Р ИСО 5832-3-2020 посредством 3D-печати на принтере Trumpf TruPrint 2000 (Trumpf, Германия).

Процесс построения изделий происходил в камере SLM машины. Затем их отправляли на термическую обработку, отжиг, подвергали финишной механообработке. Заключаящими этапами являлись очистка изделий и технический контроль качества. Для применения в медицинской практике изделия проходили необходимый цикл обработки, включающий стерилизацию. Интраоперационно хирурги извлекали индивидуальные шаблоны и системы фиксации аутотрансплантатов их стерильных упаковок и использовали их по назначению. На Рисунке 4 представлено применение шаблона для резекции, моделирования малоберцового трансплантата и его фиксации.

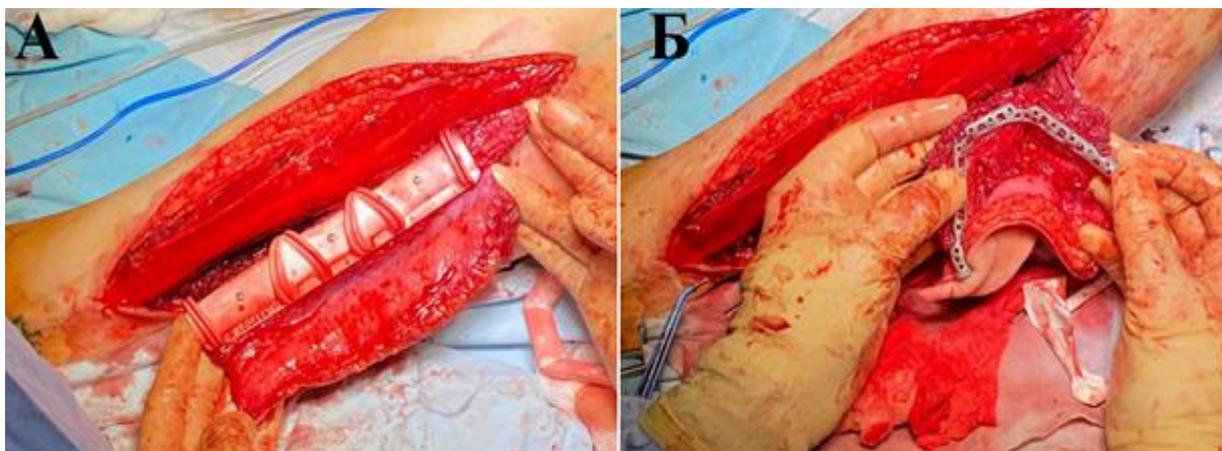


Рисунок 4- Моделирование свободного малоберцового лоскута с включением кожной площадки: А – наложение индивидуального шаблона для моделирования костной части лоскута и последующей остеотомии, Б – фиксация смоделированной части малоберцового лоскута индивидуальной титановой пластиной перед переносом в реципиентную зону нижней челюсти

Использование индивидуальных резекционных шаблонов, безусловно, облегчало труд хирурга, не требовало дополнительной моделировки зоны повреждения и донорских зон, снижало степень хирургической агрессии.

Персонализированные конструкции способствовали надёжной интеграции лоскута с реципиентным ложем и фиксации аутотрансплантата.

III этап – выполнение реконструктивного вмешательства

Процесс моделирования лоскута происходил при сохранённом кровотоке. После отсечения питающего сосуда выполняли частичную фиксацию лоскута в реципиентном ложе 2-3 винтами, адаптационными швами фиксировали мягкотканый компонент. Создавали сосудистые анастомозы - в большинстве случаев два венозных и один артериальный. Проводили окончательную фиксацию костного фрагмента лоскута с помощью индивидуальных конструкций.

Общая схема нового трёхэтапного алгоритма представлена на Рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема нового трёхэтапного тактического алгоритма

На основе разработанного трехкомпонентного алгоритма реконструктивных операций при дефектах головы и, в частности, лицевого скелета, нами впервые предложен и апробирован способ реконструкции наружного носа при его тотальных дефектах (патент РФ на изобретение № 2821660 от 25.06.2024).

Способ подразумевает использование особого края лучевого лоскута, который возможно использовать в сложенном варианте для одновременного закрытия дефекта кожи и слизистой оболочки в комбинации с индивидуальной титановой пластиной для фиксации и формообразования наружного носа. Разработанная титановая пластина за счет своей уникальной формы является персонифицированной – печатается на 3D-принтере с учетом всех анатомических особенностей пациента. Пластина имеет 6 отогнутых ножек, благодаря которым достигается необходимый функциональный зазор между ней и костными структурами, чтобы исключить сдавление сосудистой ножки и мягких тканей лоскута, которым оборачивают пластину. Угол сгибания ножек формируется индивидуально для каждого пациента в зависимости от характера и размеров дефекта. Количество отверстий для крепежных элементов также может изменяться в зависимости от сохранных костных структур, чтобы обеспечить надежную фиксацию конструкции. Поверхность пластины имеет большое количество перфораций диаметром 1 мм с расстоянием между ними в 1 мм, что даёт возможность фиксировать к ней лоскут там, где это необходимо (Рисунок 6А).

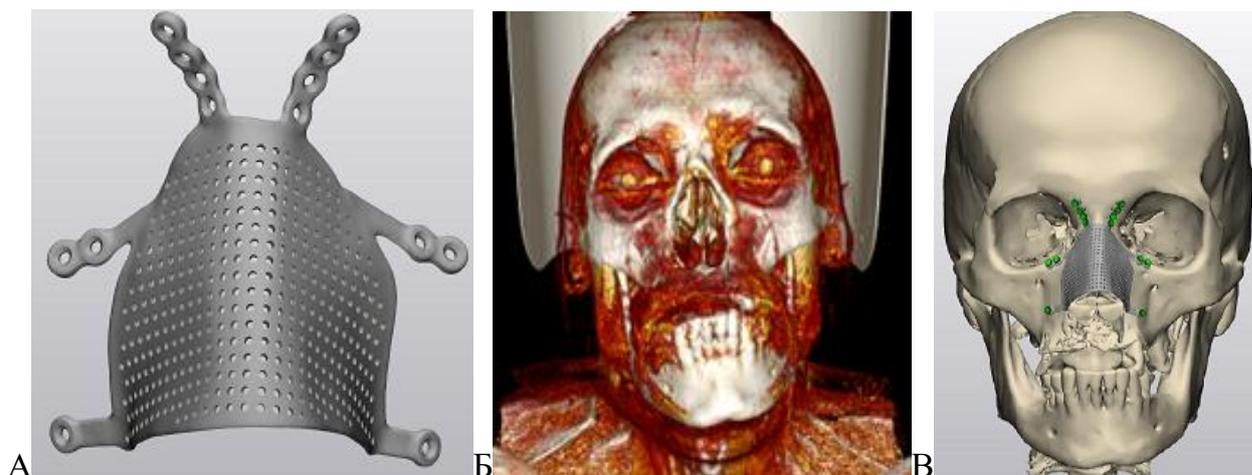


Рисунок 6 – Способ устранения тотальных дефектов наружного носа: А- формообразующая и фиксирующая пластина; Б – моделирование области дефекта; В - моделирование пластины и точек её фиксации в комплексе «Автоплан»

На первом этапе алгоритма выполняли МСКТ головы пациента с контрастом и толщиной среза 0,2 мм, загружая данные в программный комплекс «Автоплан». Выполняли построение 3D модели лицевого скелета и области дефекта, разрабатывали модели шаблона для экономной резекции реципиентной зоны и песонифицированной пластины (Рисунок 6 Б,В). На втором этапе на 3 D принтере печатали резекционный шаблон, изготавливали пластину. На третьем этапе выполняли реконструктивное вмешательство. Согласно заранее выполненным в программе расчетам проводили подготовку реципиентного ложа.

