

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИ-
ВЕРСИТЕТ им. И.М. СЕЧЕНОВА**
Министерство здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет)

На правах рукописи

ТЕРЕЩУК
Сергей Васильевич

**УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ ПРИМЕНЕНИЕМ РЕ-
ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННЫХ АУТОТРАНСПЛАНТАТОВ**

**14.01.14 – стоматология,
14.01.17 – хирургия**

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель —
Чл.-корр. РАН,
доктор медицинских наук,
профессор
Иванов Сергей Юрьевич

Научный руководитель —
доктор медицинских наук,
профессор
Шулутко Александр Михайлович

МОСКВА 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Обзор и анализ литературы	8
1.1.История развития методов замещения костных дефектов	8
1.2.Современные подходы к замещению костных дефектов	13
1.3.Направления совершенствования эффективности замещения костных дефектов	27
Глава 2. Материалы и методы исследования	33
2.1.Общая характеристика больных	33
2.2.Общеклинические методы обследования	35
2.3.Специальные методы обследования	38
Глава 3. Разработка метода моделирования реконструктивных операций при замещении дефектов нижней челюсти	43
Глава 4. Результаты применения разработанного метода при устранении дефектов нижней челюсти.	60
Глава 5. Заключение.	95
Выводы	104
Практические рекомендации	105
Список литературы	107
Список опубликованных научных работ	126

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В челюстно-лицевой области сосредоточены органы, обеспечивающие такие функции как: дыхание, зрение, жевание, глотание, речь. Кроме этого, лицо обладает совокупностью уникальных черт, отражающих индивидуальность каждого человека. Лицо и его мимика являются важными средствами коммуникации и социализации человека. Утрата любой структуры челюстно-лицевой области или ее части способно значительно снизить качество жизни человека. Особенно это справедливо при обширных дефектах челюстно-лицевой области. Несмотря на развитие технологий по созданию тканей и даже органов человека, прорыва в данной области все еще нет. По-прежнему надежным методом устранения дефектов челюстно-лицевой области остаются реваскуляризованные трансплантаты [Вербо Е.В., 2005; Неробеев А.И и др., 1997; Решетов И.В., 1995]. Основными причинами, способными привести к образованию дефектов органов и тканей челюстно-лицевой области являются: опухоли, травмы и ранения. При этом опухоли в мирное время занимают ведущую роль в этиологии таких дефектов челюстно-лицевой области. К сожалению, данная патология диагностируется на поздних стадиях, когда хирургическое вмешательство является, единственным надежным способами избавления пациента от опухоли и продления ему жизни [Соболевский В.А., 2008]. Одним из требований абластики является резекция опухоли в пределах здоровых тканей. С учетом этого, хирургическое вмешательство приводит к образованию обширных дефектов, нарушению выше обозначенных функций, обезображиванию и инвалидизации пациента. Чаще всего основной проблемой хирургии является не удаление опухоли, а устранение дефекта и восстановление функций после ее удаления. Развитие микрососудистой хирургии позволило в значительной мере решить данную проблему. Перемещение тканей и их комплексов из других частей тела с немедленным восстановлением кровотока в них дает возможность устранять дефекты практически любых размеров [Решетов И.В., 1995]. Тем не менее, не следует забывать, что эти ткани имеют от-

личный от тканей лица эмбриогенез и, как результат, их характеристики (тургор, цвет, форма и т.п.) отличаются от тканей реципиентной зоны. Особую актуальность сохраняет устранение дефектов костей лицевого скелета: верхней и нижней челюстей. Главной проблемой при этом является выбор оптимального для конкретной ситуации донорского участка для забора костного трансплантата и придание этому трансплантату оптимальной формы, повторяющей контур утраченной костной структуры с целью сохранения или восстановления утраченной функции [Вербо Е.В., 2005; Калакуцкий Н.В., 2004].

Помещенные в костный дефект ревааскуляризированные трансплантаты в отличие от некровоснабжаемых срастаются с костными краями дефекта, а не замещаются вновь образованной костью. Поэтому обеспечение жизнеспособности таких трансплантатов является ключевым в достижении благоприятного исхода операции. Для этого ишемия трансплантата должна быть сокращена максимально. Как правило, донорская зона находится вдалеке от реципиентной, что осложняет процесс придания необходимой формы трансплантату соответствующей форме утраченной части или всего органа.

Получившие развитие современные технологии – виртуальное планирование, прототипирование хирургических шаблонов и моделей, индивидуальные реконструктивные пластины упрощают процесс формирования трансплантата и его фиксацию в дефекте [Lin С.Н. et al., 2015]. Так, виртуальное моделирование операции с последующим прототипированием в значительной степени сокращает время операции и увеличивает точность ее исполнения [Hsieh С.Н. et al., 2010]. Кроме этого, применение виртуального планирования и использование хирургических шаблонов позволяют устанавливать дентальные имплантаты в трансплантат непосредственно в ходе его забора [Longo В. et al., 2013].

Предоперационное планирование реконструктивной операции и использование хирургических шаблонов облегчает позиционирование фрагментов трансплантата, что обеспечивает благоприятные условия для последующей ортопедической реабилитации, в том числе – на дентальных имплантатах. Устранение протяжённых дефектов нижней челюсти, особенно – во фронтальном отделе, требует

точной подгонки костных фрагментов к дефекту. Применение шаблонов для поднадкостничной остеотомии трансплантата, а также резекционных шаблонов, позволяет выполнять резекцию и формировать трансплантат с высокой степенью точности [Ceulemans P., Hofer S.O., 2004; Phillips J.H., Rechner B., Tompson B.D., 2005; Sakuraba M. et al., 2015; Sud V., S.Shamburger, W.Lineaweaver, 2005].

Применение пластиковых моделей нижней челюсти для изгибания реконструктивной пластины уменьшает необходимое для этого время в среднем на 20%. Это уменьшает общее операционное время, способствуя, таким образом, снижению числа осложнений и улучшает конечный результат [Schusterman M.A., et al., 1991].

Существующие в настоящее время зарубежные сервисы по выполнению виртуального планирования крайне затратны по времени (не менее 1,5 месяцев на проведение планирования, изготовление моделей и шаблонов, а также доставку) и финансам (стоимость планирования, изготовления шаблонов и моделей, индивидуальной реконструктивной пластины, а также расходы на их доставку составляют около 4000 евро).

Таким образом, виртуальное планирование в последние годы становится критерием качества выполнения реконструктивной хирургии челюстно-лицевой области [Bai X.F. et al., 2013]. Именно этот фактор не только оставляет вне сомнений *актуальность* выбранной нами темы исследования, но и определяет главный вектор содержанию работы.

Цель исследования – оптимизация планирования и выполнения хирургического вмешательства с применением реваскуляризированных аутотрансплантатов на основе компьютерного виртуального моделирования для повышения эффективности комплексного лечения пациентов с дефектами нижней челюсти.

Для достижения этой цели необходимо было решить следующие **задачи:**

1. Определить потребность в применении реваскуляризированных аутотрансплантатов при замещении дефектов нижней челюсти.
2. Изучить возможности виртуального компьютерного планирования и хи-

рургического моделирования для устранения дефектов нижней челюсти с использованием различных донорских зон для реваскуляризированных костных трансплантатов.

3. Разработать методику планирования реконструктивных операций с применением реваскуляризированных ауто трансплантатов при замещении дефектов нижней челюсти.

4. Выявить преимущества использования предлагаемых шаблонов для забора малоберцового трансплантата.

5. Внедрить в клиническую практику и оценить эффективность разработанной методики при устранении дефектов нижней челюсти.

Объект исследования – пациенты с дефектами нижней челюсти.

Предмет исследования – способ виртуального хирургического планирования реконструктивных операций на нижней челюсти с использованием хирургических шаблонов и моделей.

Ведущая гипотеза исследования. Использование компьютерного планирования и моделирования операций в челюстно-лицевой области с последующим изготовлением стереолитографических моделей и хирургических шаблонов улучшает качество оперативного вмешательства.

Новизна исследования. В результате проведенного исследования **впервые:**

1. Разработан алгоритм компьютерного планирования операций по реконструкции нижней челюсти с использованием реваскуляризированного костного ауто трансплантата из малоберцовой кости, определена последовательность подготовки к операции и выполнения этапов хирургического вмешательства.

2. Разработана методология создания хирургических шаблонов-накладок для резекции и шаблонов для формирования трансплантата на основании компьютерного моделирования и 3D реконструкции, позволяющая не выполнять модельную хирургию на этапе подготовки к операции.

3. Обоснована необходимость использования протокола фиксации реконструктивных пластин и «позиционирующих» винтов, обеспечивающих точность,

быстроту и прецизионность оперативного вмешательства.

4. Впервые определен оптимальный набор стереолитографических моделей и шаблонов, необходимых для выполнения реконструктивных операций с использованием реваскуляризированных костных трансплантатов.

5. Дана оценка целесообразности и эффективности разработанного метода планирования и выполнения реконструктивных операций с применением реваскуляризированных костных трансплантатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Алгоритм подготовки пациента к реконструктивной операции в челюстно-лицевой области с использованием реваскуляризированных костных ауто-трансплантатов позволяющий получить все необходимые данные для виртуального планирования операции.

2. Современные технологии взаимодействия с инженером-программистом исключают необходимость его присутствия в клинике; возможности планирования по техническому заданию и условиям хирурга для получения необходимых моделей и шаблонов; документирование результатов планирования.

3. Результаты внедрения в клиническую практику разработанного подхода к подготовке и выполнению реконструктивных операций.

Глава 1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. История развития методов замещения костных дефектов

Написание настоящего раздела не только и не столько «дань традиции», сколько осознанная необходимость представить в более или менее систематизированном под определенным углом зрения лишь малую часть того огромного количества информации, с которым приходится сталкиваться любому исследователю, независимо от его профессиональной принадлежности. В этом контексте необходимо отметить, что, несмотря на ключевые слова во вводной части диссертации – челюстно-лицевая хирургия, микрохирургия, онкология, реконструктивная хирургия, стоматология, мы сочли целесообразным сосредоточиться только на общих подходах к лечению определенной группы больных. Связано это с тем, что даже беглого взгляда на океан литературы по указанным выше хирургическим дисциплинам (десятки монографий, сотни специализированных журналов, десятки тысяч работ, публикуемых ежегодно) в доступных нам изданиях достаточно для развития состояния «информационный стресс». Естественно, мы понимаем, что в таком представлении информации имеется изъян с точки зрения тех добрых и славных традиций, которыми может гордиться отечественная школа подготовки кадров, в том числе – кадров высшей квалификации. Само же очень краткое изложение мы сочли возможным представить следующим образом.

Первые сообщения о применении свободного малоберцового лоскута в качестве метода реконструкции нижней челюсти, было внедрено Hidalgo в 1989 г. Вскоре Hayden и O'Leary распространили применение малоберцового свободного лоскута на оромандибулярные реконструкции, внедрив лоскут с восстанавливаемой чувствительностью, иннервируемый латеральным икроножным кожным нервом [Hayden R., O'Leary M.A., 1991]. Несложное строение и доступность малоберцовой кости обусловили популярность этого лоскута при реконструкциях нижней челюсти. Важным преимуществом ревааскуляризированной кости является возможность ее быстрой гипертрофии и увеличения поперечного сечения в 3-4 раза. И это главный аргумент в пользу операций с её использованием. Естественно-

но, реконструктивная хирургия нижней челюсти значительно эволюционировала за последние 40 лет. Первые попытки зачастую приводили к уродующим результатам и были связаны с большим количеством осложнений. Однако с развитием микрососудистой техники результаты лечения значительно улучшились. Применение свободных трансплантатов с немедленной реваскуляризацией в настоящее время приводит к успеху в 90-98% случаев по данным литературы в зависимости от реципиентной области и патологии. В настоящее время большое внимание уделяется функциональным и эстетическим результатам. Устранение дефекта нижней челюсти после резекции по поводу злокачественных опухолей лучше осуществлять при помощи свободных реваскуляризованных трансплантатов. Во время операции следует уделять особое внимание восстановлению окклюзии и восстановлению подвижности языка. Еще одна проблема, с которой приходится сталкиваться – последствия лучевой терапии. Они включают ксеростомию, дисфагию, остеорадионекроз и тризм. Эти проблемы продолжают доставлять неприятности онкологическим больным, несмотря на успехи реконструктивной хирургии [Bak M. Er al., 2010].

В настоящее время широко известно, что функциональные и косметические дефекты челюстно-лицевой области могут возникать в результате травм, после радикальных операций у онкологических больных, а также вследствие химиотерапии (бисфосфонатные некрозы) и лучевой терапии (лучевой остеонекроз). При этом, независимо от причины возникновения, устранение дефектов нижней челюсти остается сложной задачей для пластического или челюстно-лицевого хирурга. Связано это с тем, что восстановление только непрерывности нижней челюстной кости не может рассматриваться критерием успеха. Предпринимая реконструктивную операцию необходимо стремиться к восстановлению функции жевания, глотания, речи, целостности ротовой полости. В идеале следует стремиться к полной реабилитации пациента. На пути к достижению этой цели хирург должен предпринять все усилия для восстановления непрерывности костных структур, контуров лица, сохранить подвижность языка и восстановить чувствительность денервированных тканей [Majeed R. et al., 2011]. При этом, среди всех причин

возникновения дефектов нижней челюсти наиболее частой является ее резекция по поводу злокачественных опухолей и доброкачественных новообразований, обладающих экспансивным ростом. После резекции нижней челюсти, особенно по поводу распространенных опухолей, восстановление ее формы и функции имеет первостепенное значение [Foster R.D. et al., 1999; Cordeiro P.G., 1999].

Устранение дефектов нижней челюсти при помощи реконструктивных пластин является наиболее простым способом, однако связано с высоким до 69% риском осложнений [Wei F.C. et al., 2003; Shpitzer T. et al., 2000; Schusterman M.A. et al., 1991; Blackwell K.E., Buchbinder D., Urken M.L., 1996; Cordeiro P.G., Hidalgo D.A., 1994]. При этом наиболее частым осложнением является прорезывание реконструктивной пластины наружу [Wei F.C. et al., 2003; Cordeiro P.G., Hidalgo D.A., 1994]. Частота осложнений реконструктивной хирургии нижней челюсти с применением только реконструктивной пластины составляет от 34% в первые 6 месяцев после операции до 64% в течение первого года [Mariani P.V., Kowalski L.P., Magrin J., 2006; Maurer P. et al., 2010]. Необходимость применения лучевой терапии онкологическим больным делает этот риск практически стопроцентным и приводит к необходимости проведения вторичных реконструктивных операций [Chim H. et al., 2010].

Основой устранения дефектов нижней челюсти является применение аутокости [Genden E., Naughey, 1996]. Применение некровоснабжаемых костных ауто-трансплантатов в реконструктивной хирургии челюстно-лицевой области хорошо освещено в литературе [Hanasono M.M., Hofstede T.M., 2013]. Основными источниками некровоснабжаемой кости для устранения дефектов нижней челюсти являются гребень подвздошной кости и ребро. Однако их эффективность и предсказуемость снижается с увеличением протяженности дефекта. Особенно высок риск осложнений при использовании некровоснабжаемых ауто-трансплантатов в облученных тканях, либо при необходимости проведения лучевой терапии в послеоперационном периоде [Gemert J.T et al., 2009]. Проведенное Foster R.D. и соавт. исследование показало приживляемость некровоснабжаемых ауто-трансплантатов в 69%, а реваскуляризированных костных ауто-трансплантатов в 96% случаев

устранения дефектов нижней челюсти. Применение некровоснабжаемых костных аутотрансплантатов ограничено дефектами прямых участков тела нижней челюсти на протяжении не более 6 см [Foster R.D. et al., 1999].

Прямое сравнение некровоснабжаемых и кровоснабжаемых костных трансплантатов в 75 случаях реконструктивной хирургии нижней челюсти выполненных Foster с соавторами показали приживление в 69% случаев использования некровоснабжаемых трансплантатов и 96% кровоснабжаемых ($p < 0.001$). Таким образом, некровоснабжаемые трансплантаты больше всего подходят в случаях устранения небольших дефектов (< 6 см) у пациентов не способным перенести длительную операцию или в тех лечебных учреждениях, где нет микрохирургической техники [Foster R.D. et al. 1999].

Важно, что применение реваскуляризованного костного трансплантата приводит к контакту двух живых костных фрагментов и, как результат, их срастанию в течение 2-3 месяцев [Cordeiro P.G., Hidalgo D.A., 1994]. При этом основными источниками реваскуляризованных трансплантатов являются: малоберцовая кость, гребень подвздошной кости, лучевая кость и лопатка. Каждый из источников предоставляет разное количество и качество костной ткани, длину сосудистой ножки, возможность одновременной работы двух бригад. Характеристики дефекта, его локализация диктуют выбор донорского места [Cordeiro P.G. et al., 1999]. В этом плане заслуживают особого внимания работы [Swartz W.M. et al., 1986; Sullivan M.J., Carroll W.R., Baker S.R., 1990], в которых показано, что лоскуты на артерии, огибающей лопатку, дают большое количество кожи и мягких тканей. Наружный край лопатки имеет плохое сегментное кровоснабжение и не позволяет осуществлять несколько остеотомий. Качество получаемой кости имеет худшие свойства по сравнению с малоберцовой костью и гребнем подвздошной кости. К недостаткам этого лоскута можно отнести необходимость переворачивать пациента на операционном столе, невозможность одновременной работы двух хирургических бригад, уменьшение амплитуды движений руки, и ее слабость при поднятии тяжелых предметов.

Планирование дефектов нижней челюсти невозможно без оценки ситуации, опирающейся на классификации дефектов нижней челюсти. Представим ниже некоторые из них.

Существует несколько основных классификаций дефектов нижней челюсти [David D.J. et al., 1988; Urken M.L. et al., 1991; Jewer D.D., Boyd J.V., 1989]. Jewer и Boyd создали так называемую HLC классификацию дефектов нижней челюсти [Jewer D.D. et al., 1989]. Она отражает локализацию дефекта, его протяженность, а также вовлечение в дефект окружающих тканей. Буква «Н» определяет дефекты нижней челюсти включающие суставной отросток до срединной линии. Дефекты, включающие боковой отдел нижней челюсти до клыка, исключая суставной отросток обозначены буквой «L». И, наконец, буквой «С» обозначают дефекты подбородочного отдела нижней челюсти от клыка до клыка включительно. Кроме этого, классификация содержит три маленькие буквы: о, s, m, которые обозначают наличие или отсутствие («о») дефекта кожи («s») или слизистой оболочки полости рта («m»). Еще одной из распространенных классификаций дефектов нижней челюсти является классификация, предложенная Urken и соавторами. В данной классификации учтены функциональные особенности, связанные с прикреплением различных групп мышц к нижней челюсти. Классификация содержит буквы «С», «R», «B», «S», «SH», обозначающие участки нижней челюсти, вовлеченные в дефект [Urken M.L. et al., 1991]. Суставному отростку соответствует буква «С», ветви – «R», телу – «B», подбородочному отделу – «S», при половине подбородочного отдела нижней челюсти соответствует «SH».

Существуют и другие классификации, связанные с особенностями задач, стоящих перед хирургом. Так, Kaban и соавторы предложили классификацию определяющую степень вовлеченности в дефект структур височно-нижнечелюстного сустава [Kaban L.V., Moses M.H., Mulliken J.V., 1988; Kaban L.V., Moses M.H., Mulliken J.V., 1986]. Согласно этой классификации, существует три класса дефектов структур височно-нижнечелюстного сустава. Класс I – отсутствует только суставной отросток нижней челюсти. Восстановленный суставной отросток будет соприкасаться с суставным диском. Класс II – отсутствует сустав-

ной отростки суставной диск. Поверхность восстановленного суставного отростка будет соприкасаться во время движений нижней челюсти с покрытой фиброзными волокнами поверхностью суставной впадины. Класс III – описывает ситуацию, когда отсутствует не только суставной отросток, суставной диск, но и суставная впадина. В этой ситуации необходимо планировать восстановление не только суставного отростка, но и дна среднечелюстной ямки черепа.

1.2. Современные подходы к замещению костных дефектов

За прошедшие десятилетия произошло значительное расширение знаний и появилось множество устройств, необходимых для более качественной работы хирургов, о чем и будет сказано ниже.

Пациенты, которым требуется устранить дефект нижней челюсти, сегодня могут рассчитывать на значительно лучшие результаты лечения. С точки зрения функциональных и эстетических результатов, свободные костные трансплантаты с немедленной реваскуляризацией являются наилучшим выбором. При этом малоберцовый трансплантат остается лучшим в реконструктивной хирургии нижней челюсти. Альтернативой ему являются: гребень подвздошной кости, лопатка и лучевая кость. Используют их тогда, когда отсутствует возможность забрать малоберцовый трансплантат [Chim H. et al., 2010]. Отметим также, что в течение последних двадцати лет применение реваскуляризованных костных ауто трансплантатов стало «золотым стандартом» в реконструктивной хирургии нижней челюсти.

В настоящее время использование малоберцового трансплантата для устранения дефектов нижней челюсти считается «Золотым стандартом» [Kim E.K., Evangelista M., Evans G.R., 2008; Lutz B.S., Wei F.C., 2005]. Преимущества малоберцового трансплантата описаны в исследованиях ряда авторов [Schultze-Mosgau S. et al., 2005; Cervelli D. et al., 2012; Schepers R.H. et al., 2012; Pierse J. et al., 1981; Hao S.P. et al., 1998; Gerzenshtein J. et al., 2006]. Во-первых, сегментарное кровоснабжение малоберцовой кости позволяет выполнять его остеотомию. Во-вторых, малоберцовая кость предоставляет в распоряжение хирургу большое количество

плотной, хорошо кровоснабжаемой кости на надежной сосудистой ножке. К тому же, забор малоберцовой кости может осуществлять вторая бригада, что особенно актуально в ходе первичной пластики у онкологических больных [Arai K. Et al., 2002]. Последнее обстоятельство значительно сокращает продолжительность операции.

Из всех возможных вариантов, применение малоберцового трансплантата для устранения дефекта нижней челюсти является лучшим. Кость длиной 22-26 см позволяет устранять протяженные дефекты – от угла до угла. Сегментарное кровоснабжение из периостальных сосудов позволяет выполнять остеотомии на разных уровнях. Трубочатое строение кости дает возможность устанавливать дентальные имплантаты. Питающий сосуд диаметром 2-3 мм, ножка до 15 см длиной. Кожный островок до 25x14 см² позволяет закрыть дефект слизистой оболочки полости рта и кожи. Оперировать могут две бригады. При необходимости закрыть мертвое пространство на шее или дна полости рта может быть забран длинный сгибатель большого пальца стопы. В то время как для боковых отделов нижней челюсти могут быть выбраны гребень подвздошной кости, лопатка, лучевая кость, малоберцовый трансплантат вне конкуренции при устранении дефекта фронтального отдела нижней челюсти. В случае недостатка объема мягких тканей, в дополнение к малоберцовому трансплантату может быть использован лоскут предплечья, переднелатеральный лоскут, прямая мышца живота. Для сквозных дефектов можно формировать двудольный кожный островок малоберцового трансплантата. Главным достоинством этого лоскута является его уникальная пластичность. Получившие развитие современные технологии: виртуальное планирование, прототипирование хирургических шаблонов и моделей, индивидуальные реконструктивные пластины упрощают процесс формирования трансплантата и его фиксацию в дефекте [Kim J.E., Broyles J.M., Sacks J.M., 2013].

Отмечается [Zhang T. et al., 2008], что при пластике нижней челюсти при помощи малоберцового трансплантата следует стремиться сохранять суставной отросток нижней челюсти, даже если его остается совсем немного. Данная тактика обеспечит наилучший функциональный результат.

Таким образом, малоберцовый трансплантат является лучшим выбором при необходимости устранять сложные костные дефекты в сочетании с мягкотканными [Pototschnig H. et al., 2013].

Из 457 реваскуляризированных трансплантатов 150 костных трансплантатов были использованы для устранения дефектов нижней челюсти за последние 10 лет. Пациентами были 94 мужчины и 56 женщин (средний возраст 50 лет; диапазон 3 года 79 лет); 43% имели дефект половины нижней челюсти, а остальные – центральный, боковой или комбинацию. Донорская область: малоберцовая кость – 90%, лучевая кость – 4%, лопатка – 4% и гребень подвздошной кости – 2%. Эстетические и функциональные результаты оценены спустя 6 месяцев. Приживаемость трансплантатов составила 100% а срастание костей наступило в 97%. Дентальные имплантаты были установлены 20 пациентам. Питание без ограничений было отмечено у 45% пациентов; 45% употребляли мягкую пищу, а 5% – жидкую. Пяти процентам пациентов требовалось энтеральное питание для поддержания веса. Речь была оценена как нормальная у 36% пациентов, почти нормальной у 27%, внятная у 28%, и невнятная у 9%. Эстетический результат был оценен как отличный в 32%, хороший в 27%, удовлетворительный в 27% и плохой в 14%. Данное исследование показывает очень хороший процент хороших и отличных эстетических и функциональных результатов при использовании костных реваскуляризированных трансплантатов при первичной пластике дефектов нижней челюсти. Использование малоберцовой кости при этом является методом выбора, особенно когда речь идет о дефектах фронтального отдела нижней челюсти или протяженных дефектов, когда требуется выполнять множественные остеотомии трансплантата. Использование других донорских участков (лучевая кость и лопатка) рассматриваются как резерв для тех случаев, когда требуется большое количество мягких тканей с минимальными требованиями к костной части трансплантата. Гребень подвздошной кости может быть рекомендован только тогда, когда все другие источники костных трансплантатов не доступны. Тщательный выбор трансплантата необходим с целью избегания необходимости использова-

Согласно данным ряда авторов, эффективность метода аутотрансплантации при помощи малоберцовых трансплантатов достигает более 90% [Urken M.L. et al., 1991; Burkey B.V., Coleman J.R., 1997; Hidalgo D.A., Pusic A.L., 2002; Robb G., 2004]. Реконструктивная хирургия нижней челюсти с использованием свободных ревааскуляризированных аутотрансплантатов обеспечивает отличный функциональный и эстетический результат, который с течением времени сохраняется неизменным. Резорбция костной части такого трансплантата минимальная, несмотря на проводимую в послеоперационном периоде лучевую терапию. Большинство пациентов способно употреблять обычную пищу, а также пользоваться обычными съемными зубными протезами, либо протезами на дентальных имплантатах. Восстановленные речь и облик удовлетворяют пациентов даже спустя десятилетний период после операции [Hidalgo D.A., Pusic A.L., 2002]. Leonhard H. с соавторами показали эффективность применения префабрикованного лучевого лоскута (губчатая кость помещалась в дистальную часть предплечья на 4 недели) для вторичной коррекции нижней челюсти после реконструктивной хирургии у онкологических больных [Leonhard H. et al., 2009].

Сравнение малоберцового трансплантата и трансплантата из гребня подвздошной кости в свете функциональных нарушений в донорской области и качества жизни проведено [Politi M., Toro C., 2012]. По данным авторов, показатели качества жизни выше у пациентов, у которых применен трансплантат из гребня подвздошной кости. Этот трансплантат рекомендован для использования при сегментных дефектах тела нижней челюсти, особенно – в боковых отделах.

Использование трансплантата из гребня подвздошной кости имеет преимущества при устранении прямых дефектов боковых отделов нижней челюсти, когда нет необходимости устранять дефект кожи [Maranzano M, et al., 2005]. Одним из преимуществ такого трансплантата является возможность забора вместе с костным фрагментом части внутренней косой мышцы на восходящей ветви глубокой артерии, огибающей подвздошную кость.

Применение костного трансплантата из гребня подвздошной кости и кожно-мышечного лоскута на нижней эпигастральной артерии для устранения дефекта

ветви нижней челюсти и окружающих мягких тканей описано [Gaggi A.J., Bürger H., Chiari F.M., 2011]. И что важно – оба лоскута авторы брали из одной донорской зоны. Наряду с этим, справедливости ради, важно отметить, что при челюстно-лицевых операциях, как, впрочем, и при многих хирургических вмешательствах, следует учитывать и возрастную периодизацию, т.е. специфику хирургии детского возраста. Поэтому считаем целесообразным представить сведения и об этом аспекте исследований.

Вместе с тем [Karagoz H. et al., 2012], на основе клинического случая с шестилетним наблюдением, указывают, что использование малоберцового трансплантата при устранении дефекта нижней челюсти после резекции ее половины может быть дополнено применением реберного хряща для реконструкции височно-нижнечелюстного сустава и свободной некророснабжаемой кости из гребня подвздошной кости для увеличения объема трансплантата с целью последующей ортопедической реабилитации. Следует отметить, что устранение сегментарного дефекта нижней челюсти у ребенка с молочными зубами сложная задача в связи с интенсивным ростом организма и возможным непредсказуемым влиянием, которое может оказать на костно-мышечную систему забор костного трансплантата [Liu Y. et al., 2012]. Авторы применили дистракционный остеогенез с успешным результатом в течение 35 месяцев наблюдения за 23 месячной девочкой.

В исследовании [Paradopoulos N.A. et al., 2008] проведен анализ результатов реконструктивной хирургии нижней челюсти с использованием малоберцового трансплантата. За 10 лет авторами выполнено 23 таких операции. Средний срок наблюдения составил 1,3 года. Пятнадцати пациентам потребовалось устранять дефект либо слизистой оболочки, либо кожи. В семи случаях дефект нижней челюсти был билатеральным. В раннем послеоперационном периоде были отмечены малые осложнения донорской раны. В последующем, все пациенты были удовлетворены эстетическим и функциональным результатом.

Наконец отметим, что существует особый вид остеонекрозов – бисфосфонатные, сведения о лечении которых, крайне скудны. В этом плане представляется целесообразным выделить работу [Seth R. et al., 2010], в которой показано, что

применение микрососудистой трансплантации при лечении остеонекрозов возможно с применением малоберцового трансплантата для устранения дефектов нижней челюсти. Авторы приводят сведения о получении хороших результатов у 11 больных после резекции нижней челюсти по поводу бисфосфонатного остео-некроза.

Семи пациентам выполнена резекция нижней челюсти по поводу бисфосфонатного остео-некроза. У всех пациентов дефект нижней челюсти устранен малоберцовым трансплантатом. Через 14 дней после операции пациенты питались через рот. Средний срок наблюдения был 23 месяца с интервалом в три месяца. У шести пациентов в области соприкосновения трансплантата и фрагмента челюсти сформировалась кость. В одном случае отмечен рецидив остеомиелита. Малоберцовый трансплантат может быть рекомендован для устранения дефектов нижней челюсти после резекции по поводу бисфосфонатного остео-некроза [Nocini P.F. et al., 2009].

Функциональные и эстетические результаты реконструктивной хирургии нижней челюсти в значительной степени зависят от использованной при этом хирургической техники [Pellini R., Mercante G., Spriano G., 2012].

Сложности планирования и выполнения реконструктивных операций у больных с опухолями челюстно-лицевой области в плане комбинированного или комплексного лечения связано со значительными трудностями. К примеру, лучевая неоадьювантная или адьювантная терапия значительно сужают выбор пластического материала и увеличивают степень риска повторных вмешательств.

В 2015 году Wong с соавторами опубликовали результаты анализа факторов риска, оказывающих негативное влияние на выживаемость реваскуляризированных трансплантатов [Wong A.K. et al., 2015]. Ими были изучены материалы более 36 научных статей, посвященных данному вопросу, а также данные ACS NSQIP (American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program). Последняя включает в себя 240 переменных, включая предоперационные факторы риска, интраоперационные факторы, а также данные об осложнениях и смертности в течение тридцати дневного послеоперационного периода. В зависимости от

локализации дефекта риск гибели трансплантата в данном исследовании выглядит следующим образом: 9.6% – голова и шея, 5.6% – конечности, 4.9% – молочная железа и 2.5% туловище. Однако локализация дефекта не является определяющей для гибели трансплантата в связи с малой репрезентативностью данных. Из всех факторов переливание крови в количестве более чем 3 единицы (ИМТ >30) и продолжительность операции были связаны с гибелью лоскутов в однофакторном исследовании. При этом в многофакторной модели только продолжительность операции была определена как единственный независимый фактор риска потери трансплантата. Продолжительность операции может увеличиваться в связи с техническими сложностями при заборе трансплантата или наложении анастомозов. Это также может происходить из-за неопытности хирурга. В то же время, продолжительность операции увеличивается при одномоментном удалении опухолей, некротизированных и инфицированных тканей, необходимости изменения формы трансплантата по реципиентной ране. Таким образом, несмотря на то, что продолжительность операции напрямую связано с риском гибели ревааскуляризованного трансплантата, сам этот фактор зависит от переменных, возникающих в ходе операции, которые в настоящее время четко определить не представляются возможным.

Одним из факторов риска является лучевая терапия. В этом плане отметим, что Bengston В.Р. и соавторы провели исследование о влиянии лучевой терапии на выживаемость ревааскуляризованных лоскутов при пластике дефектов челюстно-лицевой области у онкологических больных. Результаты показали, что у большой группы (354) онкологических больных, которым выполнено 368 трансплантаций свободных ревааскуляризованных трансплантатов в челюстно-лицевой области лучевая терапия до или после операции не приводит к статистически значимой разнице количества послеоперационных осложнений [Bengston В.Р. 1993]. Тем не менее, как считают Schultze-Mosgau с соавторами [Schultze-Mosgau S. et al., 2002], успех реконструктивной операции сильно зависит от дозы облучения и времени, прошедшего после лучевой терапии. Так, в работе Halle М. с соавторами показано, что увеличение интервала между последним сеансом

предоперационной лучевой терапии и операцией повышает риск послеоперационных осложнений. Согласно рекомендации авторов исследования, радикальная операция должна быть выполнена в течение 6 недель после последнего сеанса облучения [Halle M. et al., 2008]. С другой стороны, Schultze-Mosgau S. с целью изучения влияния предоперационной лучевой терапии на сосуды шеи провел исследование 220 реципиентных сосудов и сосудов трансплантата у 55 больных. Исследуемые были разделены на 3 группы. Пациенты 1 группы до операции не получали ни лучевую ни химиотерапию; пациенты 2-й группы получали лучевую терапию в дозе 40-50 Гр и курс химиотерапии за 1,5 месяца до операции; пациенты 3-й группы получали лучевую терапию в дозе 60-70 Гр и химиотерапию за 78 месяцев до операции. Значительной разницы в сосудах групп 1 и 2 отмечено не было. Похоже, возраст и химиотерапия не оказывают существенного влияния на изменения сосудов в исследовании [Schultze- osgau S et al., 2000]. Аналогичного мнения придерживаются Aitasalo K. и соавт. [Aitasalo K., 1997]. Их опыт по применению реваскуляризированных аутооттрансплантатов в ходе одномоментных реконструктивных операций у больных с опухолями челюстно-лицевой области показал, что у больных, получавших предоперационную лучевую терапию в дозе 50-60 Гр (интервал перед операцией 3-5 недель) послеоперационный период протекал без осложнений в 88% случаев, без лучевой терапии – в 91% случаев [Lindholm P. et al., 2006]. Lindholm с соавторами также считают, что предоперационная лучевая терапия у пациентов с местно распространенными опухолями челюстно-лицевой области не приводит к негативным последствиям в послеоперационном периоде. Однако, негативные изменения сосудов в реципиентной зоне после предоперационной лучевой терапии в значительной степени зависят от имеющейся у пациентов сосудистой патологии, а именно атеросклерозом, связанным с возрастом [Russell N.S. et al., 2009].

Одним из методов антибластики является интраоперационная лучевая терапия в дозе 10-12 Гр. Эффективность данного метода показана в исследованиях Pinheiro A.D. с соавторами [Pinheiro A.D. et al., 2003]. Аналогичное мнение высказывают Wang Z., Qiu W., Mendenhall W.M., которые считают, что риск неудач ре-

конструктивных операций с использованием реваскуляризированных аутотрансплантатов существенно выше при проведении предоперационной лучевой терапии 86%, чем при адъювантной лучевой терапии 99% [Wang Z., Qiu W., Mendenhall W.M., 2003]. В противоположность этому, показано, что применение свободных реваскуляризированных трансплантатов у 1007 пациентов в исследовании Мао С. с соавторами [Мао С. et al., 2007] не выявили существенного негативного влияния предоперационной лучевой терапии.

Следует отметить, что Hirsch D.L. с соавторами провели в 2008 году исследование эффективности реконструктивной хирургии реваскуляризированными аутотрансплантатами по поводу лучевого остеонекроза нижней челюсти. Результаты исследования показали эффективность свободных реваскуляризированных аутотрансплантатов при такой патологии [Hirsch D.L. et al., 2008]. При этом индекс качества жизни Quality Of Life (QOL) у пациентов со злокачественными опухолями челюстно-лицевой области III и IV стадии до и после радикальной операции с первичной пластикой трансплантатами с немедленной реваскуляризацией, спустя 6 месяцев после операции значительно превосходил дооперационный [Rizvi T.A. et al., 2009].

Вместе с тем отметим, что Valantini V с соавторами показали высокий риск неудачных реконструктивных микрососудистых операций у пациентов с сахарным диабетом в сравнении с табакокурением, алкоголизмом, наследственными сердечно-сосудистыми заболеваниями, гипертонической болезнью. Таким пациентам предпочтительней использовать местные и регионарные лоскуты [Valantini V. et al., 2008]. Избегать микрососудистых операций следует у пациентов с циррозом печени [Cheng N.C. et al., 2008].

Ross D.A. и соавторы [Ross D.A. et al., 2004] отмечают высокий риск осложнений при интраоперационной брахитерапии, что, тем не менее, не должно сдерживать или изменять агрессивный характер противораковой терапии.

Одной из проблем реконструктивной хирургии нижней челюсти является малая площадь контакта между малоберцовым трансплантатом и фрагментом нижней челюсти, особенно при необходимости проведения лучевой терапии в по-

слеоперационном периоде. С целью улучшения качества данного соединения Trignano E рекомендуют формировать избыток надкостницы на обоих концах малоберцового трансплантата [Trignano E. et al., 2013]. Это улучшает кровоснабжение в местах соединения трансплантата с челюстью и обеспечивает лучшее срастание, несмотря на проводимую лучевую терапию.

Устранение обширных дефектов оро-мандибулярной области малоберцовым трансплантатом порой вызывает затруднения из-за необходимости в использовании кожи большой площади. В своей статье Longo B. и соавторы описывают случай устранения обширного оро-мандибулярного дефекта при помощи малоберцового лоскута с кожным двудольным компонентом [Longo B. et al., 2013]. Длина кости составила 7 см, а кожная часть была разделена на два островка, и размер ее составил 17×10 см.