Выделяли лучевой лоскут, который оборачивали вокруг титановой пластины таким образом, чтобы поверхность кожной площадки была направлена в сторону носовой полости и наружу. Выполняли дезэпидермизацию полоски кожи лоскута шириной в 5 мм, прилегающей к дальней части конструкции, формируя две перфорации для продевания через них средней и нижней правых ножек пластины. Фиксировали пластину с зазором. Сосудистую ножку лоскута выводили через сформированный подкожный тоннель в область шеи, создавая необходимые анастомозы. Способ позволяет получить удовлетворительный функциональный и эстетический результат за один этап хирургического лечения.

Оценка результатов хирургического лечения пациентов в группах сравнения

Анализ результатов лечения пациентов с дефектами области верхней челюсти. Функциональные и эстетические результаты были оценены у 100 пациентов основной группы (100%) и у 80 пациентов контрольной группы (100%).

Оценка эстетических результатов. Среднее значение по опроснику FACE-Q до операции в основной и контрольной группах было одинаковым и составило $51 \pm 4,6$ балла. Через 6 месяцев после операции для основной группы среднее количество баллов составило 82 ± 8 , для контрольной – $70,2 \pm 6,4$ балла. Хороший эстетический результат был получен у 29 (48,33%)/17 (34%) пациентов, удовлетворительный у 25 (41,67%)/ 21 (42%), неудовлетворительный у 6 (10%)/ 12 (24%), $p < 0,01$ соответственно.

Оценка функциональных результатов. У 31 (86,11%) (основная)/ 22 (78,57%) (контрольная группа) пациентов было получено хорошее **качество речи**, удовлетворительное – у 3 (8,33%)/ 3 (10,71%), неудовлетворительное у 2 (5,56%)/ 3

(10,71%). Из 36/28 пациентов, с дефектами ВЧ I и III типа у 26 (72,22%)/ 18 (64,29%) **диета** была без ограничений, как в дооперационном периоде, у 9 (25%)/ 8 (28,57%) пациентов она была ограничена приемом протертой пищи, у 1 (2,78%)/ 2 (7,14%) ограничена приемом жидкой пищи из-за послеоперационной дисфункции височно-нижнечелюстных суставов.

Положение глазного яблока и острота зрения. Зрение в том же объеме, что и до операции было сохранено у больных обеих групп. У пациентов из группы с дефектами ВЧ II и III типа (N=28/25) симметричное положение глазных яблок отмечали у 23 (82%)/ 17 (68%) пациентов, умеренную диплопию выявляли в 4 (14%)/ 7(28%) случаях, энофтальм – в 1 (4%)/1 (4%) случае. Преимущество использования нового алгоритма в основной группе пациентов в достижении симметричного положения глазных яблок составило 14% ($p<0,05$), а диплопию отмечали на 14% случаев реже, чем в контрольной группе ($p<0,05$).

Дополнительные хирургические вмешательства потребовались в 15 случаях в основной группе и в 18 в контрольной. 8 пациентам основной и 8 пациентам контрольной группы была выполнена коррекция объема лоскута (3 - основная/3 – контрольная) - после использования ALT лоскута, (5 - основная/5 – контрольная) - после применения сложносоставного лоскута с включением угла лопатки. В 1 случае в основной группе был использован височный лоскут для укрытия диастаза краев раны в области орбиты.

Отдельно оценили результаты между группами (основная/контрольная – здесь и далее) у пациентов с разными типами дефектов области верхней челюсти.

В группе пациентов с **дефектами ВЧ I типа** послеоперационные результаты были оценены у 23/16 пациентов согласно критериям QOQ-HN35. **Качество речи.** В 21 (91,3%)/ 13 (81,25%) наблюдениях было получено хорошее качество речи, в 2 (8,7%)/ 2 (12,5%) – удовлетворительное, в 0/1 (6,25%) -неудовлетворительное. **Диета.** В 19 (82,61%)/ 12 (75%) случаях не отмечали ограничения диеты. В 4 (17,39%)/ 4 (75%) случаях отмечали ограничение приема протертой пищи. **Эстетический результат.** В 18 (78,26%)/ 10 (62,5%) случаях был получен хороший эстетический результат. В 4 (17,39%)/ 4 (25%) - удовлетворительный. В 1 (4.35%)/ 2 (12,5%) - неудовлетворительный в связи с рубцовой деформацией средней зоны лица. В качестве пластического материала применяли малоберцовый лоскут.

В группе пациентов с дефектами ВЧ II типа послеоперационные результаты были оценены у 15/13 пациентов согласно критериям QOQ-HN35.

Положение глазного яблока и острота зрения. Ни в одном случае не было отмечено ухудшения остроты зрения. В 13 (86,67%)/ 10 (76,92%) случаях была достигнута симметрия глазных яблок. В 2 (13,33%)/ 3 (23,08%) случаях была выявлена диплопия вследствие опущения глазного яблока. Проведения повторных операций не потребовалось. **Эстетический результат.** В 4 (26,67%)/ 2 (5,38%) случаях был отмечен хороший эстетический результат. В 9 (60%)/ 6 (46,15%) – удовлетворительный (основная жалоба – несоответствие цвета или текстуры кожи лоскута окружающей коже и/или избыточный размер лоскута). В 2 (13,33%)/ 5 (38,46%) случаях неудовлетворительный результат был связан с образованием соустья между носовой и ротовой полостями из-за деформационных изменений мышечной части лопаточного аутоотрансплантата, что потребовало повторного оперативного вмешательства с устранением дефекта местными тканями

В группе пациентов с дефектами ВЧ III типа послеоперационные результаты были оценены у 13/12 пациентов согласно критериям QOQ-HN35.

Положение глазного яблока и острота зрения. Во всех наблюдениях зрение было сохранено в том же объеме, что и до операции (13–100%/12–100%). В 10 (76,9%)/7 (58,3%) случаях достигнуто симметричное положение глазных яблок. В 2 (15,4 %)/ 4 (33,33%) случаях после использования химерного лоскута была отмечена умеренная диплопия вследствие смещения глазного яблока книзу. В 2 (15,4%)/ 2 (16,66%) случаях отмечали умеренный эктропион нижнего века. В 1 (7,69%)/ 1 (8,33%) случае был отмечен энофтальм. **Качество речи.** Хорошее качество речи было получено у 10 (76,92%)/ 9 (75%) пациентов, удовлетворительное у 1 (7,69%)/ 1 (8,33%), неудовлетворительное у 2 (15,38%)/ 2 (16,67%) пациентов. Все случаи с неудовлетворительным результатом были связаны с атрофией мышечной порции сложносоставного лопаточного лоскута, вследствие чего образовалось соустье между ротовой и носовой полостями.

Диета. Обычный вариант диеты был отмечен в 7 (53,85%)/ 6 (50%) случаях. Диета была ограничена приемом протертой пищи в 5 (38,46%)/ 4 (33,33%) случаях. В 1 (7,69%)/ 2 (16,67%) случаях отмечали ограничение приема жидкой пищи из-за тугоподвижности височно-нижнечелюстных суставов. **Эстетический результат.** В

7 (53,85%)/ 5 (41,67%) случаях был отмечен хороший эстетический результат. В 3 (23,08%)/ 3 (25%) - удовлетворительный. В 3 (23,08%)/ 4 (33,33%) - неудовлетворительный. В основной группе в 1 наблюдении была получена рубцовая деформация нижней губы после реконструкции ALT-лоскутом, что потребовало повторной операции и реконструкции альвеолярного отростка ВЧ с помощью малоберцового лоскута. Во втором случае был отмечен некроз кожного фрагмента лопаточного лоскута на 3 сутки после операции. Осложнение стало причиной повторной операции с устранением дефекта кожи кожно-фасциальным лучевым лоскутом. В третьем случае при устранении дефекта лопаточным лоскутом возник частичный некроз лоскута с формированием соустья между носовой полостью и полостью носа, что послужило причиной повторной операции с закрытием риностомы перемещенным височным лоскутом.

В группе пациентов с **орбитофациальными дефектами ВЧ (IV тип)** в 9 (100%)/ 8 (88,89%) наблюдениях был получен удовлетворительный, 0/1 (11,11%) отмечен неудовлетворительный эстетический результат.

Анализ результатов лечения пациентов с дефектами области нижней челюсти

Эстетический результат. Среднее значение по опроснику FACE-Q до операции в основной и контрольной группах составило 57 ± 5 баллов. Через 6 месяцев после операции в основной группе среднее количество баллов составило $86 \pm 7,4$, в контрольной – $76 \pm 6,8$ баллов, ($p < 0,01$).

Оценка функционального результата в основной группе пациентов с дефектами нижней челюсти I КС по параметрам QOQ-HN35. Качество речи. В 27 (87,1%) наблюдениях было отмечено хорошее качество речи, в 4-(12,9%) – удовлетворительное. **Диета.** В 28 (90,3%) наблюдениях диета не была ограничена, в 3 (9,68%) наблюдениях пациенты были ограничены приемом протертой пищи. **Эстетический результат.** В 26 (83,87%) наблюдениях был достигнут хороший эстетический результат, в 4 (12,9%) - удовлетворительный, в 1 (3,23%) наблюдении был отмечен неудовлетворительный результат вследствие избыточного объема лоскута и образования рубцовой деформации нижней трети лица. В качестве пластического материала для реконструкции был применен малоберцовый лоскут.

Оценка функционального результата в основной группе пациентов с дефектами нижней челюсти II КС по параметрам QOQ-HN35. Качество речи. В 7 (77,78%) наблюдениях было отмечено хорошее качество речи, в 1 (11,11%) – удовлетворительное, в 1 (11,11%) – неудовлетворительное. Неудовлетворительный результат был связан с гипертрофией мышечной порции малоберцового лоскута, вследствие чего произошло уменьшение объема ротовой полости, что послужило причиной неразборчивой речи. **Диета.** В 7 (77,78%) наблюдениях ограничений в диете не отмечали. В 2 (22,22%) наблюдениях пациенты были ограничены приемом протертой пищи. **Эстетический результат.** В 6 (66,67%) наблюдениях был достигнут хороший эстетический результат. В 1 (11,11%) - удовлетворительный. В 2 (22,22%) - неудовлетворительный. В обоих случаях после применения малоберцовых лоскутов отмечали их некроз, потребовавший применения пластики пекторальным лоскутом, что повлекло за собой нарушение пропорций нижней трети лица. Стоит отметить, что в обоих случаях некроз имел место в группе постонкологических дефектов.

Оценка функционального результата у пациентов с дефектами нижней челюсти I КС контрольной группы по параметрам QOQ-HN35. Качество речи. В 17 (73,9%) наблюдениях было достигнуто хорошее качество речи. В 6 (26,1%) – удовлетворительное. **Диета.** В 19 (82,6%) наблюдениях ограничений в диете не отмечали. В 4 (17,4%) случаях выявляли ограничение в диете (протертая пища). **Эстетический результат.** В 17 (73,9%) наблюдениях был достигнут хороший эстетический результат. В 5 (21,7%) - удовлетворительный. В 1 (4,4%) - неудовлетворительный в связи с избыточным по объему аутоотрансплантатом в сочетании с рубцовой деформацией нижней трети лица - в качестве пластического материала был применен малоберцовый аутоотрансплантат.

Оценка функционального результата у пациентов с дефектами нижней челюсти II КС контрольной группы по параметрам QOQ-HN35. Качество речи. В 5 (71,4%) наблюдениях было достигнуто хорошее качество речи. В 2 (28,6%) – неудовлетворительное, что было связано с гипертрофией мышечной порции малоберцового лоскута, вследствие чего произошло уменьшение объема ротовой полости, что послужило причиной неразборчивой речи. **Диета.** В 5 (71,4%) наблюдениях ограничений в диете не отмечали. В 2 (28,6%) наблюдениях были

ограничения диеты (протертая пища). **Эстетический результат.** В 4 (57,1%) наблюдениях был достигнут хороший эстетический результат. В 1 (14,3%) - удовлетворительный. В 2 (28,6%) -неудовлетворительный. В одном случае после использования малоберцового лоскута произошёл его некроз, потребовавший применения пластики пекторальным лоскутом, что повлекло за собой нарушение пропорций нижней трети лица.

Сводная оценка функциональных и эстетических результатов (хорошие /удовлетворительные/неудовлетворительные) в основной и контрольной группах при дефектах области ВЧ и НЧ представлена в Таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Оценка функциональных и эстетических результатов в группах у пациентов с разными типами дефектов области верхней челюсти.

Показатель	Основная группа				Контрольная группа				p
	Вид I	Вид II	Вид III	Вид IV	Вид I	Вид II	Вид III	Вид IV	
Эстетический результат	18/4/1	7/3/3	4/9/2	0/9/0	10/4/2	5/3/4	2/6/5	0/8/1	p<0,05
Функциональн результат	21/2/0	10/1/2	13/2	-	13/2/1	9/1/2	10/3	-	p<0,05

Таблица 3 - Оценка функциональных и эстетических результатов в группах у пациентов с дефектами области нижней челюсти разной категории сложности

Показатель	Основная группа		Контрольная группа		p
	I КС	II КС	I КС	II КС	
Эстетический результат	26/4/1	6/1/2	17/5/1	4/1/2	p<0,05
Функциональный результат	27/4/0	7/1/1	17/6/0	5/0/2	p<0,05

Таким образом, применение нового трёхэтапного тактического алгоритма с программным комплексом «Автоплан» в основной группе позволило достичь хороших функциональных и эстетических результатов у пациентов с разными видами дефектов лицевой области в достоверно большем количестве случаев.

Осложнения при устранении дефектов, тактика и предупреждение

Осложнения со стороны аутотрансплантата. В качестве реципиентных сосудов в контрольной группе в 90% случаев использовали а. facialis, в 10% - а. thyroidea superior. В качестве реципиентной вены в большинстве случаев выступала

v. facialis. При необходимости формирования двух венозных анастомозов предпочтение отдавали венам из разных систем (v. facialis и v. jugularis ext.). В основной группе (N=100) тотальный некроз лоскута отмечали в 8 (8%) случаях, а в контрольной группе (N=80) в 10 (12,5%) случаях. В основной группе было выявлено 3 случая артериального тромбоза (3%), венозный тромбоз был отмечен в 5 случаях (5%). В контрольной группе выявлено 4 случая артериального тромбоза (5%), венозный тромбоз был отмечен в 6 случаях (7,5%). При сравнении частоты развития тромбоза в основной (8%) и контрольной (12,5%) группах статистической разницы между ними не выявили ($p>0,05$). Сроки наступления тромбозов в основной группе: на первые сутки после операции – 5%, на вторые – 2% случаев. В 1 случае отмечали поздний венозный тромбоз лоскута, предположительно носивший позиционный характер. Некроз кожной площадки химерного лопаточного лоскута наблюдали в 1 случае. В 2 случаях отмечали краевой некроз кожной площадки переднебокового бедренного лоскута.