Малоберцовый и лопаточный трансплантаты Dowthwaite с соавторами практически одинаково часто применяют для устранения дефектов оро-мандибулярной зоны. Малоберцовый трансплантат чаще применяется у молодых людей, при протяженных дефектах, когда требуется выполнять остеотомии для изгибания трансплантата, при небольших дефектах мягких тканей. Лоскуты на подлопаточном сосуде (наружный край лопатки, угол лопатки) – лучший выбор у пожилых людей, у пациентов с патологией периферических сосудов, при дефектах нижней челюсти в сочетании с обширными дефектами мягких тканей. Угол лопатки на торакодорзальных сосудах идеален для небольших дефектов нижней челюсти, таких как угол нижней челюсти. [Dowthwaite S.A. et al., 2013].

Авторы Bai X.F., Wushou A., Zheng J., Li G. использовали титановую сетчатую пластину по форме фрагмента челюсти с костью из гребня подвздошной кости и получили удовлетворительный результаты [Bai X.F. et al., 2013]. Такое лечение выбрано авторами в связи с отказом пациентов от использования малоберцовой кости. Описана возможность устранения дефекта тела и ветви нижней челюсти с использованием реваскуляризованного гребня подвздошной кости и протеза височно-нижнечелюстного сустава через внутриротовой доступ у одного

пациента с хорошим результатом. Преимущество перед традиционным способом – отсутствие рубца в подчелюстной области [Landes C. et al., 2014].

Особого внимания заслуживает работа Yadav PS с соавторами, в которой описано использование двух микрососудистых трансплантатов: малоберцовая кость с кожным островком и кожный трансплантат на перфораторах из проксимального отдела малоберцового сосуда [Yadav P.S. et al., 2012]. Ранее такое сочетание лоскутов в литературе не описано.

У 33 пациентов Qu X с соавторами использовали реваскуляризированный трансплантат из гребня подвздошной кости с последующей установкой дентальных имплантатов. Протяженность дефектов от 6 до 13 см. Приживление трансплантатов 96,9%. Наблюдение 26 месяцев. Установлен 81 дентальный имплантат. Полная реабилитация 21 больного. Из них, у 18 несъемные протезы. Осложнения донорской зоны минимальные. Это значит, что реваскуляризированный трансплантат из гребня подвздошной кости является хорошей основой для установки дентальных имплантатов [Qu X. et al., 2013].

В работе [Maciejewski A., Szymczyk C., 2007; Nakayama B. et al., 2006] показано, что тридцати пациентам с раком слизистой оболочки полости рта T[3], T[4] в ходе лечения выполнена резекция нижней челюсти с устранением дефекта малоберцовым трансплантатом. У пациентов с дефектом фронтального отдела нижней челюсти выполнялось две остеотомии малоберцового трансплантата. При протяженных дефектах не менее одной. Во всех случаях использовался кожно-фасциально-костный трансплантат. Для определения выхода перфорантных сосудов была использована УЗГД. В 87% случаев в качестве реципиентных использовались лицевые сосуды. Через 6 месяцев оценивали качество жизни. Результаты показали, что использование кожно-фасциально-костного малоберцового трансплантата для устранения дефектов после удаления опухолей полости рта позволяет онкологу применять более радикальную и агрессивную тактику с хорошими или отличными эстетическими и функциональными результатами. Оценка качества жизни является важной составляющей оценки результата такого лечения.

Реконструктивные операции оро-мандибулярной области у детей. В этом плане представляют интерес сведения [Faria J.C. et al., 2014] наблюдавшими в течение 12 лет за ребенком, которому в возрасте 8 месяцев выполнили резекцию половины нижней челюсти по поводу меланоцитарной нейроэктодермальной опухоли и заместили дефект малоберцовым кожно-костным трансплантатом показало, что трансплантат растет вместе с окружающими структурами. Ребенку понадобилась только операция на донорской конечности с целью коррекции вальгусной деформации стопы. Таким образом, применение малоберцового трансплантата для реконструкции нижней челюсти у детей оправдано.

Клинический случай использования малоберцового трансплантата для устранения дефекта нижней челюсти у 12 летнего ребенка после удаления десмоидной фибромы с хороши эстетическим и функциональным результатом через 3 года описан и в работе [Carrera-Gómez F.J. et al., 2002].

Десяти пациентам в возрасте от 3 до 10 лет с гемифациальной микросомией (средний возраст 7.2 лет) выполнена реконструктивная операция нижней челюсти с использованием малоберцового трансплантата [Santamaría E. et al., 2008]. Средний срок наблюдения составил 45.4 месяцев (от 12 до 94 месяцев). У всех пациентов кроме одного произошло срастание трансплантата. Двум пациентом после реконструкции дополнительно проведен дистракционный остеогенез. Таким образом, использование малоберцового трансплантата при микросомии оправдано.

Необходимость устранять дефекты нижней челюсти малоберцовым трансплантатом у детей связана с последствиями, связанными с растущим организмом. Эти последствия изучены на сегодняшний день далеко не полностью [Phillips J.H., Rechner B., Tompson B.D., 2005]. Приступая к лечению детей необходимо помнить о возможной необходимости выполнения впоследствии ортогнатических остеотомий. Авторами описаны 11 случаев устранения дефектов нижней челюсти малоберцовым трансплантатом у детей с последующим периодом наблюдения 2-12 лет. Авторы приходят к выводу, что при планировании и выполнении реконструкции нижней челюсти малоберцовым трансплантатом необходимо заранее планировать необходимость выполнения сагитальной остеотомии в последую-

шем. В противном случае ортогнатические операции будут связаны со значительными техническими трудностями и негативными результатами.

Представляется важным отметить и другую сторону вопроса об оперативных вмешательствах – возможности осложнений.

В этом плане заслуживает особого внимания сообщения [Wang J., Wang C., 2011; Fodor L. et al., 2011], в которых указывается на редкое, но грозное осложнение, возникающее в голени после забора малоберцового трансплантата. Профилактика костно-фасциального компартмент синдрома голени должна обязательно проводиться путем постановки эффективного и адекватного дренажа в донорскую рану.

После реконструкции нижней челюсти малоберцовым трансплантатом периодически возникают, например, частичный некроз мягких тканей и обнажение кости или/и остеомиелит, устранять которые [Lin C.H. et al., 2015] предлагают при помощи лучевого фасциально-костного трансплантата. С этой целью особенности кровоснабжения локтевой кости авторами изучено на трупах. Дополнительно доказано, что периостальная веточка от дистального отдела локтевой артерии отходит между лучевым нервом и его дорсальной чувствительной ветвью. После этого выполнены 6 операций с использованием упомянутого лоскута – все успешно.

Потенциальным осложнением реконструктивной хирургии нижней челюсти малоберцовым трансплантатом является развитие актиномикоза послеоперационной раны. О возможности данного осложнения необходимо всегда помнить, выполняя такого рода операции. В статье [Sud V., Shamburger S., Lineaweaver W., 2005] описаны два случая развития актиномикоза после пластики нижней челюсти малоберцовым трансплантатом. Один лоскут был потерян

В работе [Lin J.Y. et al., 2009] изучены негативные влияния забора малоберцового лоскута с двух голеней. Оценены следующие параметры: боль, парестезия, способность ходить, снижение двигательной активности, изменение ходьбы и эстетические результаты. В течение долгосрочного наблюдения за семью больными, которым был выполнен забор малоберцового трансплантата с обеих голеней выявлены минимальные негативные изменения.

1.3. Направления совершенствования эффективности замещения костных дефектов

Основная цель реконструктивной хирургии челюстно-лицевой области – восстановление функции и внешнего вида на сколько это возможно. Высокотехнологичные методы реконструктивной хирургии могут быть более предпочтительными чем простые, если отвечают задачам в большей степени [Patel S.A., Chang E.I., 2015].

Придание формы малоберцовому трансплантату при реконструкции нижней челюсти связано с высоким риском нарушения кровоснабжения костной части трансплантата и низкой предсказуемостью углов остеотомии. В ходе придания трансплантату параболической формы нижней челюсти, следует выполнять минимально возможное количество остеотомий [Longo V. et al., 2013].

Виртуальное моделирование операции с последующим прототипированием в значительной степени сокращает время операции и увеличивает точность ее исполнения [Hanasono M.M., Skoracki R.J., 2012].

Устранение протяженных дефектов нижней челюсти, особенно во фронтальном отделе, требует точной подгонки костных фрагментов к дефекту. Применение шаблонов для поднадкостничной остеотомии трансплантата, резекционных шаблонов позволяет выполнять резекцию и формировать трансплантат с высокой степенью точности [Zheng G.S. et al., 2013; Schepers R.H. et al. 2012; Nocini P.F. et al., 2009; Broer P.N. et al., 2013].

Кроме этого, применение виртуального планирования и использование хирургических шаблонов позволяют устанавливать дентальные имплантаты в трансплантат непосредственно в ходе его забора [Levine J.P. et al., 2013].

Исследование показало, что использование внутрикостных дентальных имплантатов для реабилитации онкологических пациентов, перенесших реконструкцию нижней челюсти малоберцовым трансплантатом является успешным и перспективным, даже у курильщиков, употребляющих алкоголь и перенесших луче-

вую терапию. В то же время установка дентальных имплантатов в облученный трансплантат связана с высоким риском их отторжения [Jacobsen C. et al., 2012].

Точность восстановления контуров нижней челюсти в значительной степени влияет на биомеханику височно-нижнечелюстного сустава [Wong R.C.W. et al., 2010].

В период между декабрем 2012 года и январем 2014 года выполнено 4 реконструкции нижней челюсти при помощи малоберцового трансплантата и виртуального планирования, и шаблонов в отделении челюстно-лицевой хирургии Città della Scienza e della Salute Hospital, Университета Турина. Микрохирургическая реконструкция нижней челюсти при помощи малоберцового трансплантата и компьютерного моделирования является лучшим методом при обширных дефектах нижней челюсти [Zavattero E. et al., 2015].

Современная техника позволяет не только планировать реконструктивную операцию виртуально, но также, по результатам планирования, получать шаблоны для выполнения резекции и остеотомии, а также индивидуальные реконструктивные пластины из титана. В статье освещены результаты реконструктивной хирургии у 30 больных с применением индивидуальных реконструктивных пластин. Были оценены: время планирования, точность хирургических направляющих для сверления, пред-/послеоперационную окклюзию, состояние височно-нижнечелюстных суставов, а также осложнения. На планирование операции в среднем уходило 35 минут. Точность планирования и удобство применения индивидуальной реконструктивной пластины были очень хорошими. В шести случаях ход операции был скорректирован из-за интраоперационных находок. Положение суставной головки в суставной ямке были обычными в 28 случаях. Оценить окклюзию в 2/3 случаев было сложно из-за ее нестабильности. Тем не менее такие осложнения как обнажение пластины, нагноение раны, некроз трансплантата и графов, сложности позиционирования гайдов имели место. Пока еще не понятно, станет ли использование индивидуальных пластин рутинным в будущем [Wilde F. et al., 2015].

Предоперационное планирование реконструктивной операции и использование хирургических шаблонов позволяет добиваться точного позиционирования фрагментов трансплантата. Последнее обеспечивает благоприятные условия для последующей ортопедической реабилитации, в том числе на дентальных имплантатах. Виртуальное планирование становится критерием качества выполнения реконструктивной хирургии нижней челюсти [Avraham T. et al., 2014].

Применение хирургических шаблонов для формирования трансплантата из гребня подвздошной кости по результатам виртуального планирования устранения дефекта нижней челюсти улучшает результат операции. Это изучено и оценено результатами 8 таких реконструктивных операций. Среднее значение погрешности расстояния между реальными остеотомическими распилами и виртуальными составили 2.06 ± 0.86 mm. Средняя погрешность объема реального трансплантата в сравнении с виртуальным планированием составила 1412.22 ± 439.24 mm³ ($9.12\% \pm 2.84\%$). А средняя погрешность объема реального трансплантата к его модели составила 2094.35 ± 929.12 mm³ ($12.40\% \pm 5.50\%$) [Toto J.M. et al., 2014].

Стереолитографические модели черепа больного могут быть кроме всего прочего использованы для изгибания реконструктивных титановых пластин с целью фиксации трансплантата, фрагментов челюсти при переломе. Особенно это актуально в случаях с деформацией контура челюсти патологическим процессом. Авторами измерено время необходимое для изгибания пластины до операции по модели и во время операции. Оно составило в среднем 867 ± 243 секунд и 833 ± 289 секунд соответственно [Prisman E. et al., 2014].

Общая площадь соприкосновения малоберцового трансплантата и фрагмента нижней челюсти при традиционной остеотомии в 90 градусов составляет 103.8 ± 2.05 mm. уменьшение угла до 75, 60, 45, 30, и 25 градусов позволяет увеличить эту площадь на 0.86%, 10.3%, 35.3%, 136.7%, и 194.3% соответственно. При помощи компьютерного моделирования возможно спланировать углы резекции обеспечивающие максимальное соприкосновение остеотомированных поверхностей [Haddock N.T. et al., 2012].

Компьютерное моделирование реконструктивной хирургии нижней челюсти наряду с прототипированием имеет потенциал увеличивать скорость операции и точность реконструкции нижней челюсти. Авторы полагают, что эти технологии особенно полезны в тех случаях, когда первоначальная архитектура нижней челюсти была нарушена вследствие патологического процесса [Hanasono M.M., Skoracki R.J. et al., 2013].

При планировании получены результаты компьютерной томографии голени и нижней челюсти. В программе Mimics выполнено планирование резекции и реконструктивной хирургии ее при помощи малоберцового трансплантата. Хирургические шаблоны и изгибание реконструктивной пластины выполнено на стереолитографических моделях трансплантата и нижней челюсти. Такое планирование авторами осуществлено у 9 пациентов [Zheng G.S. et al., 2012]. Такую же методику применил и Сюсса с соавторами [Сюсса L. et al., 2012].

Изгибание реконструктивной пластины для фиксации фрагментов нижней челюсти – утомительная задача. Как правило, это происходит путем многократных изгибаний и сравнений результата с шаблоном, изогнутым по форме нижней челюсти во время операции. Применение прототипированных моделей нижней челюсти для изгибания реконструктивной пластины уменьшает необходимое для изгибания пластины время в среднем на 20%. Это уменьшает общее операционное время, способствуя снижению числа осложнений и улучшению конечного результата [Salgueiro M.I. et al., 2010].

Для предоперационного планирования авторами данной работы использован iPlan 3.0 (Brainlab®, Feldkirchen, Germany). Особенность данной платформы – возможность интраоперационной навигации. Кроме этого имеется возможность планирования правильного положения дентальных имплантатов с учетом необходимого объема костной ткани трансплантата. Результат планирования сохраняется в формате STL и отправляется для прототипирования (Phacon GmbH, Leipzig, Germany) – модели нижней челюсти и трансплантата. После этого стандартная реконструктивная пластина 2.4 Compact UniLOCK (Synthes®, Umkirch, Germany) изгибалась по моделям. После резекции нижней челюсти ее фрагменты соединя-

лись этой пластиной. Реконструктивную хирургию выполняли вторично. Пластины использовали для формирования трансплантата. Главное достоинство программы, отмеченное авторами – возможность правильного позиционирования дентальных имплантатов [Essig H. et al., 2011].

С помощью интраоперационной навигации возможно осуществить контроль положения костного трансплантата, дентальной окклюзии и положения суставных отростков нижней челюсти. Симуляция хирургической операции на 3Д моделях виртуально дает уверенность хирургу, особенно еще не совсем опытному, продемонстрировать операцию пациенту. Применение двух этих методик может значительно улучшить результаты лечения. Авторы статьи во время виртуального планирования выполняли резекцию отступя от видимой на 3Д модели опухоли на 10 мм. Тем не менее, целесообразно рассматривать и больший отступ, тем более, что при планируемом дефекте в среднем в 10 см. это не является определяющим фактором. Использование виртуального планирования предпочиталось более молодыми пациентами, так как обеспечивает лучший эстетический результат и более стабильную окклюзию. Контроль правильного положения трансплантата и нижней челюсти является ключевым моментом. Считалось, что применение нейрохирургической навигации в челюстно-лицевой хирургии малоэффективно из-за подвижности нижней челюсти. Авторами применены специальные прикусы шаблоны для фиксации нижней челюсти в правильном прикусе. Кроме того, перед резекции за пределами ее границ на нижней челюсти были сделаны метки, на которые последующим хирурги ориентировались при фиксации трансплантата в дефекте. [Huang J.W. et al., 2015].

Еще одна попытка облегчить придание формы костному трансплантату при устранении дефекта нижней челюсти. Автор использует шаблон из толстой проволоки изогнутый по форме резецированного фрагмента переднего отдела нижней челюсти. Данный шаблон, затем, использовался при формировании трансплантата [Yadav P.S. et al., 2010].

С целью воссоздания близкой к анатомической формы нижней челюсти, особенно в связи с применением дентальных имплантатов для ортопедической

реабилитации, авторами предложен малоберцовый трансплантат в виде двустволки. Данный метод позволяет восстановить утраченный фрагмент нижней челюсти, в особенности его высоту [Paranque A.R. et al., 2011].

В статье описано использование компьютерного моделирования при планировании и выполнении пластической операции на нижней челюсти. На основе данных КТ исследования выполнено построение виртуальных компьютерных моделей черепа пациента. По результатам моделирования изготовлены 3D модели методом прототипирования. В последующем на моделях симулирована операция: оценены границы опухоли и выполнена резекция, изогнута реконструктивная пластина и определена длина малоберцового трансплантата. Операция выполнена в соответствии с результатами планирования. Такой подход позволяет хирургу подготовиться к операции и облегчает ее выполнение [Xu X. et al., 2007].

Ye M. с соавторами в своей статье описали способ изготовления индивидуальных титановых пластин по прототипированным моделям челюсти в 30 клинических случаях. Эти титановые пластины также использовались в качестве шаблона при формировании трансплантата [Ye M., Wang C., Sun J., 2005].

Таким образом, из представленного обзора очевидно, что как в настоящее время так и в будущем усилия хирургов будут направлены на совершенствование методов планирования, повышающих точность и предсказуемость выполняемых ими операций. Это позволит не только добиваться хороших эстетических и функциональных результатов, но также уменьшать расходы на лечение пациентов путем сокращения операционного времени, снижения числа осложнений, упрощения послеоперационной реабилитации. В целом же, улучшение качества жизни пациентов позволит им легче адаптироваться в социуме и вернуться к обычной трудовой деятельности.

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1. Общая характеристика больных

В период с 2007 по 2017 годы нами произведено обследование и лечение 57 пациентов с дефектами нижней челюсти, находившихся в центре челюстно-лицевой хирургии и стоматологии ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко», которым были выполнены реконструктивные операции с использованием реваскуляризированных трансплантатов. Распределение больных по полу и возрасту приведено в таблице 1.

У большинства больных (табл.2) дефект нижней челюсти сформировался в результате удаления опухолей – 48 (84%); в трех случаях (5%) дефект нижней челюсти сформировался в результате огнестрельного ранения, в 5 случаях (9%) резекция нижней челюсти была выполнена по поводу лучевого остеонекроза и в одном случае (2%) выраженная атрофия нижней челюсти с патологическим переломом после неоднократных попыток выполнить остеосинтез в других учреждениях послужила поводом к резекции остаточной кости нижней челюсти и выполнению ее реконструкции. Среди больных со злокачественными заболеваниями челюстно-лицевой области преобладали местно-распространенные опухоли (табл.3).