В 60% случаев (9 из 15) после ревизии и повторного формирования анастомозов был отмечен адекватный кровоток и перфузия лоскута с дальнейшим нормальным приживлением аутотрансплантата. Во всех случаях операция ревизии лоскута была осуществлена в первые 5 часов после развития клинической картины тромбоза.

По количеству экстренных оперативных вмешательств основная (8 случаев) и контрольная (7 случаев) группы были сопоставимы между собой.

При анализе частоты осложнений в основной группе в зависимости от этиологии дефекта: абсолютное большинство некрозов - 7/8 (87,5%) было отмечено в группе постонкологических дефектов. В группе посттравматических дефектов был отмечен 1 случай (12,5%) тотального некроза лучевого лоскута. Схожие данные были получены и в контрольной группе: 8 /10 (80%) осложнений выявляли в группе постонкологических дефектов. В группе посттравматических дефектов были отмечены только 2 случая (20%) тотального некроза лучевого и переднебокового лоскута бедра.

Осложнения в реципиентной ране. Общее количество осложнений со стороны реципиентной раны в основной группе составило 22 наблюдения (22%), из них развитие свища отмечали в 8 (8%) случаях, нагноение в 6 (6%), расхождение

краев раны возникло у 4 (4%) пациентов. Также у 4 пациентов (4%) было отмечено кровотечение и образование гематомы. При сравнении с контрольной группой, послеоперационные осложнения в которой возникли в 30 случаях, была отмечена статистически значимая разница по количеству осложнений в реципиентной области ($p < 0,05$).

В основной группе после реконструкции НЧ (N=40) послеоперационные осложнения были отмечены в 11 (27,5%) наблюдениях, в контрольной (N=30) – в 9 случаях (30%). В основной группе после реконструкции ВЧ (N=60) в 11 (18,3%) наблюдениях, в контрольной (N=50) – в 21 случае (24%). При анализе частоты осложнений в зависимости от этиологии дефекта в основной группе в 92% случаев, а в контрольной в 91% случаев осложнения развились у больных с постонкологическими дефектами.

Одним из выявленных у пациентов осложнений в послеоперационных областях, в частности, донорских участках, стали серомы. Для профилактики этого осложнения нами был разработан **новый способ (патент РФ на изобретение № 2831042 от 29.11.2024)**, который обеспечивает длительное плотное прилегание раневой поверхности и лоскута друг к другу, а также равномерное распределение натяжения кожного лоскута и подлежащих тканей между швами, благодаря чему рана, которую нужно закрыть, остается без натяжения, что, в свою очередь, снижает риски возникновения ишемических и инфекционных осложнений, тем самым, значительно сокращая период реабилитации и улучшая качество жизни пациента в послеоперационном периоде.

Фиксацию краниального и каудального участка кожного лоскута к подлежащим тканям осуществляют таким образом, что накладывают отдельные узловы адаптационные швы на расстоянии 1,5-2 см друг от друга, равномерно распределяя натяжение лоскутов между швами. Вкол иглы осуществляют через размеченные особым образом на коже мобилизованного участка точки наложения адаптационных швов. После вкола иглу проводят сквозь толщу кожи, подкожно-жировой клетчатки, захватывая мышцу, выстилающую дно раны, и выводя в обратном направлении, проходя через те же слои, выкалываясь на коже у точки вкола, при этом узлы затягивают с наружной стороны.

Отдельные адаптационные швы накладывают в соответствии с нанесенной разметкой, начиная сверху от латерального к медиальному краю краниального участка кожного лоскута; затем таким же способом прошивают каудальный участок кожного лоскута, начиная с его нижнего края. Проводят полнослойное прошивание кожно-жирового лоскута к мышечной фасции (Рисунок 7).

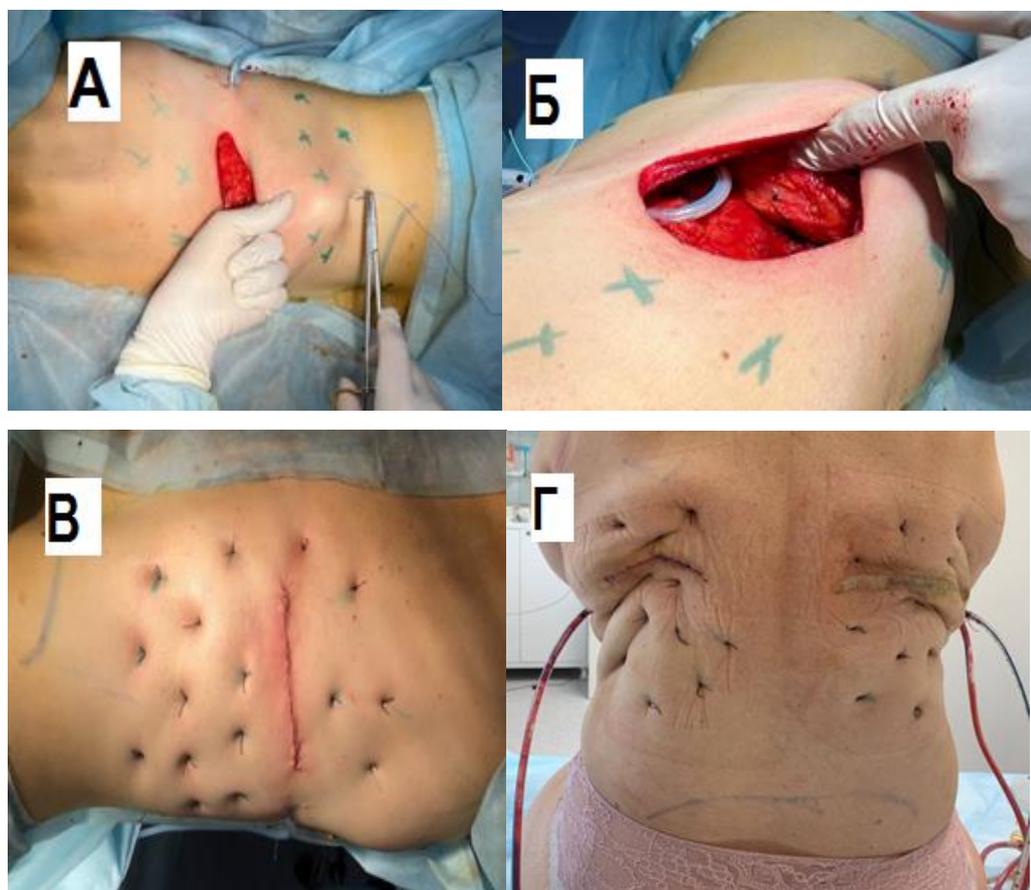


Рисунок 7 – Этапы реализации нового способа профилактики образования сером при выделении лоскута: А – точка вкола; Б – точка выкола иглы; В – вид донорской зоны после вмешательства; Г – дренирование после операции

После прошивания краниального и каудального кожных лоскутов по всей площади мертвого пространства внутрикожно ушивали разрез. Использование способа приводит к снижению лимфорей, и, как следствие, к ускорению облитерации мертвого пространства. Наложение одиночных адаптационных швов, которые затягивают с наружной стороны, обеспечивает возможность их беспрепятственного удаления при необходимости. Поскольку натяжение кожного лоскута распределяется между швами, оставляя рану, которую нужно закрыть, без натяжения, применение способа помогает снизить риск других осложнений, таких как образование гематом и некроз кожи.

Анализ объема конечностей после реконструктивных операций

Проводили оценку объемных характеристик верхней конечности до операции и через 6 и 12 месяцев после выделения лучевого лоскута, а также оценку объемных характеристик нижней конечности до операции и через 6 и 12 месяцев после выделения переднебокового лоскута бедра и малоберцового лоскута. Данный анализ был проведён с целью оценки значимости травмы лимфатической системы на конечностях после выделения лоскутов. Оценка выполняли, проводя определённую анатомическую разметку конечности и выполняя измерения, данные которых заносили в разработанные нами программы для ЭВМ – «Программу расчета объема руки» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RUS № 2023663137 от 27.06.2023) и «Программу расчета объема ноги» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RUS № 2023663153 от 27.06.2023).

Оценка была проведена в основной группе. Объем верхней конечности после выделения лучевого лоскута был отслежен у 22 пациентов. Объем нижней конечности после выделения переднебокового лоскута бедра был оценен у 22 пациентов; малоберцового лоскута - у 42 пациентов (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Интерфейсы разработанных программ ЭВМ для расчета объема верхней (А) и нижней (Б) конечностей

Результаты измерения в динамике объемов верхней и нижней конечностей у пациентов основной группы после операции представлены в Таблице 4.

Таблица 4 - Результаты измерения объемов верхней и нижней конечностей у пациентов основной группы через 6 и 12 месяцев после операции

Вид лоскута/Объёмы	Объем конечности до операции, см ³	Объем конечности через 6 мес. после операции, см ³	Объем конечности через 12 мес после операции, см ³
Лучевой лоскут	2150 (1560-2740)	2365 (1716–3014)	2173 (1583–2763)
Переднебоковой лоскут бедра	27933 (26541-29325)	28491 (27071-29911)	28206 (26800–29612)
Малоберцовый лоскут	28891 (26653-31129)	33224 (30650–35798)	30913 (28518–33308)

Для группы пациентов, у которых при устранении дефекта использовали лучевой лоскут, средний объем верхней конечности до операции составил $2150 \pm 630,74$ см³ (ДИ 95%), через 6 месяцев — $2365 \pm 693,82$ см³ (ДИ 95%), что было на $10\% \pm 2,8\%$ (ДИ 95%) больше изначального значения. Через 12 месяцев — $2173 \pm 631,70$ см³ (ДИ 95%). Разница в объеме до операции и через 12 месяцев была статистически незначимой ($p > 0,05$). У пациентов после устранения дефекта переднебоковым лоскутом бедра средний объем нижней конечности до операции составил $27933 \pm 1488,12$ см³ (ДИ 95%), через 6 месяцев — $28491 \pm 1518,04$ см³ (ДИ 95%), через 12 месяцев — $28206 \pm 1503,08$ см³ (ДИ 95%). Разница в объеме между измерениями через год была статистически незначимой ($p > 0,05$).

Для группы пациентов, у которых использовали малоберцовый лоскут, средний объем нижней конечности до операции составил $28891 \pm 2392,52$ см³ (ДИ 95%), через 6 месяцев — $33224 \pm 2751,72$ см³ (ДИ 95%), что было на $13 \pm 2,18\%$ (ДИ 95%) больше изначального значения. Через 12 месяцев — $30913 \pm 2560,36$ см³ (ДИ 95%), что на $6,54 \pm 0,72\%$ (ДИ 95%) было больше исходного значения. Согласно критерию парных выборок Стьюдента, разница в объеме между измерениями была статистически значимой ($p < 0,01$). Таким образом, при выделении малоберцового лоскута происходит существенная травматизация лимфатической системы, что способствует поддержанию стойкого отека конечности даже в отдалённые сроки.

Оценка длительности операции у пациентов в группах сравнения. Были оценены длительность реконструктивного этапа, время, затраченное на моделирование лоскута и общая длительность операции. Результаты в зависимости от типов используемых лоскутов представлены в Таблице 5.

Таблица 5 – Сравнение длительности этапов операции у пациентов основной и контрольной группы в зависимости от типов используемых лоскутов

Параметр	С применением трёхэтапного алгоритма (Основная группа)				Без применения трёхэтапного алгоритма (Контрольная группа)			
	Угол лопатки	Малоберцовый	ALT	Лучевой	Угол лопатки	Малоберцовый	ALT	Лучевой
Время операции, мин	500 (440-560)	475 (390-565)	390 (320-460)	290 (230-350)	610 (540-680)	580 (500-660)	450 (375-525)	330 (260-400)
Время моделирования лоскута, мин	90 (77-103)	75 (61-89)	85 (77-93)	30 (26-34)	180 (140-220)	160 (134-186)	120 (111-129)	70 (64-76)
Время реконструктив- этапа, мин	210 (175-245)	180 (164 - 196)	175 (158-192)	130 (118-142)	300 (265-335)	260 (224-296)	220 (187-253)	170 (158-182)

При использовании лопаточного лоскута среднее время реконструктивного этапа в основной группе составило 210 ± 35 минут, в контрольной — 300 ± 35 мин (сокращение на $30 \pm 13,4\%$, ДИ 95%). При пластике малоберцовым лоскутом: основная группа — 180 ± 16 мин, контрольная — 260 ± 36 мин (сокращение времени на $30,77 \pm 11,2\%$, ДИ 95%). Применение переднебокового лоскута бедра: основная группа — 175 ± 17 мин, контрольная — 220 ± 33 мин (сокращение на $20,45 \pm 13,3\%$, ДИ 95%). При пластике лучевым лоскутом: основная группа — 130 ± 12 мин, контрольная — 170 ± 12 мин (сокращение времени на $23,53 \pm 8,1\%$, ДИ 95%).

С уровнем значимости $p < 0,01$ длительность реконструктивного этапа операции в основной группе пациентов, вне зависимости от типа лоскута, была статистически значимо меньше, чем в контрольной группе.

Среднее время выполнения остеотомии и фиксации фрагментов малоберцовой кости в группе с использованием аддитивных технологий составило $75 \pm 7,6$ минут, аналогичный процесс в контрольной группе без применения шаблонов составил $160 \pm 15,3$ минут (сокращение времени на $53,13 \pm 12,24\%$, ДИ 95%). В основной

группе максимальная средняя длительность операций составила 460 ± 44 мин, если был взят угол лопатки и фрагмент зубчатой мышцы, и 530 ± 52 мин в том случае, если дополнительно в лоскут был включен кожный компонент. В контрольной группе данные показатели варьировали от 540 до 680 минут ($p < 0,01$).

Анализ пространственной конгруэнтности геометрии лоскутов. В обеих группах был проведен компьютерный анализ конгруэнтности костных лоскутов после устранения дефекта. Оценку проводили при помощи программного комплекса «Автоплан». Соответствие анатомии лоскута и костных структур реципиентной области оценивали с помощью цветовой карты и измерения отклонения (мм). Синий цвет отражал максимальное отклонение внутрь, красный – наружу, зеленый цвет характеризовал максимальное приближение геометрии костных структур лоскута к анатомическим (Рисунок 9).