По гендерному признаку больные были распределены следующим образом: мужчины составляли 83,6% (48) больных, тогда как женщин было 9 (16,4%). Минимальный возраст больных был 19 лет, а максимальный – 76 лет. Средний возраст оперированных больных составил 47,4 года.

Для описания дефектов нижней челюсти нами были выбраны классификация Urken и соавторами, Jewer и Boyd. В классификации Urken учтены функциональные особенности, связанные с прикреплением различных групп мышц к нижней челюсти. Классификация содержит буквы «С», «R», «B», «S», «SH», обозначающие участки нижней челюсти, вовлеченные в дефект. К сожалению эта классификация не описывает дефект мягких тканей, что является крайне важным фактором при выполнении реконструкции нижней челюсти. Для более полного описания дефектов мной из классификации Jewer и Boyd были взяты три маленькие

буквы: o, s, m, которые обозначают наличие или отсутствие («o») дефекта кожи («s») или слизистой оболочки полости рта («m»). Дефекты тела нижней челюсти были устранены у 57 больных. Из них дефект нижней челюсти сочетался с дефектом слизистой оболочки полости рта в 24 случаях, кожей – в 5 случае, в 7 случаях требовалось восстановить и кожу, и слизистую оболочку, в остальных 21 случаях устранять покровные ткани не было необходимости. В большинстве случаев в дефект попадал участок нижней челюсти с изгибом: подбородочный отдел, угол нижней челюсти или два этих участка одновременно. Таких больных было 45. Дефект нижней челюсти у них сочетался с дефектом слизистой оболочки в 23

Таблица 1. Распределение больных по полу и возрасту

Возраст	Мужчины		Женщины		Всего К-во (%)
	количество	%	количество	%	
До 30 лет	5	8,8	1	1,7	6 (10)
30-41 лет	5	8,8	2	3	7 (12)
41-50 лет	8	14	1	1,7	9 (15)
> 50 лет	30	52	6	10	36 (63)
	48	83,6	9	16,4	57(100)

случаях, дефектом кожи в 6 случаях, дефект кожи сочетался с дефектом слизистой оболочки полости рта в 7 случаях, в остальных 9 случаях устранять покровные ткани не потребовалось.

В послеоперационном периоде были отмечены следующие осложнения (табл.4): нагноение реципиентной раны возникало в 3-х (5%) случаях, донорской раны – 2 (3,5%); гибель трансплантатов частичная – у 3-х пациентов, полная – у 2-х, послеоперационная гематома донорской раны возникла у 2 пациента (3,5%), реципиентной раны – у 2-х (3,5%).

2.2. Общеклинические методы обследования

Обследование пациентов включало исследование их соматического статуса с целью исключения заболеваний, ограничивающих возможность выполнения реконструктивных операций в полном объеме и увеличивающих вероятность разви-

Таблица 2. Этиология дефектов нижней челюсти

Вид патологии	количество пациентов
Злокачественные опухоли	41
Доброкачественные опухоли	7
Огнестрельные ранения	3
Лучевой остеонекроз	5
Атрофия нижней челюсти	1
Всего	57

тия неблагоприятных последствий в послеоперационном периоде.

После тщательного сбора анамнеза пациента выполнялось физикальное исследование. Осмотр и пальпация реципиентной зоны позволяли получить инфор-

Таблица 3. Распределение больных с дефектом нижней челюсти по стадии онкологического заболевания

Стадия заболевания	Количество больных	Процент	
2 ст	3	7%	7%
3 ст	11	27%	93%
4 ст	26	63%	
рецидив	1	3%	
Всего	41	100%	

Таблица 4. Послеоперационные осложнения

Осложнения	количество	Проценты (%)
Малые		
нагноение реципиентной раны	3	5
нагноение донорской раны	2	3,5
гематома реципиентной раны	3	5
гематома донорской раны	2	3,5
Большие		
некроз трансплантата	5	8,5
- частичный	3	5
- полный	2	3,5

мацию о состоянии тканей в зоне будущей реконструктивной операции, наличие рубцов от предыдущих операций. Изучались цвет, текстура, подвижность кожи лица и слизистой оболочки полости рта. Изучалась скорость капиллярной реакции в ответ на давление, тактильная, температурная, болевая и дискриминационная чувствительность, выявлялись признаки нарушения функции лицевого нерва и его ветвей. Проводилась пальпация зон расположения регионарных лимфатических узлов. При физикальном обследовании возможных донорских зон особое внимание уделялось наличию в этих областях рубцов от предыдущих операций, цвету кожи и состоянию подкожной венозной сети, температуре кожи – в поисках признаков нарушения кровообращения в этой области.

При существующем дефекте челюстей, уделяется внимание состоянию мягких тканей в его области, его протяженности, позиции (попадание основных изгибов – угол нижней челюсти, фронтальный отдел и позиция третьих и пятых

зубов, - в зону дефекта), в случае с нижней челюстью – отклонение ее фрагментов от анатомически правильного положения, их подвижность в височно-нижнечелюстном суставе. Больше половины пациентов имели злокачественные опухоли и выполнение реконструктивной операции им планировалась сразу после удаления опухолей. В таких случаях особенно тщательно проводился осмотр и пальпация шеи пациента с целью определения увеличенных лимфатических узлов в результате возможного поражения их метастазами. В целом, у онкологических пациентов физикальное исследование позволяло получить данные для стадирования онкологического процесса и формирования мнения об удалимости опухоли, операбельности пациента и возможных вариантах выполнения реконструктивной операции.

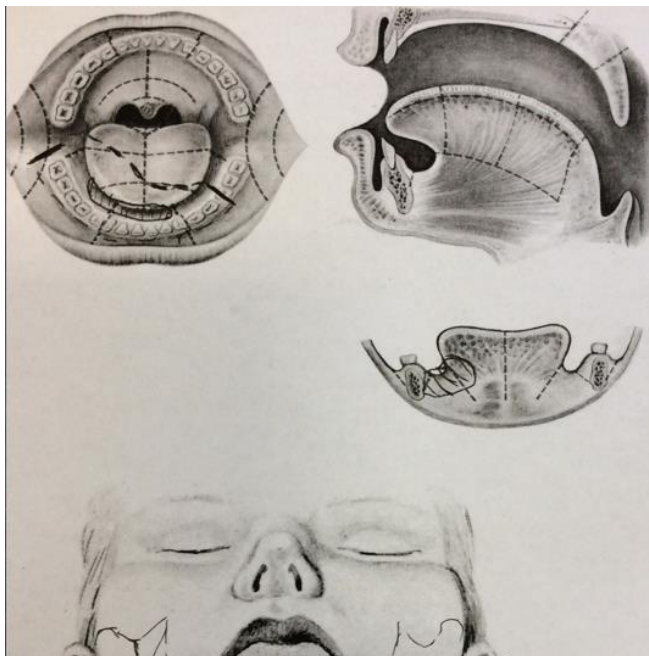


Рис. 1. Документирование данных общеклинического обследования путем составления схемы распространенности патологического процесса в полости рта и на шее, и фотографированная области поражения

Общий анализ крови, биохимический анализ крови, группа крови, анти-эритроцитарные антитела, исследование крови на вирусы гепатитов В и С, ВИЧ, сифилис являются стандартными при подготовке пациента к операции. Полученные данные и предполагаемая кровопотеря в ходе предстоящей операции позволяли заранее подготовить необходимое количество компонентов крови для предстоящей операции. Подобные операции являются длительными (от 8 до 14 часов) поэтому для адекватного анестезиологического пособия обязательным является выполнение рентгенографии органов грудной полости и изучение функции внешнего дыхания.

Обязательным на данном этапе являлось документирование процесса физического обследования: составление схем (рисунок 1) с зарисовкой локализации патологического процесса с четким описанием анатомических ориентиров и размеров опухоли, а также фотографирование не только внешнего вида пациента в фас и профиль с обеих сторон, но и патологического очага с использованием внутриротовых зеркал для более точного отражения патологической картины.

2.3. Специальные методы обследования

В первую очередь всем пациентам была назначена мультиспиральная компьютерная томография. Сканирование проводили всей головы и шеи у онкологических больных и от уровня височно-нижнечелюстного сустава до уровня подъязычной кости во всех остальных случаях. При этом исследовали не только состояние нижней челюсти, но и локализацию, и соотношение с сосудами лимфатических узлов шеи. Исследование проводилось на аппарате Siemens Somatom Sensation 16: скорость работы до 38 срезов/сек; время получения срезов до 0,42 сек. на полный 360 градусный скан; длительность спирали – 100 сек; толщина срезов

до 0,6 мм; пространственное разрешение до 0,17 мм. Контрастное вещество «Ульравист» или «Омнипак» в объеме 100 мл. вводилось со скоростью 3 мл/с. Сканирование начинали спустя 50 сек. после начала введения контрастного вещества. Кроме того, получали изображения в артериальную фазу контрастирования через 18 сек. с использованием значения коллимации 5x4 мм. Непосредственно для построения трехмерных моделей толщина среза при сканировании не превышала 1 мм, поле охвата от 22 до 32 см и стандартным пространственным разрешением 9,3 л/см. Такое строгое ограничение толщины среза связано с тем, что кроме диагностических целей, результаты исследования использовались для создания трехмерных виртуальных моделей и последующего изготовления стереолитографических хирургических моделей и шаблонов. Большой шаг не позволит создавать точные модели. В случае обследования онкологических больных мультиспиральная томография проводилась с внутривенным усилением. Это связано с необходимостью определения границ распространяющейся в мягких тканях опухоли, заинтересованности магистральных сосудов в патологическом процессе. Для построения трехмерных моделей использовали данные, полученные в кортикомедуллярную фазу контрастирования.

В 27 случаях пациентам была выполнена магнитно-резонансная томография. Исследование проводилось на томографе магнитного резонанса Philips Achiva 1,5T: сила поля – 1,5Тл; 32 РЧ-канальный ресивер с 16 кратным ускорением; максимальная амплитуда 66мТл/м; скорость нарастания 180мТл/м/мс; минимальная толщина среза 2D/3D – 0,05мм; скорость выполнения исследования – 1230 срезов в секунду. Я-МРТ во всех случаях позволило получить точную анатомическую картину мягкотканых структур челюстно-лицевой области в каждой из плоскостей сканирования.

Во всех случаях онкологических больных проводилась морфологическая верификация опухоли на предоперационном этапе. При язвенных формах опухоли выполнялись мазки-отпечатки с поверхности новообразования. В 20 случаях в предоперационном периоде была выполнена тонкоигольная аспирационная биопсия новообразований. Биопсия проводилась пациентам с опухолями и подозрени-

ем на метастазы в регионарные лимфатические узлы под контролем УЗИ, когда размер патологического очага не превышал 2 см или располагался глубоко, что не позволяло выполнить гарпунную биопсию. Пункции выполнялись иглами диаметром 19-23 G, длиной от 4 см до 6 см. Полученный материал во всех случаях направлялся на цитологическое исследование. Техника приготовления цитологических препаратов включала в себя изготовление мазков из жидких пунктатов. Мазки высушивались на воздухе, фиксировались и окрашивались по Романовскому-Гимзе или Папаниколау.

Наиболее предпочтительным методом получения материала для морфологической верификации опухоли была гарпунная чрезкожная биопсия с помощью автоматического аппарата для тканевой биопсии. Ее выполнили 31 пациенту. Биопсию проводили специальными градуированными иглами для контроля глубины ее проникновения в ткани пациента. Такой способ позволяет получить материал для гистологического исследования. От полученных столбиков материала выполняли мазки-отпечатки, сами же столбики материала направляли на гистологическое исследование. Результаты цитологического исследования мазков позволяли получить ориентировочный диагноз и скорректировать, в случае необходимости, план обследования пациента. Материал на гистологическое исследование помещали в 10% буферинизированный раствор формалина. На исследование материал направляли не позже двух часов после его получения. При сомнительных результатах гистологического исследования с целью точной установки морфологического диагноза мы прибегали к иммуногистохимическому исследованию (ИГХ).

Одномоментно с этим всем, пациентам проводилось исследование кровотока в тканях донорской и реципиентной зон. Исследование выполняли на сонографе Siemens Sonoline Antares с использованием датчиков VFX13-5 и CX5-2. Использовалась цветовая и энергетическая доплерография со стандартной шкалой диапазона скоростей – от 0 до $\pm 0,5$ м/с, с частотой повторения импульса – от 3,5 до 7 кГц. Для импульсно-волновой (спектральной) доплерографии органного кровотока использовался стандартный диапазон скоростей с частотой повторения импульса от 3,5 до 6,5 кГц и доплеровский фильтр в диапазоне 100-140 кГц.

При проведении импульсно-волновой доплерографии донорской и реципиентной зон определялись такие основные показатели как: диаметр артерий, объемная и линейная скорости кровотока, наличие препятствий кровотоку в виде атеросклеротических бляшек. В тех случаях, когда для устранения дефекта планировалось использование костного трансплантата с включением в его состав кожного лоскута, доплерография позволяла определить расположение перфорантных кожных сосудов. Дизайн кожного лоскута планировали с учетом этих данных.

В ходе исследования кровоснабжения стопы в обязательном порядке выполнялся так называемый модифицированный тест Аллана, когда определялась пульсация передней большеберцовой артерии на своде стопы и артерия пережималась в этом месте. Одновременно изучался кровоток по задней большеберцовой артерии и наоборот. Это связано с тем, что при интактных артериях стопы возможен ретроградный приток крови в основные артериальные стволы голени. Данное обстоятельство может маскировать проблемы с кровотоком в проксимальных отделах большеберцовых артериальных стволов.

В 9 случаях сомнительных результатов импульсно-волновой доплерографии при выборе малоберцового лоскута было выполнено ангиографическое исследование сосудов нижних конечностей по стандартной методике.

Как правило, данных полученных при помощи перечисленных методов обследования было достаточно для установки окончательного диагноза, определении объема операции, предварительного выбора метода устранения дефекта и выбора донорской зоны, а также проведения виртуальной хирургической операции.

На этом этапе, когда донорская зона была определена, выполнялась мультиспиральная компьютерная томография выбранного участка тела. Исследование донорской зоны осуществляли на том же томографе что и реципиентной с теми же заданными параметрами. В 4 случаях томографию реципиентной зоны осуществляли с контрастированием сосудов в режиме ангиографии – как альтернатива традиционной ангиографии. Отдельно следует отметить, что компьютерная ангиография бесполезна для позиционирования перфорантных кожных сосудов при планировании костно-фасциально-кожных реваскуляризированных лоскутов в

связи с недостаточной чувствительностью датчиков современных томографов для обнаружения сосудов такого малого диаметра.

Для мэпирования кожных перфорант в области забора трансплантата используем портативный прибор для доплерографии (рисунок 2). Это компактный прибор, работа с которым не требует дополнительной подготовки. Будучи размещен над кожной перфорантой, датчик улавливает пульсацию сосуда и передает усиленный сигнал на динамик прибора. Использовать его можно не только для разметки операционного поля до операции (рисунок 3), но также и во время операции, для облегчения поиска сосудов.



Рисунок 2. Портативный доплер.



Рисунок 3. Определение перфорантных сосудов перед операцией.

Глава 3. Разработка метода моделирования реконструктивных операций при замещении дефектов нижней челюсти

Впервые в России пластиковая копия фрагмента черепа живого человека (нижняя челюсть десятилетней девочки с диагнозом сосудистая опухоль (гематома) справа) по результатам компьютерной томографии была изготовлена 27 февраля 1999 года. Набор томограмм, пригодный для построения трехмерной компьютерной модели был получен на рентгеновском томографе Somatom CR фирмы SIMENS в детской клинике им. Святого Владимира (г. Москва). Изготовление пластиковой модели проводилось на установке лазерной стереолитографии ЛС-250/Э.

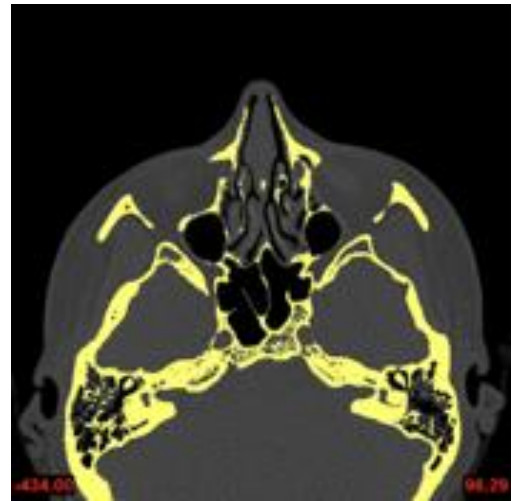
В настоящее время функционирует схема оперативного изготовления пластиковых биомodelей, которая включает: сканирование пациента на компьютерном томографе в специализированной клинике; получение аксиальных срезов в формате Dicom; предварительную обработку томограмм с целью выделения области интереса; упаковку томограмм и их передачу по электронным сетям в Институте информационных и лазерных технологий Российской академии наук (ИПЛИТ РАН); построение по полученным томограммам трехмерной модели и преобразование ее в STL формат; изготовление пластиковой биомodelи на разработанных и изготовленных в ИПЛИТ РАН установках лазерной стереолитографии ЛС-120 или ЛС-250.

Пластиковые модели обычно используются при подготовке и планировании оперативного вмешательства в черепно–челюстно–лицевой хирургии, хирургии

шеи и позвоночника, торакальной хирургии, ортопедии и нейрохирургии, а также для оперативного изготовления имплантатов из различных материалов. Наиболее часто биомодели используются для устранения посттравматических и врожденных дефектов в челюстно-лицевой хирургии. В этой области важную роль играет косметический результат оперативного вмешательства.

Для изготовления трехмерной виртуальной модели черепа пациента была проведена компьютерная томография по описанной выше методике. Полученные при компьютерной томографии данные в виде набора аксиальных срезов с шагом сканирования 0,45 мм в формате dicom отправляли на сервер Института проблем лазерных и информационных технологий РАН (г. Шатура). В лаборатории ИПЛИТ для обработки томограмм и построения трехмерного объекта использовалась компьютерная программа Mimics (Materialise, Бельгия).