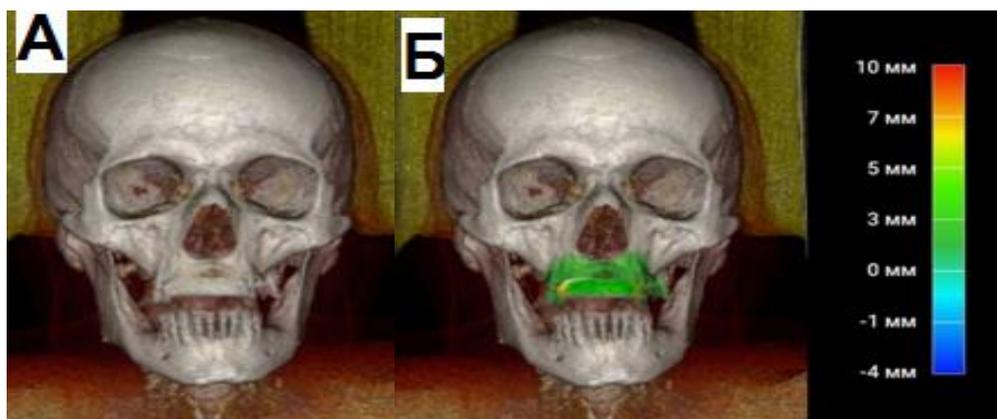


Рисунок 9 - Интерфейс программного комплекса «Автоплан», 3D моделирование: А - дефект верхней челюсти после устранения лоскутом угла лопатки; Б - визуализация пространственной геометрии костных структур через 6 месяцев после операции, цветовая карта, среднее отклонение не более 3 мм

Среднеквадратичное отклонение геометрии определяли для костных лоскутов: лопаточного и малоберцового. В основной группе среди 14 лопаточных лоскутов оно составило $3,2$ мм ($1,1-4,9$) $\pm 2,7$ (ДИ 95%), среди 42 малоберцовых - $2,5$ ($1,2-3,1$) $\pm 1,06$ (ДИ 95%). Среднеквадратичное отклонение геометрии лопаточного лоскута в контрольной группе (12 лоскутов) составило $6,1$ мм ($8,2-5,3$) $\pm 1,66$ (ДИ 95%), малоберцового (31) $4,4$ ($3,5-5,6$) $\pm 1,14$ (ДИ 95%).

Оценка степени конгруэнтности костных лоскутов к реципиентной области в группах при устранении дефектов представлена в Таблице 6.

Таблица 6 - Оценка степени конгруэнтности костных лоскутов в основной и контрольных группах при пластике дефектов верхней и нижней челюсти

Лоскут с включением угла лопатки (верхняя челюсть)	Средняя величина отклонения геометрии (мм)
Основная группа	3,2 (1,1–4,9) ± 2,7 (ДИ 95%)
Контрольная группа	6,1 (8,2–5,3) ± 1,66 (ДИ 95%)
Малоберцовый лоскут (нижняя челюсть)	Средняя величина отклонения геометрии (мм)
Основная группа	2,5 (1,2–3,1) ± 1,06 (ДИ 95%)
Контрольная группа	4,4 (3,5–5,6) ± 1,14 (ДИ 95%)

Учитывая однородность групп пациентов по возрасту/диагнозу/полу/типу дефекта, мы пришли к выводу, что ключевой фактор достижения высокой степени конгруэнтности лоскута – использование в основной группе предложенного тактического алгоритма с персонализацией вмешательства.

Таким образом, разработанный трёхэтапный тактический алгоритм эффективен как на этапах планирования операции, так и при её выполнении, о чём свидетельствуют результаты хирургического лечения пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Создана база микрохирургических лоскутов для реконструктивно-пластических операций при раневых дефектах головы, учитывающая такие характеристики аутотрансплантатов, как наличие/отсутствие кожной площадки, возможность использования костного фрагмента с моделированием/без моделирования, наличие/отсутствие фрагмента мышцы для тампонады полости дефекта, особенности сосудистой ножки.

2. На основе созданной базы данных разработана и интегрирована в комплекс «Автоплан» программа автоматического выбора пластического материала для устранения дефектов зоны лица, учитывающая индивидуальные

параметры дефекта, оцениваемые при пространственной визуализации и 3 D моделировании в программном комплексе.

3. Предложен новый трёхэтапный тактический алгоритм для выполнения реконструктивных операций при дефектах лицевой области, включающий индивидуальное предоперационное планирование в программном комплексе «Автоплан», изготовление персонифицированных шаблонов для моделирования аутотрансплантата, резекции реципиентной и донорской области, конструкций для фиксации пластического материала и, собственно, выполнение оперативного вмешательства.

4. Разработан новый способ отсроченной гибридной реконструкции при тотальном дефекте наружного носа с помощью дублированного свободного лучевого аутотрансплантата и аддитивной пластины, реализуемый в соответствие с принципами трёхэтапного тактического алгоритма.

5. С помощью разработанных автоматизированных программ расчёта объёма верхней и нижней конечности установлено, что, спустя 12 месяцев после операции, происходила нормализация объёмов конечностей, из донорских зон которых выделяли лучевой и переднебоковой лоскут бедра; при этом после выделения малоберцового лоскута объём нижней конечности составлял $30913 \pm 2560,36 \text{ см}^3$ (ДИ 95%), превышая на $6,54 \pm 0,72\%$ (ДИ 95%) исходный показатель до выделения аутотрансплантата ($p < 0,01$), что необходимо учитывать для профилактики и выбора тактики лечения данного осложнения.

6. Со стороны аутотрансплантатов в основной группе тотальный некроз лоскута отмечали в 8% а в контрольной в 12,5% случаев; артериальный тромбоз в 3% и 5%, венозный тромбоз в 5% и 7,5% случаях соответственно ($p > 0,05$); при этом данные осложнения превалировали в обеих группах у пациентов после резекции новообразований; для профилактики формирования сером в донорских зонах предложен новый способ с применением адаптационных швов.

7. При использовании лопаточного лоскута средняя длительность реконструктивного этапа операции в основной группе составила 210 ± 35 минут, в контрольной – 300 ± 35 мин (сокращение на $30 \pm 13,4\%$, ДИ 95%), малоберцового

лоскута – 180 ± 16 мин и 260 ± 36 мин (сокращение на $30,77 \pm 11,2\%$, ДИ 95%), переднебокового лоскута бедра - 175 ± 17 и 220 ± 33 мин (сокращение на $20,45 \pm 13,3\%$, ДИ95%), лучевого лоскута 130 ± 12 мин и 170 ± 12 мин (сокращение на $23,53 \pm 8,1\%$, ДИ 95%) соответственно, со статистически достоверным уменьшением общей средней длительности вмешательства ($p < 0,01$), что свидетельствует об эффективности применения нового трёхэтапного алгоритма в основной группе.

8. При устранении дефектов области верхней челюсти: среднее значение по опроснику FАCE-Q до операции в группах сравнения составляло $51 \pm 4,6$ балла, через 6 месяцев в основной группе 82 ± 8 баллов против $70,2 \pm 6,4$ балла в контрольной ($p < 0,01$); при устранении дефектов области нижней челюсти: среднее значение по опроснику FАCE-Q до операции в обеих группах составило 57 ± 5 баллов, через 6 месяцев в основной группе $86 \pm 7,4$ балла против $76 \pm 6,8$ балла в контрольной группе ($p < 0,01$).

9. В основной группе хорошее качество речи через 6 месяцев после операции при дефектах верхней челюсти было получено у $86,11\%$ пациентов против $78,57\%$ в контрольной группе ($p < 0,01$); в 75% случаев удалось добиться симметричного положения глазных яблок против 65% случаев; диплопию отмечали в $14,29\%$ случаях против 28% в контрольной группе соответственно; в основной группе после устранения дефектов верхней челюсти к обычной диете вернулись $72,22\%$ пациента, в контрольной - $64,29\%$ ($p < 0,01$); при устранении дефектов нижней челюсти 83% и 75% пациентов соответственно ($p < 0,01$).

10. Применение нового трёхэтапного тактического алгоритма, благодаря его персонализации, в основной группе позволило добиться высокой степени конгруэнтности лоскута и реципиентной зоны: среднее отклонение в основной группе при использовании лопаточного лоскута составило $3,2$ мм ($1,1-4,9$) $\pm 2,7$ (ДИ 95%) против $6,1$ мм ($8,2-5,3$) $\pm 1,66$ (ДИ 95%), $p < 0,01$ в контрольной; при использовании малоберцового лоскута $2,5$ ($1,2-3,1$) $\pm 1,06$ (ДИ 95%) против $4,4$ ($3,5-5,6$) $\pm 1,14$ (ДИ 95%), $p < 0,01$ соответственно, что свидетельствует об эффективности предложенного тактического алгоритма.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для осуществления реконструктивных операций при дефектах области головы, в частности, лицевого скелета, целесообразно использовать программный комплекс «Автоплан» и предложенный трёхэтапный тактический алгоритм, включающий индивидуальное предоперационное планирование; изготовление персонифицированных шаблонов для моделирования аутотрансплантата, резекции реципиентной и донорской области, конструкций для фиксации пластического материала и, собственно, выполнение оперативного вмешательства.

2. Для выбора оптимального пластического материала для устранения дефекта на этапе планирования необходимо использовать базу лоскутов (свидетельство РФ о государственной регистрации базы данных № 2024625075 от 11.11.2024) и программу автоматического выбора аутотрансплантатов (свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617819 от 05.04.2024), учитывающих основные индивидуальные параметры дефекта.

3. С целью персонификации оперативного вмешательства на основе данных предоперационного планирования необходимо проектировать и в последующем осуществлять 3D печать индивидуальных резекционных шаблонов для донорской и реципиентной зон, шаблонов для моделирования и конструкций для фиксации аутотрансплантата.

4. Для предупреждения развития в послеоперационном периоде в донорских зонах сером возможно применение разработанного способа их профилактики с выполнением адаптационных швов (патент РФ на изобретение № 2831042 от 29.11.2024).

5. При тотальных дефектах наружного носа целесообразно применять разработанный способ отсроченной гибридной реконструкции с помощью дублированного свободного лучевого аутотрансплантата и аддитивной пластины (патент РФ на изобретение № 2821660 от 25.06.2024).

6. Для контроля возникновения и оценки эффективности лечения отёков верхних и нижних конечностей после выделения в донорских зонах лоскутов возможно применение автоматизированных программ для расчёта объёма верхней

и нижней конечности (свидетельства РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2023663137 от 27.06.2023 и № 2023663153 от 27.06.2023).

7. При наличии дефектов области ВЧ I типа с площадью дефекта твёрдого неба менее 50% необходимо использовать лучевой мягкотканый лоскут, а при площади дефекта более 50% лоскуты, содержащие в своем составе костную ткань, в частности, химерный лоскут лопатки, выделение которого возможно вместе с частью передней зубчатой или большой грудной мышцы. Для устранения дефектов области ВЧ II типа целесообразно использовать переднебоковой лоскут бедра, что позволяет реконструировать дефект средней зоны лица практически любой площади, в то время как мышечный компонент может быть использован с целью тампонады полости дефекта.

8. При дефектах области ВЧ III типа при сохранённом глазном яблоке необходимо выполнять реконструкцию передней стенки и альвеолярного края ВЧ, твёрдого неба, нижней стенки глазницы, в некоторых случаях, в сочетании с восполнением дефицита мягких тканей щечной и скуловой области - при этом пластическим материалом выбора является химерный лопаточный лоскут. При орбито-максиллярной резекции для устранения такого дефекта целесообразно использовать переднебоковой лоскут бедра.

9. Для устранения дефектов области нижней челюсти I КС возможно применение малоберцового лоскута; при сочетанных дефектах области нижней челюсти II КС необходимо включать в состав малоберцового лоскута кожную площадку для устранения внешнего дефекта покровных тканей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Реконструктивные вмешательства при обширных дефектах головы, лицевого скелета необходимо совершенствовать, минимизируя хирургическую агрессию не только благодаря предоперационному планированию и использованию навигационных систем, но и путём разработки новых малоинвазивных операций, оптимальной этапности выполнения вмешательств разными специалистами, разработки новых способов предупреждения осложнений, как со стороны лоскутов,

так и донорских зон, тщательного планирования и контроля индивидуальной реабилитации пациентов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Диков Ю.Ю. Применение трехмерного моделирования и 3D-печати при реконструкции нижней челюсти / Ю.Ю. Диков, В.А. Соболевский, М.А. Кропотов, В.Ю. Ивашков // Опухоли головы и шеи. – 2015. – Т. 5, № 1. – С. 22-26.
2. Диков Ю.Ю. Трехмерное моделирование с использованием 3D-печати при реконструктивных операциях на нижней челюсти / Ю.Ю. Диков, В.Соболевский, М.А. Кропотов, В.Ю. Ивашков // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2015. – № 1. – С. 50-54.
3. Мудунов А.М. Флуоресцентная ангиография как метод интраоперационной оценки перфузии аутотрансплантата при реконструкции комбинированных дефектов у больных с опухолями головы и шеи / А.М. Мудунов, В.А. Соболевский, Д.Б. Удинцов, В.Ю. Ивашков [и др.] // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2015. – № 4. – С. 31-37.
4. Рыжков А.Д. Применение однофотонной эмиссионной томографии для оценки жизнеспособности реваскуляризированных аутотрансплантатов при хирургической реконструкции нижней челюсти / А.Д. Рыжков, Л.П. Яковлева, М.А. Кропотов, В.Ю. Ивашков [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2016. – № 3. – С. 26-33.
5. Ивашков В.Ю. Применение метода гипербарической оксигенации для лечения осложнений после реконструктивных операций в онкологии / В.Ю. Ивашков, С.В. Сопромадзе, Р.М. Доколин [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2017. – № 1. – С. 46-51.
6. Ивашков В.Ю. Реконструкция комбинированных дефектов лица с использованием микрохирургических аутотрансплантатов с включением костных фрагментов / В.Ю. Ивашков, В.А. Соболевский, А.М. Мудунов [и др.] // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2018. – № 1. – С. 76.
7. Рыжков А.Д. ОФЭКТ/КТ в послеоперационной диагностике функционального состояния аутотрансплантатов челюстно-лицевой области / А.Д. Рыжков, Л.П. Яковлева, В.Ю. Ивашков [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63, № 5. – С. 26-32.
8. Ивашков В.Ю. Возможности использования лоскута угла лопатки для микрохирургического замещения комбинированных дефектов верхней челюсти у онкологических больных / В.Ю. Ивашков, Р.Р. Ахматова, В.А. Соболевский, А.М. Мудунов // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2019. – Т. 11, № 2. – С. 40-48.
9. Ивашков В. Ю. Возможности и перспективы применения коллагеновых нитей BioBridge Matrix для лечения вторичного лимфостаза / В. Ю. Ивашков, Р. Р. Ахматова // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. – 2019. – № 1. – С. 61-62.
10. Рыжков А.Д. Рентгенорадиологический контроль состояния реваскуляризированных аутотрансплантатов методом гибридной технологии ОФЭКТ/КТ / А.Д. Рыжков, А.М. Мудунов, В.А. Соболевский, В.Ю. Ивашков [и др.] //

Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 20-27.