Прежде всего требовалось подготовить трехмерные виртуальные модели черепа и костей донорской зоны для выполнения виртуальной хирургической операции. При обработке данных машина выдала набор картинок срезов с множе-



ством различного рода шумов. Шум и пространственная однородность – различные КТ-числа для ткани с однородной плотностью, вызванные недостатками прохождения фотонов через ткань. В зависимости от источника возникновения, шум разделяют на квантовый (результат ограничения фотонов, достигающих датчиков), электронный (вызванный электрическим взаимодействием в самой системе), вычислительный (приближения, используемые в процессе измерения) и лучевой

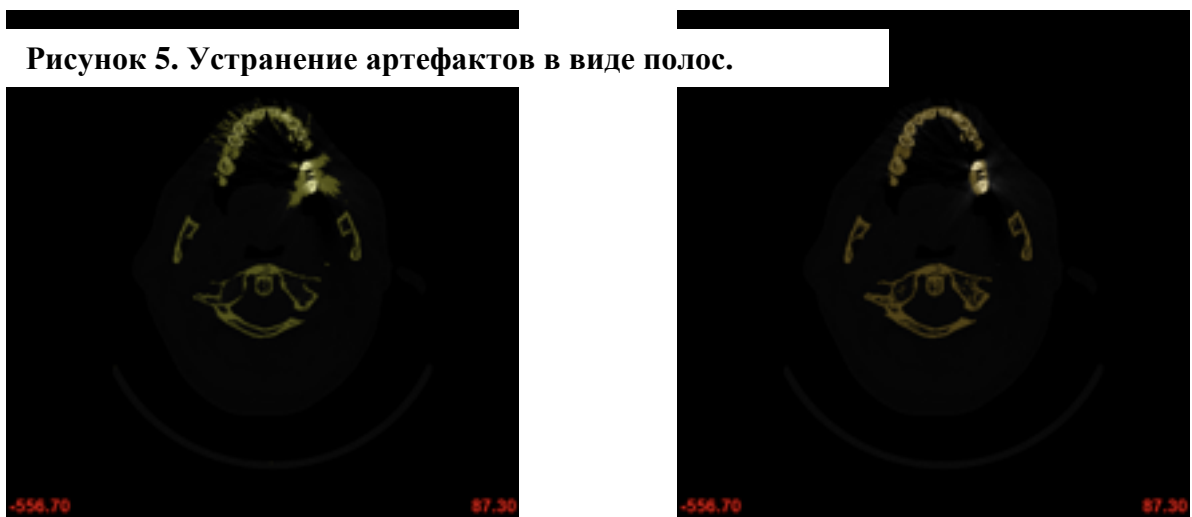
(вызванный рассеиванием излучения). Для устранения основной массы шума была использована функция Region Growing (рис. 4).

Кроме шумов имеются и артефакты. Артефактами изображений в компьютерной томографии называют любое несоответствие между КТ-числами реконструированного изображения и истинными коэффициентами ослабления объекта. Технология реконструкции изображения такова, что измерения на всех детекторах суммируются, поэтому на изображениях проявляются любые ошибки измерений. Ошибки реконструкции могут быть вызваны как недостатком данных, так и наличием различных шумов. Артефакты могут проявляться в виде полос (ошибка в отдельном измерении), затемнений (постепенное отклонение группы каналов),

Рис. 4. Использование функции Region Growing.

колец (ошибки калибровки отдельного детектора), искажений (спиральная реконструкция).

В нашем случае во рту пациента присутствуют объекты с высокой плотностью, например, сделанные из металла коронки зубов, что вызывает на изображении появление артефактов в виде полос (рисунок 5). Это вызвано тем, что плот-



ность металла выходит за предел нормального диапазона значений, который томограф может отобразить, давая неполные профили ослабления.

Для устранения артефактов, вызванных пациентом, необходимо было редактировать каждый срез отдельно, удаляя только ненужные полосы-блики. Еще одним критерием качества изображения является контрастное разрешение изображения – способность сканера показывать малые изменения контрастности тка-

ней больших объектов. Для данного набора томограмм этот параметр важен при построении тонких костных и хрящевых стенок (рис. 6). На рисунке показаны модели, построенные по исходным данным (слева) и по прорисованным срезам с последующим сглаживанием (справа).

Чтобы нижняя челюсть могла двигаться, необходимо отделить ее от общей

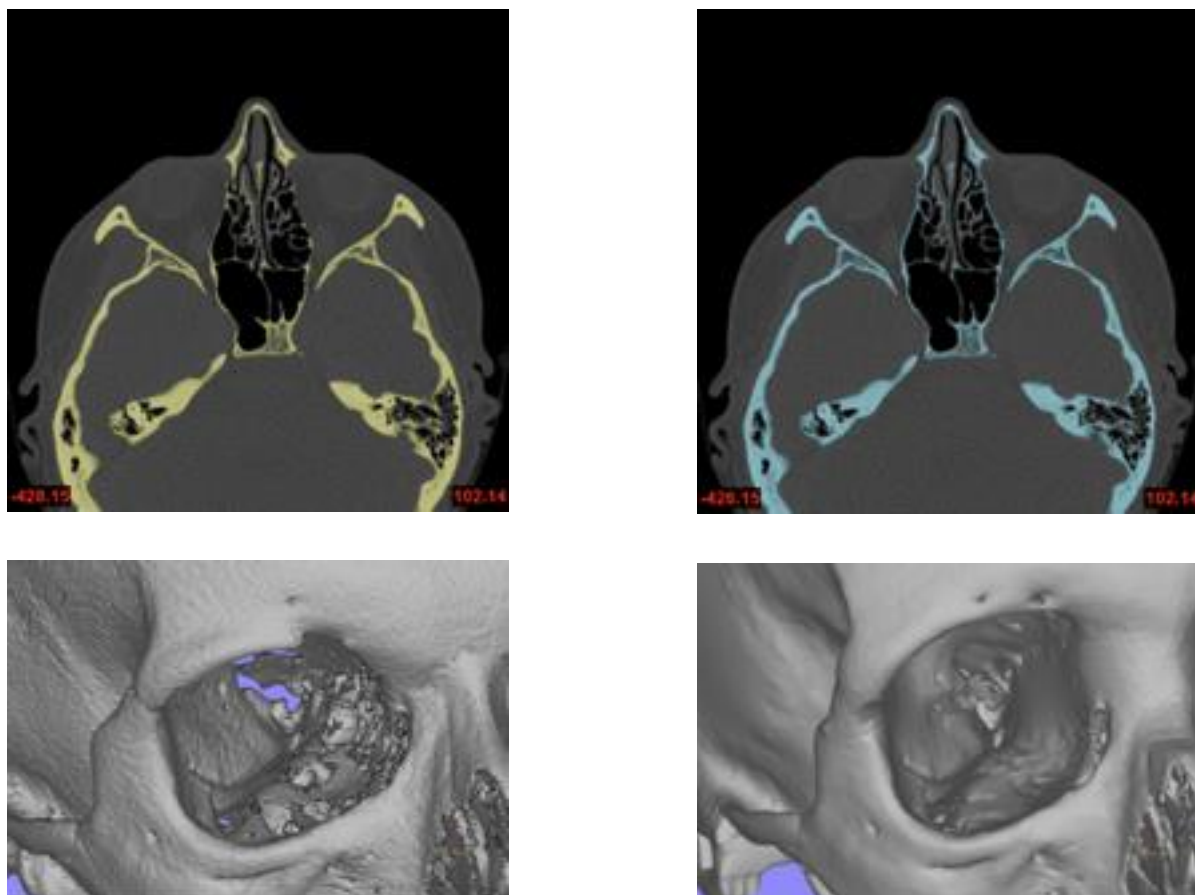


Рисунок 6. Построение тонких костных стенок.

модели. Для этого необходимо удалить область маски на всех срезах КТ, где нижняя и верхняя челюсть пересекаются между собой. Создаем копию отредактированных томограмм без шумов и артефактов и на сагиттальных срезах отделя-

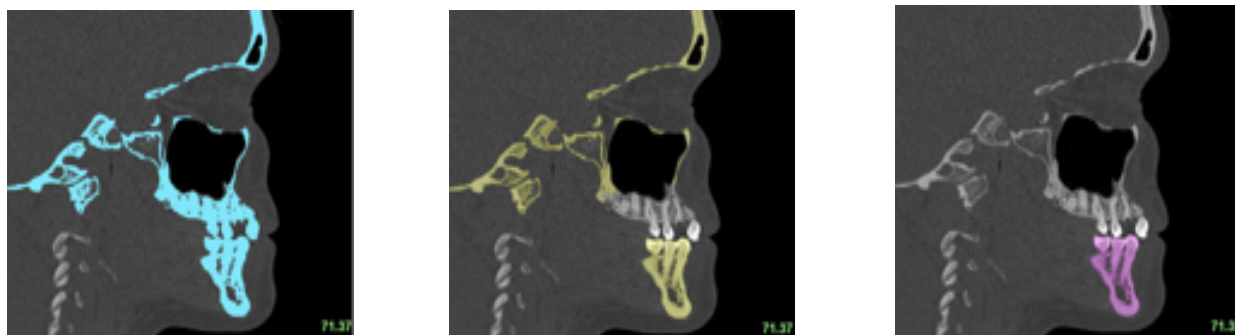


Рисунок 7. Удаление маски в местах соприкосновения верхней и нижней че-

ем нижнюю челюсть, стирая верхние зубы (рис. 7).

После чего из созданной копии общей модели вычитаем отделенную нижнюю челюсть. При этом отметим, что маска – выделенная цветными пикселями область ткани, плотность которой определена предельными верхним и нижним пороговыми значениями. В данном случае плотность маски задана в пределах, соответствующих плотности костной ткани. Рисунки 8 и 9 иллюстрируют этот про-

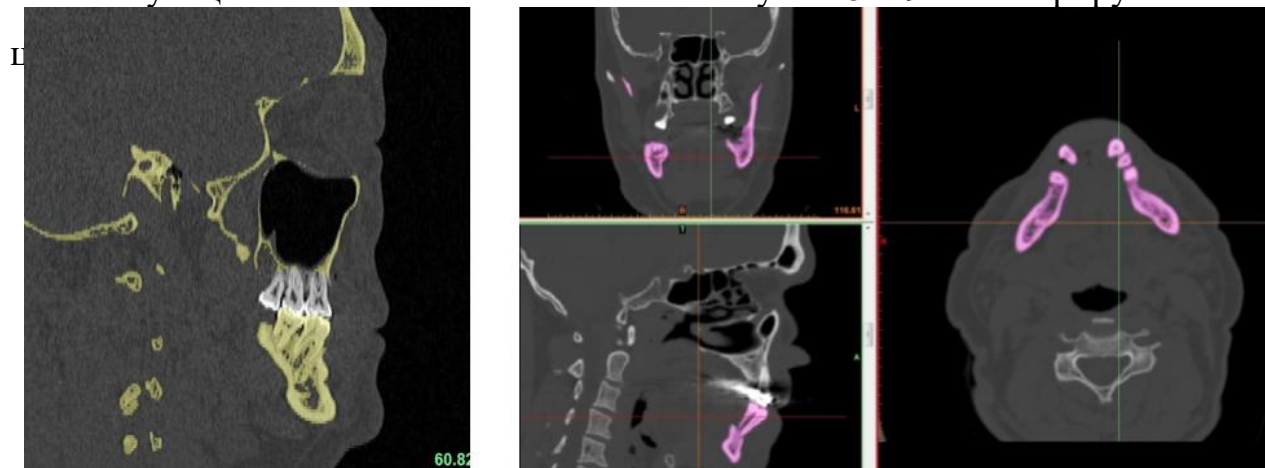


Рисунок 8. Отделение нижней челюсти от верхней челюсти.



Рисунок 9. Виртуальная схема разделения челюстей.

Набор срезов в виде двумерных файлов преобразовывался в трехмерную модель формата STL. Дальнейшее виртуальное планирование операции проводилось в программе Magics (Materialise, Бельгия).

После создания виртуального скелета, определяли границу дефекта и плоскость резекции.

С этого момента непосредственное участие в планировании операции принимал оперирующий хирург. Как правило, инженер-программист не имеет медицинского образования. Его знания анатомии человека минимальны.

По этой причине, ему сложно понять весь замысел операции и осуществить ее виртуальное планирование без непосредственного участия хирурга. Современные CAD\CAM программы весьма дороги. Кроме этого, работа на таком программном обеспечении требует подготовки и времени. Поэтому обладание необходимым программным обеспечением и наличие специалиста с соответствующей подготовкой в клинике практически не выполнимо. Взаимодействие осуществлялось через видеоконференцию посредством программы TeamViewer. Инициировали сессию видеоконференции с компьютера ИПЛИТ, на котором выполнялась предварительная подготовка трехмерных моделей. На экране своего компьютера, хирург имел возможность наблюдать экран компьютера в ИПЛИТ, общаться с инженером-программистом посредством встроенной в программу TeamViewer голосовой связи, а в случае необходимости, принимать управление курсором удаленного компьютера с целью управления процессом планирования непосредственно удаления шумов.

Как правило, операции по удалению опухолей и одномоментному устранению образовавшегося дефекта выполняются двумя бригадами: бригада хирургов-онкологов и пластических хирургов. В связи с этим, в виртуальном планировании в обязательном порядке принимали участие оба хирурга (рисунок 10). После согласования уровней резекции с хирургом-онкологом, наступала очередь пластического хирурга.

В связи с этим, в виртуальном планировании в обязательном порядке принимали участие оба хирурга (рисунок 10). После согласования уровней резекции с хирургом-онкологом, наступала очередь пластического хирурга.

Для восстановления резецированного участка нижней челюсти использовали малоберцовую кость, когда в дефект попадали изгибы нижней челюсти и для восстановления ее контура требовалось выполнения остеотомии трансплантата.

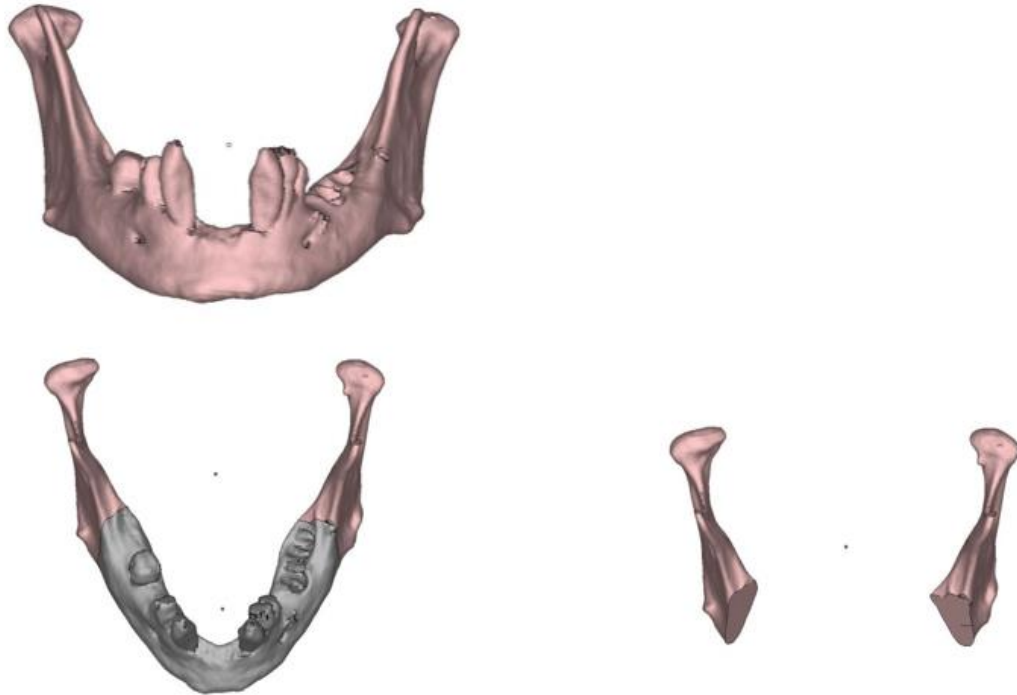


Рисунок 10. Виртуальное планирование уровня и плоскостей резекции челюсти.

Первым этапом был выбор левой или правой малоберцовой кости. Принятие данного решения основывалось на следующих факторах: отсутствие патологии сосудов голени, необходимость включения в состав трансплантата кожного лоскута, близость к реципиентным сосудам, способным обеспечить адекватное кровоснабжение трансплантата, при сформированном и помещенном в дефект трансплантате его сосудистая ножка и, в случае кожного лоскута, задняя межмышечная перегородка с кожными перфорантами, должны находиться в стороне от зоны наложения фиксирующих пластин. Для облегчения пространственной ориентации у хирурга имелись стереолитографические модели малоберцовых костей (рис. 11) с отмеченным на них ходом малоберцовых сосудов и кожных перфорант.

Нет никакой необходимости печатать такие модели для каждого пациента. Достаточно сделать это один раз, так как основное их предназначение ориентация в отношении расположения сосудов, индивидуальная форма для этого не имеет принципиального значения.

Следующим шагом было определение уровня дистальной остеотомии малоберцовой кости (рис. 12).



Рисунок 11. Стереолитографические модели правой (А) и левой (Б) малоберцовой кости: красным отмечено положение малоберцовой артерии, синей штриховкой - положение задней межмышечной перегородки и перфорантных сосудов.

Как правило, одновременно с этим помечали один из гребней малоберцовой

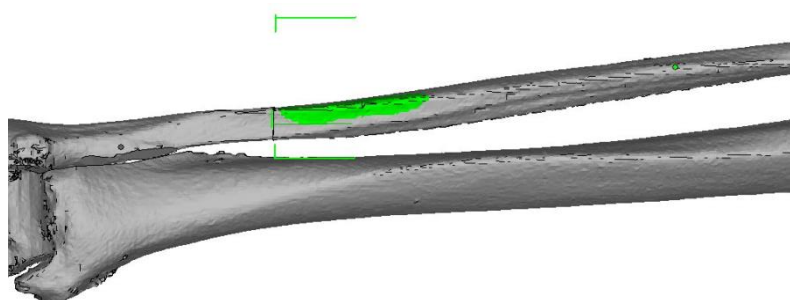


Рисунок 12. Определение уровня дистальной остеотомии малоберцовой кости. Зеленым цветом отмечен задний край

кости для сохранения ориентиров после выполнения остеотомии и отделения малоберцовой кости от большеберцовой. Далее, малоберцовая кость помещалась в дефект согласно задуманному пластическим хирургом плану операции. В ходе формирования трансплантата пластическим хирургом уделялось особое внимание следующим этапам. В области стыка трансплантата с фрагментом нижней челюсти их наружные поверхности должны обеспечивать соприкосновение с реконструктивной пластиной без образования ступеней. Восстановление нижнего контура нижней челюсти не является самоцелью. Положение трансплантата, прежде

всего, должно обеспечивать оптимальные условия для последующей ортопедической реабилитации пациента. Данное обстоятельство требовало участия в процессе планирования стоматолога-ортопеда, который в последующем и выполнял протезирование пациента. При наличии у пациента своих зубов на фрагменте нижней челюсти подлежавшему резекции, положение трансплантата определялось по имеющимся зубам (рис. 13). В случае беззубой нижней челюсти или отсутствия зубов на резецируемом участке, трансплантат ориентировали по зубам верхней челюсти, устанавливая в него виртуальные дентальные имплантаты. Особое место

занимают те случаи, когда зубы отсутствовали на обеих челюстях, либо дефект нижней челюсти уже имелся и ее фрагменты были смещены. В таких случаях требовалось восстановить правильное их положение, а ориентиром для этого служила виртуальная нижняя челюсть, взятая у другого пациента, но измененная в соответствие с цефалометрическими данными черепа пациента. Как правило, для такого виртуального планирования нами приглашался стоматолог-ортопед. Иногда требовалось получение физической модели верхней челюсти и нижней челюсти с трансплантатом для определения условий для последующей ортопедической

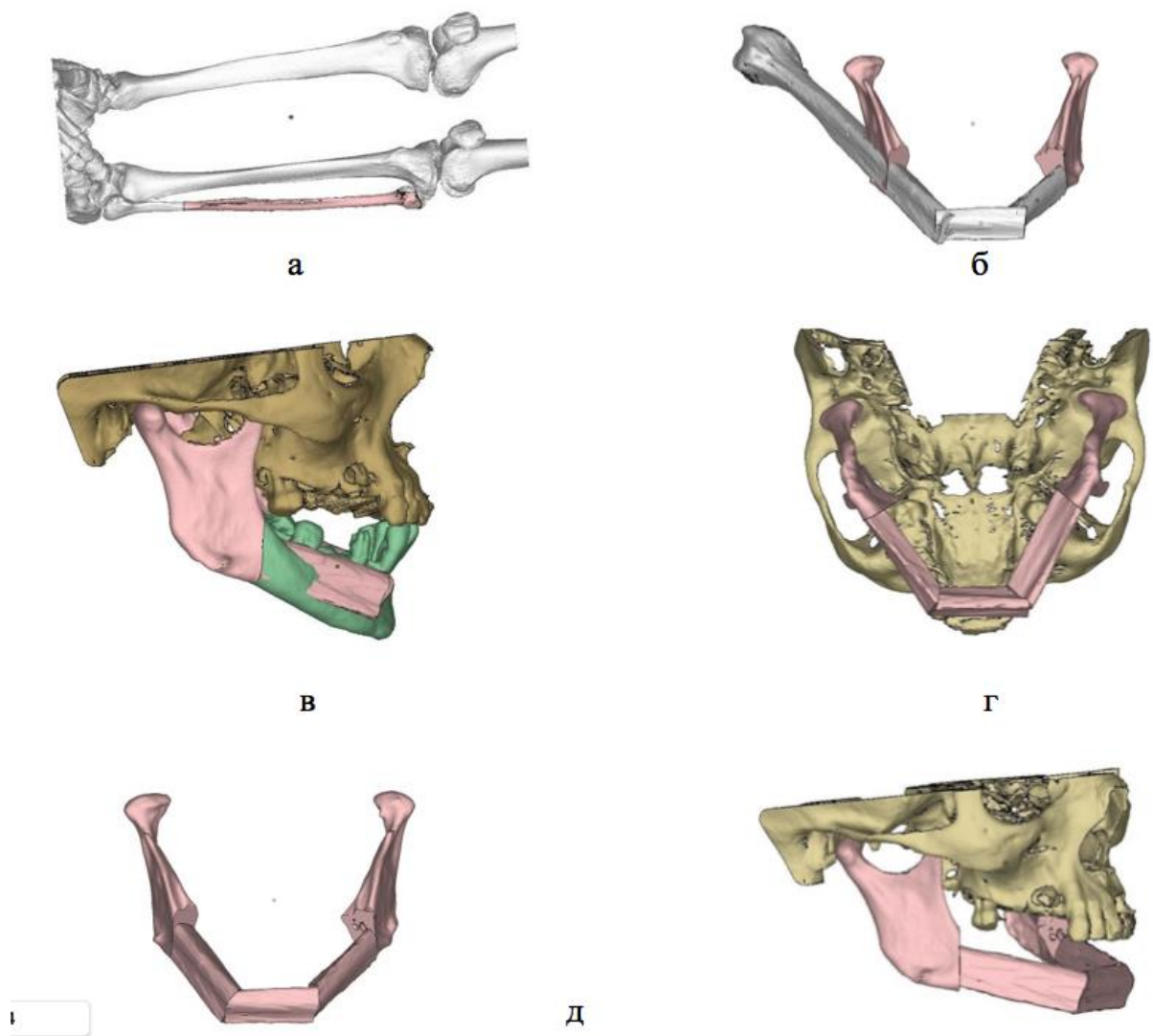


Рисунок 13. Этапы виртуального планирования реконструктивной операции на нижней челюсти: (а) выбор малоберцовой кости; (б) изгибание малоберцовой кости; (в) контроль положения трансплантата по отношению к зубам резецированного фрагмента и (г) зубам верхней челюсти; (д) конечный результат планирования.

реабилитации. Далее, либо осуществлялась коррекция виртуальной модели, либо план одобрялся. Кости стыковали между собой так, чтобы соответствие геометрии формы трансплантата и резецированного участка было максимально.

Трансляция результатов виртуального хирургического планирования в операцию требует специальных инструментов. Для получения точного соответствия углов и длин частей трансплантата проектировали хирургические шаблоны–накладки с направляющими плоскостями, и резецируемую челюсть (рис. 14). Эти шаблоны проектировались таким образом, чтобы их внутренняя поверхность

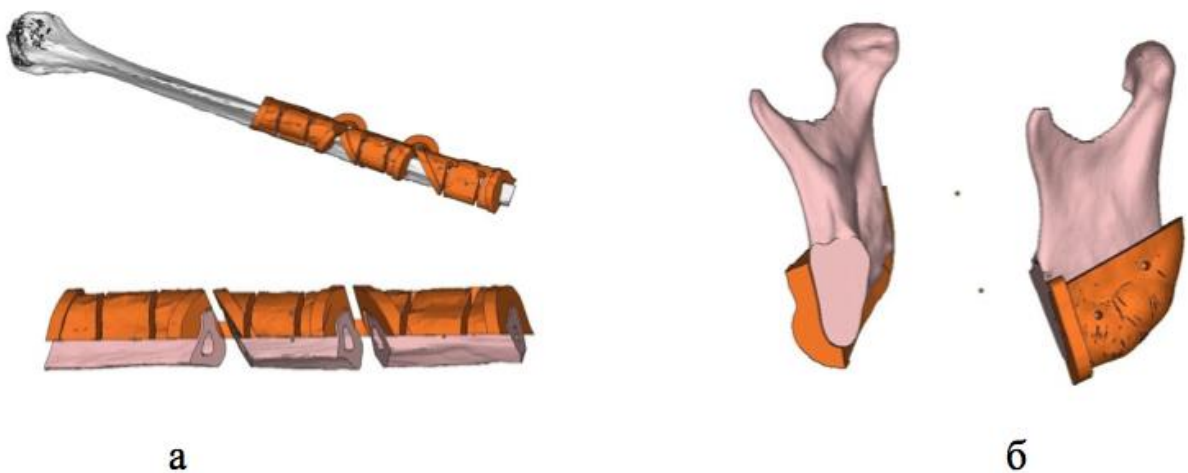


Рисунок 14. Шаблон-накладка: на малоберцовую кость (а) и на нижнюю челюсть (б).
точно соответствовала наружной поверхности участков, на которые они накладывались. Особенностью шаблона для остеотомии малоберцовой кости является полтора миллиметровый зазор для мышечной манжеты (рис. 15).

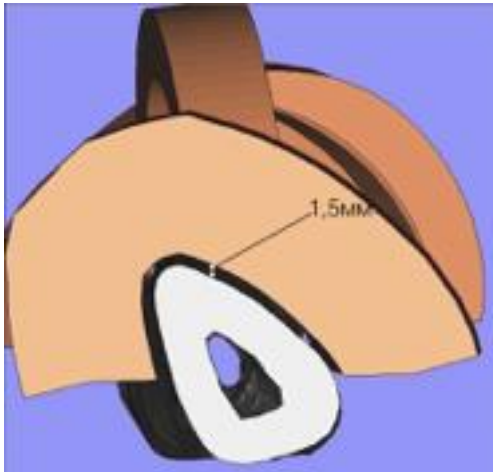


Рисунок 15. Проектирование шаблона для остеотомии малоберцового трансплантата. Предусмотрен зазор для мышечной манжеты.

Внутренняя поверхность шаблонов для резекции нижней челюсти была абсолютно конгруэнтна с наружной поверхностью ее сохраняемых фрагментов. Геометрическая форма внутренней поверхности накладок полностью соответствовала индивидуальной поверхности кости конкретного пациента, что минимизировало возможность неправильного положения самого шаблона (рисунок 16(а)).

Для правильного позиционирования шаблонов на челюсти пациента целесообразно включать в проект естественные изгибы челюсти, такие как угол и симфиз нижней челюсти (рисунок 16(в)).

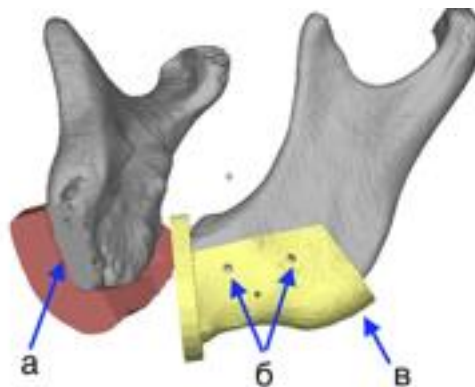


Рисунок 16. Хирургические шаблоны для резекции нижней челюсти: а - конгруэнтность внутренней поверхности шаблона наружной поверхности кости; б - отверстия для фиксации шаблона к нижней челюсти; включение изгиба нижней челюсти для точного позиционирования шаблона.

В каждом хирургическом шаблоне для резекции нижней челюсти (рис. 16(б)) и в каждом фрагменте шаблона для остеотомии малоберцовой кости должно быть предусмотрено как минимум одно отверстие для его фиксации к кости. В нашем случае фиксация осуществлялась винтами диаметром 2 мм, соответственно диаметр отверстий для фиксации был 2,2 мм. Фиксирующий винт должен свободно проходить через отверстие для обеспечения «якорной» функции, т.е. притягивания шаблона к кости. В случае с малоберцовой костью, в шаблоне для ее остеотомии может быть предусмотрена позиционер-накладка на наружную поверхность мыщелка малоберцовой кости (рисунок 17). Такой позиционер позволяет разместить шаблон на кости еще с большей точностью. Здесь следует упомянуть, что после фиксации шаблона к поверхности малоберцовой кости данный позиционер

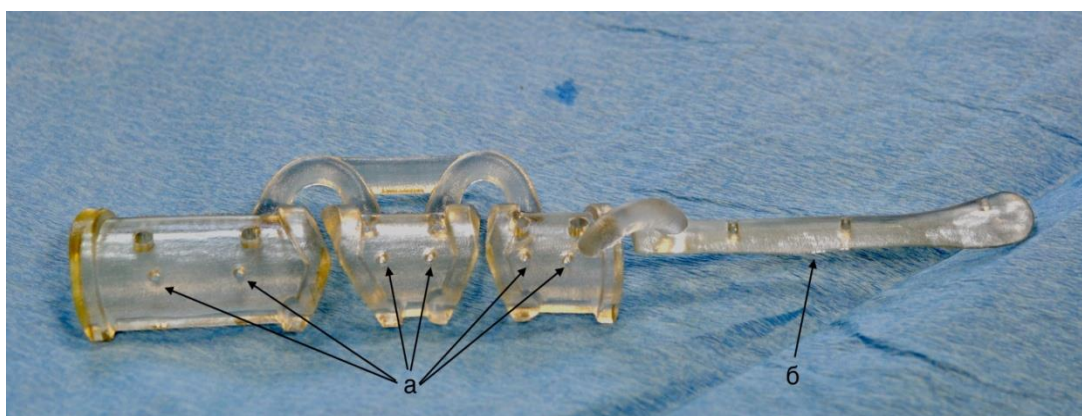
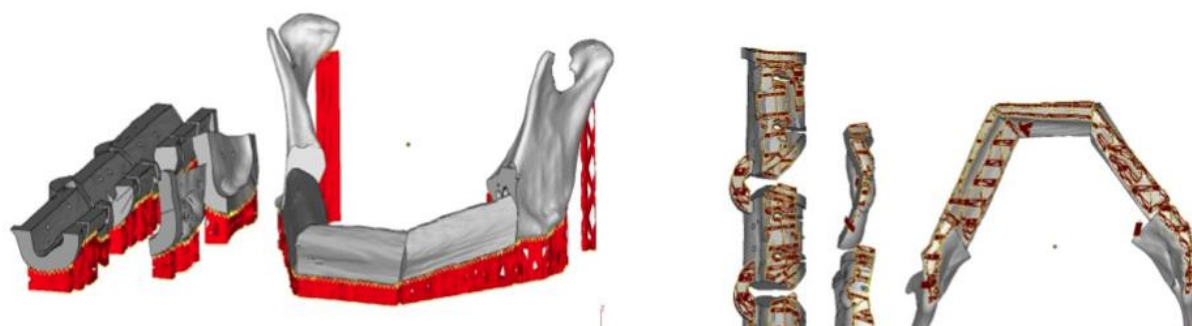


Рисунок 17. Хирургический шаблон для остеотомии малоберцового трансплантата: а - отверстия для фиксации шаблона к поверхности малоберцовой кости; б - позиционер на наружный мыщелок малоберцовой кости.

может быть отделен от шаблона, для облегчения процесса остеотомии.

После окончательного утверждения результата виртуального планирования строили опорные элементы в виде сетчатых элементов под каждую из моделей (рис. 18). Они фиксировали деталь на платформе стереолитографа, поддерживали и обеспечивали ее структурную целостность в процессе послойного изготовления создаваемых объектов на платформе стереолитографа.



Так как послойно выращиваемая модель находится в жидкости, ее необходимо было жестко зафиксировать на платформе, чтобы избежать смещений и даже отрыва от платформы в результате действия гидродинамических сил, которые появляются при движении платформы или смещения центра масс выращиваемого объекта. К тому же в процессе изготовления подпорки удерживают несвязанные области сечения, которые не имеют общих точек с предыдущим слоем. Следует отметить, что большая площадь контакта детали с платформой затрудняла бы ее отделение от платформы. При толщине же стенки подпорки порядка 0,2-0,3 мм. изъятие выращенной конструкции из рабочего поля стереолитографа не представляет сложности.

С помощью модуля построения сечений STL файл компьютерной модели и соответствующий ей STL файл подпорок разбивался на тонкие слои, толщина которых выбиралась оператором (от 50 до 150 мкм.). Внутренние области сечения модели заполняли штриховкой, параметры которой задавали для разных областей сечения и могли быть разными. Сечения подпорок содержали только отрезки, ломаные и замкнутые линии. Для каждого значения шага сечения существовали конфигурационные файлы, которые обеспечивали качественное изготовление пластиковой копии компьютерной модели. В результате работы модуля построения сечений создавались файлы в формате CLI для модели (например, part.cli) и подпорок (part_s.cli). Именно на основе CLI файлов и происходил расчет траектории лазерного луча по поверхности фотополимера в стереолитографе.

Опорные элементы обеспечивали поддержку и устойчивость создаваемых объектов на платформе стереолитографа. Толщина стенки такой подпорки поряд-

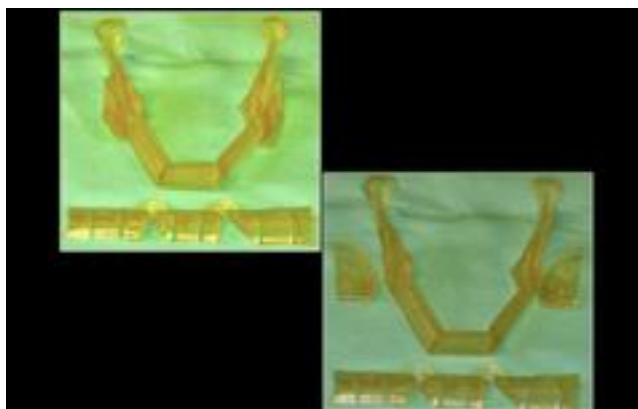


Рис. 19. Модель нижней челюсти с трансплантатом в дефекте, шаблоны для резекции нижней челюсти, шаблон для поднадкостничной остеотомии малоберцовой кости.

ка 0,2-0,3 мм. По окончании изготовления модели, их механически удаляли и смывали остатки полимера.

Изготовление комплекта моделей производилось методом послойного синтеза на стереолитографе ЛС-400 или ЛС-250 из фотополимеризующейся композиции ИПЛИТ-3. Средняя производительность такой установки 500 см³ в сутки, что позволяет в короткий промежуток времени изготовить индивидуальные комплекты моделей для нескольких пациентов одновременно. Для выполнения резекции нижней челюсти с одномоментным устранением дефекта требуется набор моделей и шаблонов, изображённый на рисунке 19.

Модели доставлялись в клинику курьерской службой в течение одного-двух дней. До стерилизации, модель нижней челюсти с трансплантатом в дефекте использовали для изгибания реконструктивных пластин. Их количество зависит от условий операции и планов пластического хирурга. Как правило, это либо одна пластина от одного фрагмента нижней челюсти до другого с захватом всех фрагментов трансплантата, либо по количеству остеотомий плюс два на каждый участок стыка трансплантата с фрагментом нижней челюсти.

Следующим шагом было создание шаблонов для точного позиционирования реконструктивных пластин на фрагментах трансплантата и нижней челюсти (рис. 20).

Для этого процесс планирования был увеличен на один шаг. После печати стереолитографической модели нижней челюсти с трансплантатом в дефекте, ее использовали для изгибания реконструктивных пластин. В настоящее время мы предпочитаем использовать не одну, а несколько реконструктивных пластин. Это облегчает их удаление при проведении этапа установки дентальных имплантатов и вестибулопластики, если таковая показана. Как правило вестибулопластика бы-

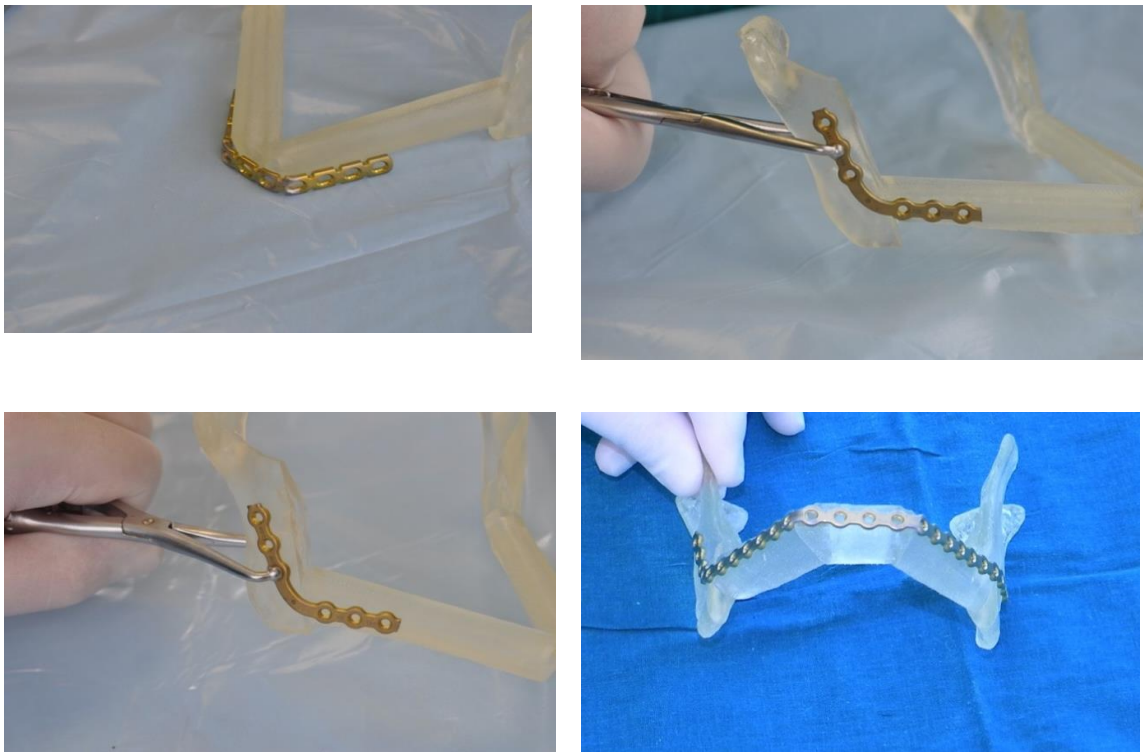


Рисунок 20. Изгибание реконструктивных пластин по модели перед опера-

вадет необходима при использовании костного трансплантата с включением в его состав кожного островка.