11. Шарапо А.С. Результаты использования свободных остеомиофасциальных трансплантатов для одномоментной реконструкции комбинированных пострезекционных дефектов лица с интраоральным компонентом / А.С. Шарапо, В.Ю. Ивашков, А.М. Мудунов [и др.] // Опухоли головы и шеи. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 22-29.

12. Ивашков В.Ю. Замещение пострезекционных дефектов верхней челюсти микрохирургическим лоскутом угла лопатки / В.Ю. Ивашков, Р.Р. Ахматова, В.А. Соболевский [и др.] // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. – 2019. – № 1. – С. 62-63.

13. Ивашков В.Ю. Реконструкция шейного отдела пищевода с помощью адаптированного микрохирургического лучевого аутооттрансплантата / В.Ю. Ивашков, А.С. Байрамова, А.В. Колсанов [и др.] // Наука и инновации в медицине. – 2023. – Т. 8, № 2. – С. 132-136.

14. Ивашков В.Ю. Модификация микрохирургического лучевого аутооттрансплантата по типу "кленового семени". Анализ серии клинических наблюдений / В.Ю. Ивашков, С.В. Семенов, А.В. Колсанов [и др.] // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. – 2023. – Т. 24, № 1. – С. 1049-1059.

15. Ивашков В.Ю. Клинический пример использования аддитивных технологий для индивидуализации микрохирургической реконструкции нижней челюсти / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, П.Н. Магомедова [и др.] // Поволжский онкологический вестник. – 2023. – Т. 14, № 3(55). – С. 101-108. – DOI 10.32000/2078-1466-2023-3-101-108.

16. Ивашков В.Ю. Замещение комбинированных дефектов верхней челюсти с использованием аддитивных технологий и сложносоставного тканевого комплекса из бассейна торакодorzальной артерии. Клинический пример / В.Ю. Ивашков, С.В. Семенов, А.В. Колсанов [и др.] // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. – 2023. – № 4-1. – С. 112-119. – DOI 10.17116/plast.hirurgia2023041112.

17. Ивашков В.Ю. Разработка и внедрение алгоритма реконструктивно-пластических операций у пациентов с раневыми дефектами головы / В. Ю. Ивашков, А. В. Колсанов, А. Н. Николаенко [и др.] // Всероссийская научная школа "Медицина молодая" : Сборник аннотаций работ конкурса, Москва, 04 декабря 2024 года. – Москва: Международный фонд развития биомедицинских технологий им. В.П. Филатова, 2024. – С. 198.

18. Ивашков В.Ю. Устранение дефектов нижней челюсти с применением программного комплекса «Автоплан» / В.Ю. Ивашков, А.С. Денисенко, А.В. Колсанов [и др.] // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. – 2024. – № 4-2. – С. 58-65. – DOI 10.17116/plast.hirurgia202404258.

19. Ивашков В.Ю. Оригинальный способ реконструкции наружного носа с применением индивидуального титанового импланта и лучевого лоскута: клинический случай / В.Ю. Ивашков, А.С. Денисенко, А.В. Колсанов, Е.В. Вербо // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2024. – Т. 27, № 3(90). – С. 93-99.

20. Ивашков В.Ю. Устранение дефектов верхней челюсти с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» / В.Ю. Ивашков,

А.С. Денисенко, А.В. Колсанов [и др.] // Наука и инновации в медицине. 2025;10(1). – с. 75-80.

21. Михайлов Н.О. Сравнительный анализ точности и времени расчета площади раневой поверхности с использованием мобильных приложений / Н.О. Михайлов, А.А. Глухов, А.А. Андреев, В.Ю. Ивашков // Наука и инновации в медицине. 2025;10(2). – с. 12-25.

22. Ивашков В.Ю. Анализ послеоперационного периода у пациентов с дефектами лица при выполнении реконструктивно-пластических вмешательств с применением трехэтапного алгоритма и программного комплекса «Автоплан» / В.Ю. Ивашков, А.С. Денисенко, А.В. Колсанов, Е.В. Вербо // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2025. Т. 28, № 1. С. 5–12

23. Ивашков В.Ю. Программный комплекс «Автоплан» для устранения дефектов нижней челюсти / В.Ю. Ивашков, А.С. Денисенко, А.В. Колсанов, Е.В. Вербо, А.Н. Николаенко // Эстетическая медицина. – 2025. - № 2. – С.223-230.

ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

1. Способ отсроченной гибридной реконструкции наружного носа с помощью дублированного свободного лучевого аутотрансплантата и аддитивной пластины / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, А.С. Денисенко, А.Ю. Легоньких, А.А. Ушаков // Патент РФ на изобретение № 2821660 от 25.06.2024. – Заявка № 2023124288. – Приор. от 20.09.2023 (Россия). – Оpubл. 25.06.2024.

2. Способ профилактики образования серомы в раннем послеоперационном периоде / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, Р.И. Дахкильгова, С.В. Семенов, А.Ю. Легоньких, А.А. Ушаков, Д.К. Задорожний, В.Н. Бородецкий, О. Ефименко, С.О. Денежкин // Патент РФ на изобретение № 2831042 от 29.11.2024. – Заявка № 2024116465. – Приор. от 16.06.2024 (Россия). – Оpubл. 29.11.2024.

3. База микрохирургических лоскутов для применения в реконструктивно-пластических операциях при раневых дефектах головы / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, Е.В. Вербо // Свидетельство РФ о государственной регистрации базы данных № 2024625075 от 11.11.2024. – Заявка № 2024624846. – Приор. от 30.10.2024 (Россия). – Оpubл. 11.11.2024.

4. Программа автоматического подбора пластического материала для замещения дефектов средней зоны лица / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, А.С. Денисенко, А.Ю. Легоньких, Р.И. Дахкильгова, С.В. Семенов, И.Г. Арутюнов // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617819 от 05.04.2024. – Заявка № 2024616571. – Приор. от 21.03.2024 (Россия). – Оpubл. 05.04.2024.

5. Программа расчета объема руки / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, Р.И. Дахкильгова, С.В. Семенов, В.Н. Бородецкий, Д.К. Задорожний // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023664799 от 07.07.2023. – Заявка № 2023663137. – Приор. от 27.06.2023 (Россия). – Оpubл. 05.04.2024.

6. Программа расчета объема ноги / В.Ю. Ивашков, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, И.Г. Арутюнов, А.С. Байрамова, В.Н. Бородецкий, Д.К. Задорожний // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ 2023665082 от 12.07.2023. – Заявка № 2023663153. – Приор. от 26.06.2023 (Россия). – Оpubл. 12.07.2023.