Для фиксации фрагментов трансплантата между собой и к нижней челюсти, на наш взгляд, оптимальным является использование реконструктивных пластин толщиной не менее 2 мм. с блокируемыми винтами (рис. 21). Использование таких пластин не требует их плотного прилегания к кости. В условиях, когда жизнеспособность кости поддерживается сосудами, проходящими в толще мышечной манжеты, окружающей кость, такая особенность обеспечивает оптимальную микроциркуляцию в тканях трансплантата. Для фиксации трансплантата в дефекте достаточно двух-трех фиксирующих винтов.

Изогнутые пластины мы фиксируем к модели, по которой их изгибали, в позициях, где контур пластины максимально повторяет контур фрагментов трансплантата и нижней челюсти. Для фиксации достаточно двух винтов на каждую пластину, расположенных в крайних позициях. После фиксации пластин через их отверстия мы выполняем сверление модели и при помощи глубиномера измеряем глубину полученных каналов. Этот шаг позволяет определить длину фиксирующих винтов в каждом положении отверстия пластины. Длина фиксирующих винтов также может быть определена на трехмерной компьютерной модели путем проведения среза через отверстие в реконструктивной пластине в соответствии с ориентацией виртуального фиксирующего винта. Теперь может быть создан протокол с указанием длин винтов в каждом положении.

После этого модель с фиксированными к ней пластинами мы сканировали в компьютерном томографе, либо трехмерном сканере высокого разрешения. Полученные при этом данные использовались для повторного создания трехмерной модели, но в этот раз с реконструктивными пластинами, фиксированными к ней. Ориентируясь на отверстия в реконструктивных пластинах могут быть установлены модели фиксирующих винтов. При размещении винтов учитывается не только положение отверстий в пластине, но также ее плоскость. Связано это с тем, что сверление и установка фиксирующих блокируемых винтов должно осуществляться строго перпендикулярно пластине. После завершения позициониро-

вания виртуальных винтов, их положение проецируется на модели хирургических шаблонов для резекции нижней челюсти и остеотомии трансплантата. В этих местах в шаблонах планируем отверстия диаметром 4,2 мм. Это связано с тем, что для направления сверла в правильном направлении мы используем металлический проводник с наружным диаметром 4,0 мм из имеющегося в нашем распоряжении трансбукального набора. По завершении этого этапа выполняем печать только хирургических шаблонов.

Шаблоны в клинику доставляет курьер или курьерская служба. После получения, хирургические шаблоны вместе с моделью нижней челюсти, а также реконструктивными пластинами отправляем на стерилизацию. Наиболее предпочтительной является газовая стерилизация. В случае отсутствия таковой может быть применено автоклавирование при температуре 121 градус по Цельсию (рис. 22).

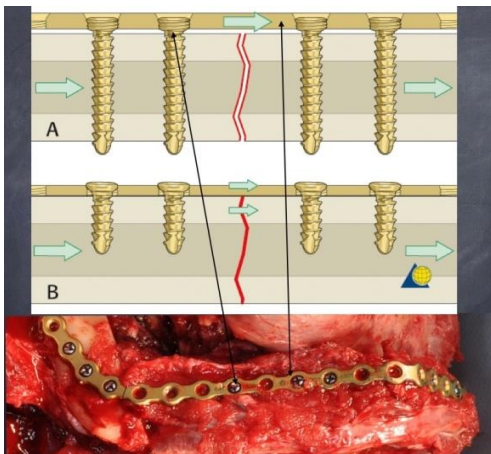


Рисунок 21. Реконструктивная пластина с блокируемыми винтами (А) - нагрузка распространяется на пластину в сравнении с обыкновенной пластиной (В) -



Рисунок 22. Стерилизация стереолитографических моделей и шаблонов в автоклаве.

Глава 4. Результаты применения разработанного метода при устранении дефектов нижней челюсти

В период с 2007 по 2015 годы в Центре челюстно-лицевой хирургии и стоматологии ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н.Бурденко» находились на лечении 57 больных с дефектами нижней челюсти различной этиологии. У большинства больных дефект нижней челюсти сформировался в результате удаления опухолей – 48 (84%); в трех случаях (5%) дефект нижней челюсти сформировался в результате огнестрельного ранения, в 5 случаях (9%) резекция нижней челюсти была выполнена по поводу лучевого остеонекроза

и в одном случае (2%) выраженная атрофия нижней челюсти с патологическим переломом после неоднократных попыток выполнить остеосинтез в других учреждениях послужила поводом к резекции остаточной кости нижней челюсти и выполнению ее реконструкции.

Среди больных со злокачественными заболеваниями челюстно-лицевой области преобладали местно-распространенные опухоли.

В 45 случаях в область дефекта попадал участок нижней челюсти сизгибом: подбородочный отдел, угол нижней челюсти или два этих участка одновременно. Дефект нижней челюсти у них сочетался с дефектом слизистой оболочки в 23 случаях, дефектом кожи в 6 случаях, с одномоментным сочетанием дефекта кожи и слизистой оболочки полости рта в 7 случаях, в остальных 9 случаях устранять покровные ткани не потребовалось.

Следующий клинический случай может быть примером применения разработанного метода устранения дефекта нижней челюсти.

Клинический пример №1.

В октябре 2014г. в отделение челюстно-лицевой хирургии Центральноречностно-лицевой хирургии и стоматологии ФГКУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» обратился пациент Б., 55 лет с жалобами на наличие язвы во фронтальном отделе альвеолярного отростка нижней челюсти. С его слов в феврале 2014 г. появилась опухоль в области уздечки языка. За медицинской помощью обратился к стоматологу поликлиники в г. Сочи только в июле 2014 г. Был направлен на стационарное лечение в ГБ №1 г. Сочи, где при биопсии опухоли диагностирован плоскоклеточный рак дна полости рта. Было рекомендовано лечение у челюстно-лицевого хирурга. Госпитализирован в ФГКУ «ГВКГ им.Н.Н.Бурденко», где при пересмотре готового микропрепарата и парафиновых блоков подтвержден диагноз рака слизистой оболочки дна полости рта.

Клинически в поднижнечелюстных областях справа и слева пальпировались одиночные безболезненные лимфоузлы размерами до 1,5 см, мягкие, подвижные. Движения в височно-нижнечелюстных суставах были свободными, безболезненными. Резцы нижней челюсти отсутствовали (зубы 4.1, 4.2, 3.1, 3.2), в их проек-

ции определялась опухоль с изъязвленной бугристой поверхностью. Опухоль распространялась на внутреннюю кортикальную пластинку нижней челюсти в проекции от 4.4 до 3.6 зубов и кзади - до уздечки языка. Кожа подбородочной области была инфильтрирована, подвижность ее ограничена (рис. 23).

Всю подъязычную область занимала бугристая опухоль, распространявшаяся кпереди на преддверие, инфильтрировала переходную складку от уровня 4.3 до 3.3 зубов (рис. 24).



Рисунок 23. Вид больного при поступлении



Рисунок 24. Вид опухоли в полости рта.

По данным компьютерной томографии лицевого скелета от 15.09.2014г. – образование дна ротовой полости – опухоль с вероятной деструкцией альвеолярного отростка нижней челюсти и лимфаденопатией шеи метастатического генеза (рис. 25).

При проведенном обследовании данных за наличие регионарных и отдаленных метастазов опухоли не выявлено. Таким образом, больному был установлен клинический диагноз: Плоскоклеточный ороговевающий рак дна полости рта T4aN0M0.

Осложнения основного заболевания: нет

Сопутствующие заболевания: Сахарный диабет 2 типа, средней тяжести. Гипертоническая болезнь 2 ст.

Было принято решение о проведении комбинированного лечения, на первом этапе которого больному проведен курс предоперационной дистанционной гамма-

терапии на опухоль полости рта и пути лимфооттока шеи с обеих сторон, РОД – 2 Гр, СОД – 40 Гр. На втором этапе – хирургическое лечение: удаление опухоли в объеме селективная лимфаденэктомия шеи с обеих сторон, резекция нижней челюсти, дна полости рта, кожи подборочной области с одномоментным устранением дефекта малоберцовым костно-фасциально-кожным и лучевым кожно-фасциальным трансплантатами. Таким образом, в результате удаления опухоли планировалось образование дефекта нижней челюсти Вm-Ssm-Bm.

В плане подготовки пациента к операции были выполнены общеклинический и биохимический анализы крови.

Клинические анализы

Общий анализ крови

Дата	лейкоц	эритр.	Нв	П/Я	С/Я	лимфоц	моноц.
23.10.14г.	5,27	5,21	149г/л	-%	58%	26%	9%

Общий анализ мочи

Дата	удель- ный вес	реакция (рН)	белок	глюкоза	лейкоци- ты	эритро- циты	эпителий
23.10.14г.	1,021	6,2	не об- нар.	не обнов	1-3 в п/зр	0-3 а п/зр	0-2 в п/зр

Биохимический анализ крови

Дата	глюкоза	АЛТ	АСТ	общий белок	общий би- лирубин	мочевая кислота	креатинин
23.10.14г.	5,6 ммоль/л	25 ед\л	22 ед\л	72 г\л	11,2 мкмоль\л	342 мкмоль\л	83 мкмоль\л

В период проведения лучевой терапии (четыре недели) было выполнено обследование и планирование предстоящей операции. Прежде всего, было выполнено УЗИ сосудов голени и ветвей наружной сонной артерии с обеих сторон с целью исключения их патологии, определения их диаметра и показателей кровотока. Патологии сосудов выявлено не было. В качестве реципиентных выбраны лицевая артерия и общая яремная вена справа для малоберцового трансплантата и

лицевые артерия и вена слева для лучевого трансплантата. Диаметр левой малоберцовой артерии 2,8 мм, диаметр левой лучевой артерии 2,0 мм. Диаметр возможных реципиентных сосудов 3,4 мм слева и 3,3 мм справа. Объемная скорость кровотока по левой малоберцовой артерии 19 мл/мин, ЛСК МБА 38,5 см/с, лучевой слева – 70.2 см/с. ЛСК лицевой артерии слева 81 см/с и 84 см/с – справа.

Кроме этого выполнена МСКТ черепа и голеней с шагом 1 мм. Данные МСКТ голеней и черепа больного отправлены на сервер Института проблем лазерных и информационных технологий РАН (г.Шатура) для обработки и подготовки к планированию.

Необходимость использования кожно-фасциального островка в составе малоберцового трансплантата требовала сохранения наружной фасциальной перегородки с проходящими в ней кожными перфорантами. Наружная поверхность трансплантата, к которой будет фиксирована реконструктивная пластина, должна быть свободной от сосудистой ножки и перфорант. Отсутствие патологии сосудов голени и шеи позволило выбрать оптимальную для данной ситуации малоберцовую кость – левую. В ходе виртуального хирургического планирования ее дистальный конец был размещен в области левого фрагмента нижней челюсти, а проксимальный – правого. Таким образом, питающая кость малоберцовая артерия будет расположена близко к реципиентным сосудам. После проведения виртуального хирургического планирования и согласования его результатов, были изготовлены стереолитографические хирургические шаблоны и модель нижней челюсти с трансплантатом в дефекте (рис. 26).



Рисунок 25. Компьютерная томограмма нижней челюсти.



Рисунок 26. Набор хирургических шаблонов-накладок и модель нижней челюсти с трансплантатом

Перед операцией по стереолитографической модели нижней челюсти были изогнуты реконструктивные пластины, которые в последующем использовались для фиксации трансплантата в дефекте нижней челюсти (рис. 27).

Спустя три недели после лучевой терапии и стихания воспалительных явлений в зоне облучения больному на втором этапе комбинированного лечения 29.10.2014г. была выполнена операция: трахеостомия; верхнее фасциально-футлярное иссечение клетчатки шеи с обеих сторон, резекция тканей дна полости рта с опухолью, резекция нижней челюсти от уровня зуба 3.8 до 4.6 зуба, резекция нижней губы и мягких тканей подбородочной области с пластикой дефекта рева-



Рисунок 27. Изгибание реконструктивных пластин по стереолитографической модели нижней челюсти с трансплантатом в дефекте.

куляризированным малоберцовым ауто трансплантатом с левой голени и лучевым ауто трансплантатом с левого предплечья.

Обезболивание: многокомпонентный эндотрахеальный наркоз с ИВЛ через трахеостому.

Ход операции.

Произведен вертикальный разрез кожи, подкожно жировой клетчатки, подкожной мышцы по передней поверхности шеи длиной 6 см между перстневидным хрящом и яремной вырезкой грудины. Выделен, взят на зажимы, прошит и пересечен перешеек щитовидной железы. Во втором и третьем полукольцах тра-

хеи выкроено «окно». Хрящевое окно по углам подшито к коже. В просвет трахеи заведена трахеостомическая трубка № 9, через которую продолжена ИВЛ. Рана кожи ушита Пролен 4.0. Асептическая повязка.

После троекратной обработки операционного поля произведен дугообразный разрез кожи, подкожной клетчатки от срединной линии до вершины левого сосцевидного отростка параллельно краю нижней челюсти. Кожно-жировые лоскуты мобилизованы: кверху до края нижней челюсти, вниз – до уровня нижнего края щитовидного хряща, фиксированы и покрыты марлевыми салфетками с раствором антибиотика. Рассечены по срединной линии фасции шеи, мобилизованы и сдвинуты к поднижнечелюстному треугольнику. В боковом треугольнике выделен добавочный нерв, выделена и включена в блок удаляемых тканей клетчатка, лежащая глубже и латеральнее нерва. Клетчатка выделена вдоль сосудисто-нервного пучка от уровня лопаточно-подъязычной мышцы до уровня сосцевидного отростка. Клетчатка левого поднижнечелюстного треугольника выделена вместе с лимфатическим аппаратом, взята на зажим. Пересечена, перевязана и прошита дополнительным швом левая лицевая артерия вместе с лицевой веной в проекции заднего брюшка двубрюшной мышцы. В блок удаляемых тканей включена левая поднижнечелюстная слюнная железа, выводной проток которой прошит и перевязан. Препарат удален. Из препарата выделены лимфатические узлы по ходу яремной вены, у края нижней челюсти, поднижнечелюстного треугольника, отправлены для гистологического исследования. При экспресс-гистологическом исследовании опухолевого роста в лимфатических узлах не выявлено.

Произведен дугообразный разрез кожи, подкожной клетчатки от срединной линии до вершины правого сосцевидного отростка параллельно краю нижней челюсти. Кожно-жировые лоскуты мобилизованы: кверху до края нижней челюсти, вниз - до уровня нижнего края щитовидного хряща, фиксированы и покрыты марлевыми салфетками с раствором антибиотика. Рассечены по срединной линии фасции шеи, мобилизованы и сдвинуты к поднижнечелюстному треугольнику. В боковом треугольнике выделен добавочный нерв, выделена и включена в блок удаляемых тканей клетчатка, лежащая глубже и латеральнее нерва. Клетчатка вы-

делена вдоль сосудисто-нервного пучка от уровня лопаточно-подъязычной мышцы до уровня сосцевидного отростка. Клетчатка правого поднижнечелюстного треугольника выделена вместе с лимфатическим аппаратом, взята на зажим. Выделена правая лицевая артерия вместе с лицевой веней в проекции заднего брюшка двубрюшной мышцы. В блок удаляемых тканей включена правая поднижнечелюстная слюнная железа, выводной проток которой прошит и перевязан. Препарат удален. Из препарата выделены лимфатические узлы по ходу яремной вены, у края нижней челюсти, поднижнечелюстного треугольника, отправлены для экспресс-гистологического исследования, – опухолевого роста в лимфатических узлах не выявлено.

В области углов нижней челюсти с обеих сторон к наружной поверхности кости фиксированы двумя внутрикостными винтами диаметром 2 мм. и длиной по 10 мм. хирургические шаблоны-накладки для резекции нижней челюсти (рис. 28). Произведена вертикальная остеотомия нижней челюсти на уровне зуба 4.6 справа и зуба 3.8 слева.

Электроножом выполнена резекция тканей фронтального отдела дна поло-

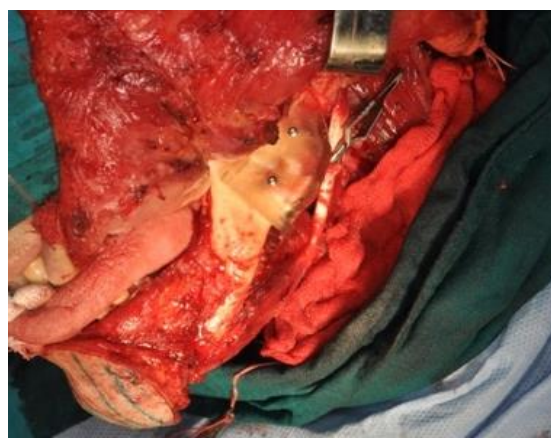


Рисунок 28. Шаблон для резекции нижней челюсти фиксирован к правой ветви (слева) и к левой (справа).

сти рта с тканями нижней губы (с сохранением красной каймы на всем протяжении) от уровня 3.4 до 4.4 зубов, с кожей подбородочного отдела и кожей нижней губы (рис. 29).

Препарат удален в едином блоке с нижней челюстью. Дефект мягких тканей нижней губы составил 7 x 5,5 см. Резецированы ткани по линии резекции (слизи-

стая оболочка правой и левой щеки, слизистая нижней губы), при экспресс-гистологическом исследовании опухолевого роста в пограничных тканях не выявлено.

Гистологическое исследование резецированных тканей дна полости рта, нижней челюсти, нижней губы № 50210-33 от 12.11.2014 г. – Плоскоклеточный ороговевающий рак дна полости рта с признаками лечебного патоморфоза 2 степени. Хронический неактивный сиалоаденит.

Гистологическое исследование № 49619-26, 49638-38, 49630-32 – жировая клетчатка, лимфатические узлы без опухолевого роста.

Гистологическое исследование № 50224-33 от 12.11.2014 г. – 1. Жировая клетчатка с 10 лимфоузлами с реактивной гиперплазией и очаговым фиброзом без опухолевого роста. Ткань слюнной железы обычного строения. 2. Жировая клетчатка и 2 лимфоузла с реактивной гиперплазией без признаков опухолевого роста.



Рисунок 29. Удаленная нижняя челюсть, ткани дна полости рта, кожа подбородочной области с опухолью.



Рисунок 30. Забор расщепленного кожного трансплантата с поверхности кожной части реваскуляризированного лоскута

Далее левая нога согнута в коленном суставе, несколько ротирована кнутри. На боковой поверхности левой голени дерматомом выполнена деэпителизация ранее намеченного кожного лоскута 5x7 см (рис. 30).

Выполнен разрез кожи по линии, соединяющей головку малоберцовой кости и латеральную лодыжку. Рассечены кожа, подкожно-жировая клетчатка длин-

ной 32 см с формированием кожного лоскута размером 5х7 см в центре. Вскрыта фасция голени, разделены длинная малоберцовая и камбаловидная мышцы.

На всем протяжении раны от малоберцовой кости отсечены малоберцовые мышцы, длинный разгибатель большого пальца стопы. При помощи реципрокной пилы пересечена малоберцовая кость с формированием фрагмента длиной 11 см. Сохраняя заднюю межмышечную перегородку, от малоберцовой кости отсечена камбаловидная мышца. В верхней трети раны идентифицированы малоберцовые сосуды. Вдоль сосудов рассечены длинный сгибатель большого пальца стопы, задняя большеберцовая мышцы на расстоянии 5 мм от кости. Рассечена межкостная мембрана. Пережаты, пересечены и перевязаны малоберцовая артерия и вены на уровне нижнего распила малоберцовой кости. Пережата, пересечена и прошита

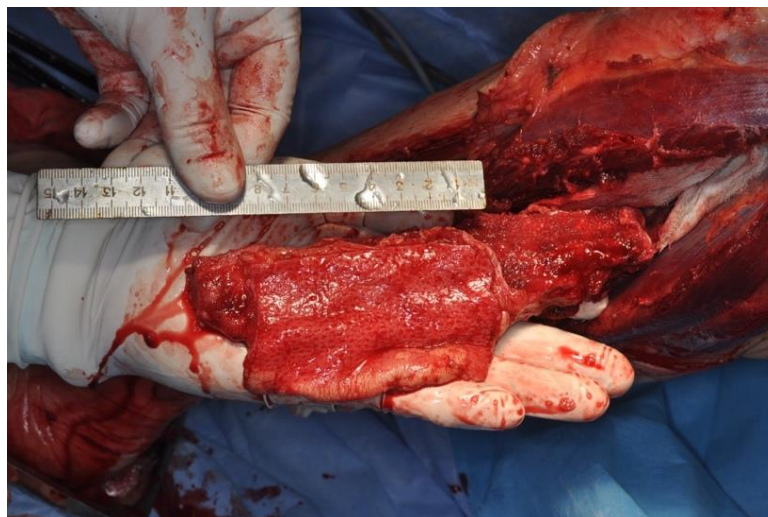


Рисунок 31. Малоберцовый трансплантат.



Рисунок 32. Шаблон для поднадкостничной остеотомии фиксирован к малоберцовой кости

малоберцовая артерия сразу ниже места отхождения от задней большеберцовой артерии (рис. 31). В области переднего гребня малоберцовой кости к ее наружной поверхности фиксирован шесть внутрикостными винтами длиной по 12 мм фиксирован шаблон для поднадкостничной остеотомии (рисунок 32). Малоберцовый трансплантат фрагментирован по шаблону (рисунок 33), сформирован по дефекту нижней челюсти, фиксирован на титановую пластину винтами (рис. 34).

В правой поднижнечелюстной области выделены ветви наружной сонной артерии, ветви внутренней яремной вены. Выполнен анастомоз артерией трансплантата с наружной сонной артерией в области устья язычной артерии конец-в-

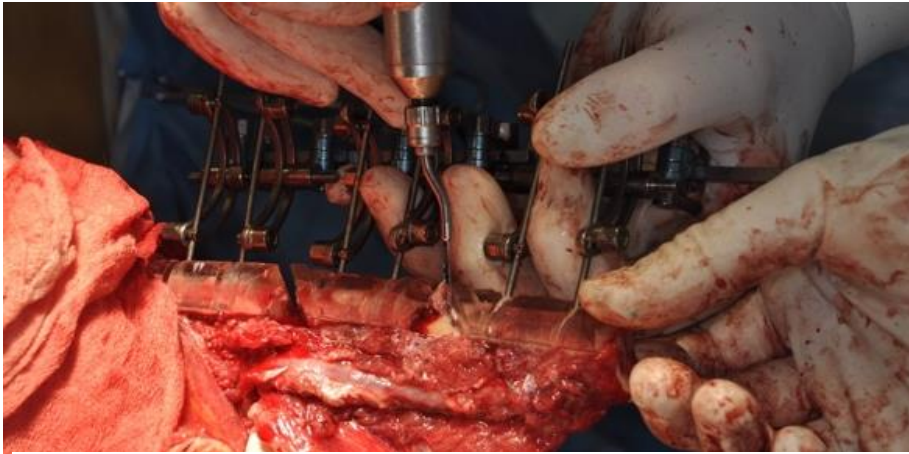


Рисунок 33. Поднадкостничная остеотомия малоберцовой кости по шаблону.

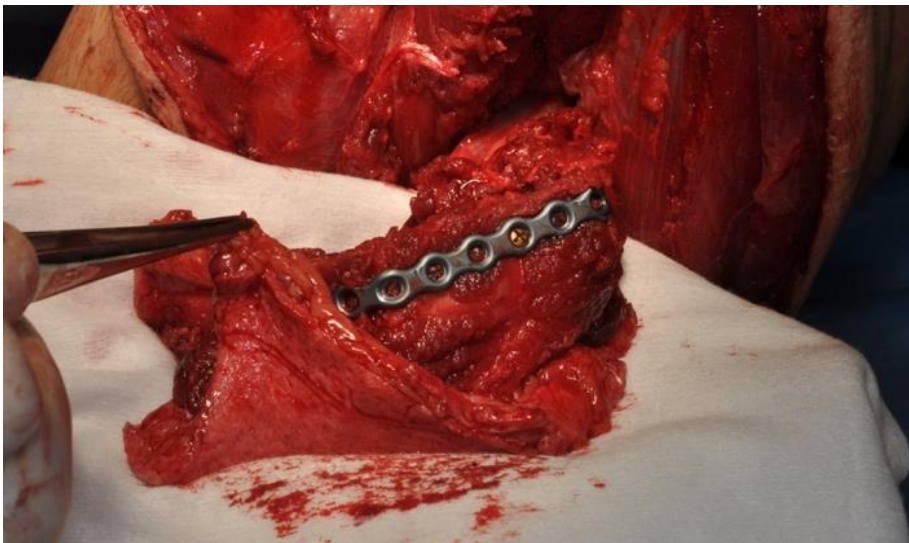


Рисунок 34. Фрагменты малоберцового трансплантата фиксированы к реконструктивной пластине.

конец, вены трансплантата с внутренней яремной веной по типу конец-в-бок ни-

тью «Пролен 9/0». При восстановлении кровотока анастомозы проходимы, костный трансплантат и кожный лоскут кровоточат.

Трансплантат помещен в область дефекта нижней челюсти, фиксирован к концам дефекта титановой пластиной и внутрикостными винтами (рис. 35).

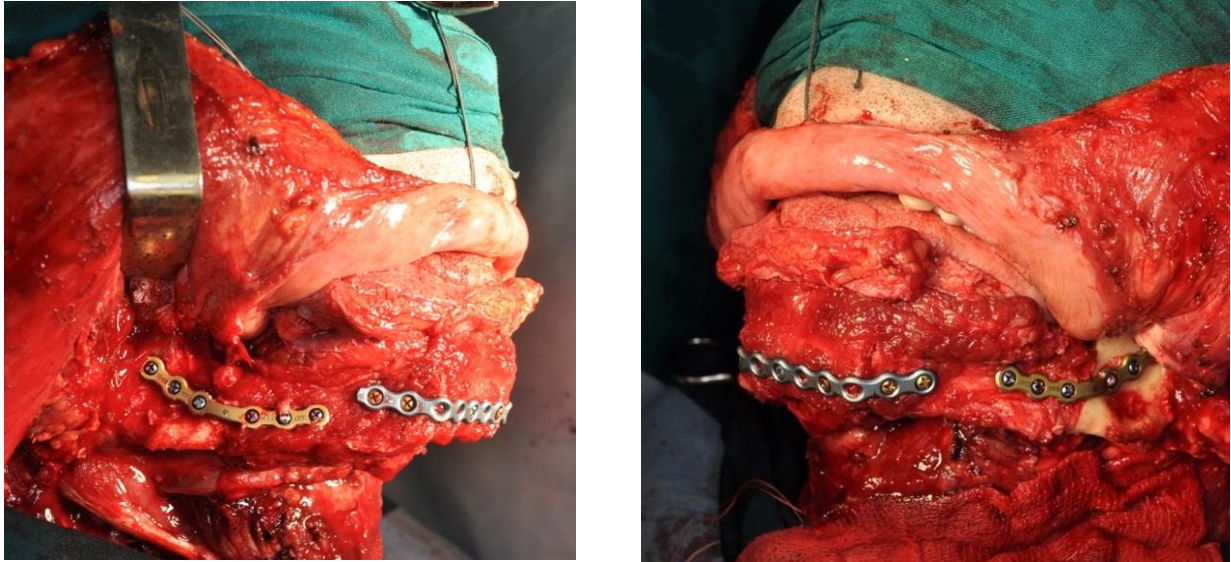


Рисунок 35. Трансплантат фиксирован в дефекте нижней челюсти.

Кожной частью трансплантата замещен дефект мягких тканей языка, дна полости рта, лоскут фиксирован к окружающим тканям «Викрил 3/0» (рис. 36). К



Рисунок 36. Забор лучевого лоскута.

мышечной манжете лоскута подшиты передние брюшки двубрюшных мышц с обеих сторон.

На передней поверхности нижней трети левого предплечья по ранее размеченным границам кожного лоскута дерматомом снят расщепленный кожный лос-



Рисунок 37. Устранение кожного дефекта донорской раны полнослойным кожным трансплантатом с внутренней поверхности плеча.

кут толщиной 0,9 мм, размерами 7х6 см (рис. 37). Выкроен кожно-апоневротический лоскут размерами 7х6 см, в проекции лучевого сосудисто-нервного пучка. Дистальнее и проксимальнее лоскута выделены лучевая артерия с сопровождающими венами. При пережатию лучевых сосудов дистальнее лоскута кровоснабжение кисти самого лоскута достаточные. Пережаты, перевязаны и пересечены лучевые сосуды дистальнее и проксимальнее лоскута. Лучевая артерия промыта 10 мл физиологического раствора с гепарином. Рана в области верхней и средней трети предплечья ушита узловыми швами (Пролен 4.0).

Кожно-апоневротический лоскут помещен в область дефекта нижней губы и кожи подбородочного отдела (рис. 38), сосудистая ножка через тоннель в челюстно-подъязычной мышце выведена в рану подчелюстной области. Наложены анастомозы артерии и сопровождающей ее вены лоскута с лицевой артерией и сопровождающей ее веной, соответственно, по типу “конец-в-конец”. Анастомозы проходимы. Лоскут розового цвета, кровоточит. Полнослойный кожный трансплантат с внутренней поверхности левого плеча уложен в рану и фиксирован по периметру узловыми швами. На лоскут уложены марлевые тампоны, пропитанные вазелиновым маслом. Давящая повязка. На коже левой боковой поверхности

шеи через дополнительные разрезы кожи в рану введены перфорированные полихлорвиниловые трубки для активной аспирации отделяемого. Кожно-жировые лоскуты уложены на место и фиксированы узловыми швами. Наложена асептическая повязка. Контроль гемостаза. Дренажи активированы (рис. 39).

В рану голени установлен активный аспирационный дренаж, рана послойно ушита. В дефект кожи левой голени помещен расщепленный аутодермальный трансплантат, оставшийся после деэпителизации лоскута (рис. 40). Трансплантат выложен марлевыми «шариками», пропитанными раствором вазелинового масла. Давящая повязка.



Рисунок 38. Устранение дефекта кожи подбородочной области лучевым лоскутом.



Рисунок 39. Вид деэпителизированной кожной части малоберцового трансплантата в дефекте слизистой оболочки полости рта.



Рисунок 40. Устранение кожного дефекта донорской раны голени расщепленным кожным трансплантатом с этого же места.

Установлен желудочный зонд через левый нижний носовой ход. Удаленный макропрепарат (клетчатка шеи с обеих, поднижнечелюстные слюнные железы, ткани резецированных дна полости рта, нижней челюсти, языка с опухолью) направлены на гистологическое исследование. Счет инструментов и материалов верен. Послеоперационное течение гладкое (рис. 41).

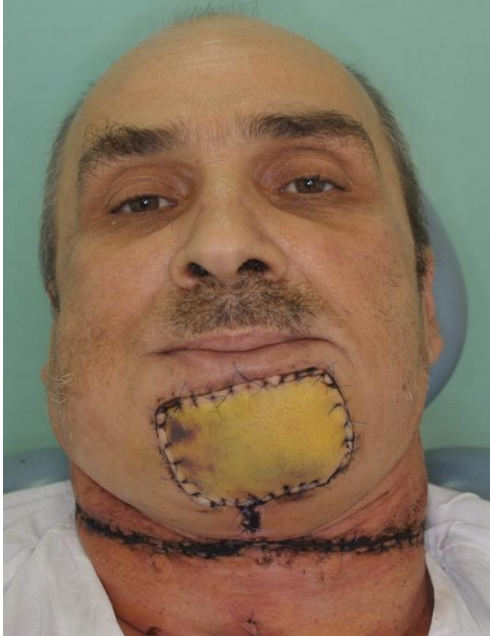


Рисунок 41. Вид больного через 7 дней после операции.

В послеоперационном периоде пациент получал препарат Клаксан 0,4 мл. подкожно дважды в день в переднюю брюшную стенку в течение 7 дней. Дренажи удалены из ран на шее на 3-и сутки. Швы сняты на 14-е сутки. При динамическом обследовании больного через 3 месяца в течение первых шести месяцев данных за прогрессирование заболевания получено не было.

Больной был приглашен для очередного обследования через 9 месяцев после операции для решения вопроса о следующем этапе лечения: удаления реконструктивной пластины в подбородочном отделе вновь сформированной челюсти, вестибулопластики, установки дентальных имплантатов для последующего протезирования зубов на них. При КТ нижней челюсти консолидация трансплантата полная. Отмечена гипертрофия трансплантата в области соединения его фрагментов (рис. 42).

Данных за прогрессирование опухолевого процесса не получено. Больной предъявлял жалобы на ограничение диеты из-за отсутствия зубов. Местно: дви-

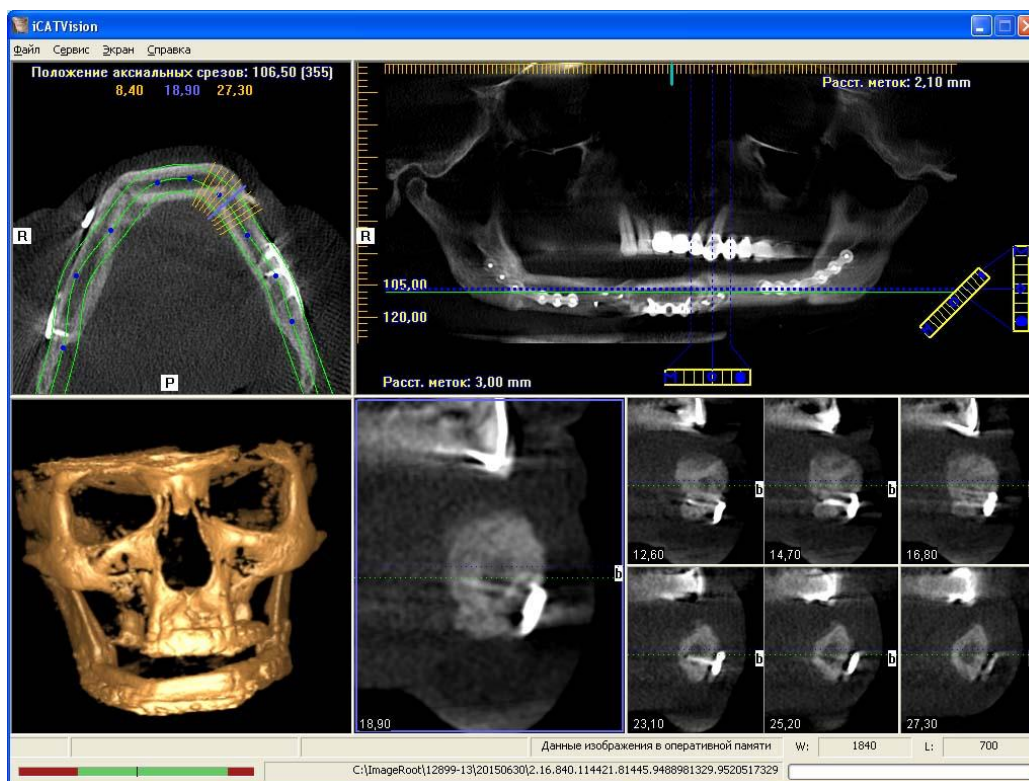


Рисунок 42. КТ больного через 9 месяцев после операции



Рисунок 43. Вид больного через 9 месяцев после операции.

жения в височно-нижнечелюстных суставах в полном объеме. Кожная часть малоберцового трансплантата и лучевой трансплантат прижились полностью, отмечена их атрофия на 40% (рис. 43).

Спустя 9 месяцев после резекции нижней челюсти и устранения образовавшегося дефекта малоберцовым трансплантатом, была выполнена этапная операция по удалению реконструктивной пластины и внутрикостных винтов, фиксирующих фрагменты малоберцового трансплантата во фронтальном отделе. Одновременно с этим были установлены два дентальных имплантата в позиции зубов 4.4 и 3.4. Спустя 3 месяца дентальные имплантаты были раскрыты, выполнена вестибулопластика, изготовлен полный съемный протез (рис. 44).

Использование малоберцового трансплантата обосновал в 1975 году G.Taylor, а в 1979 году A.Gilbert описал способ забора реваскуляризированного участка малоберцовой кости. С тех пор техника забора трансплантата постоянно совершенствовалась. Совершенствование диагностической техники сделали этот этап достаточно предсказуемым. Основной проблемой реконструктивной хирур-

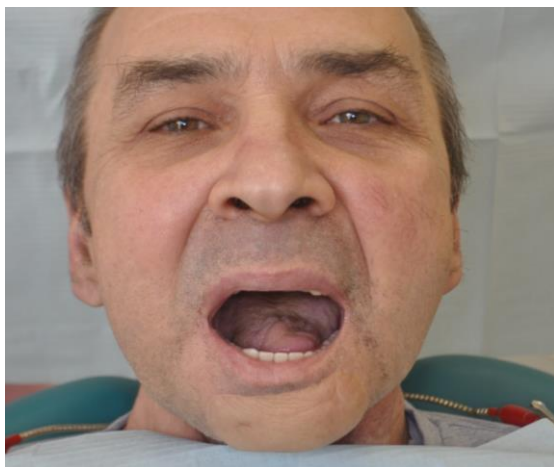
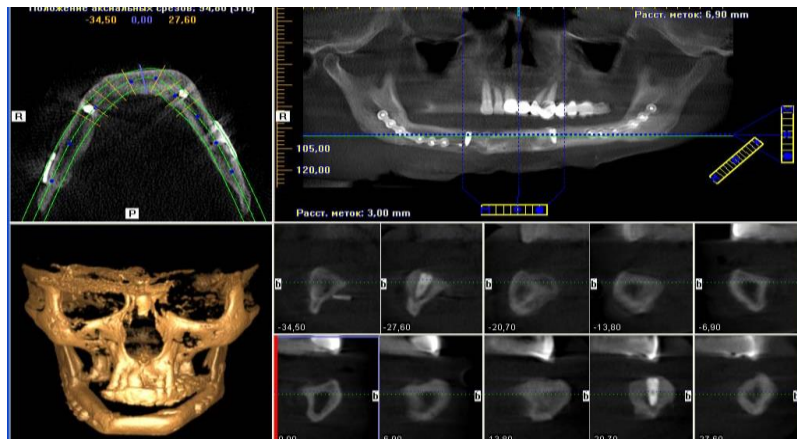


Рисунок 44. Протезирование зубов нижней челюсти на дентальных имплантатах.

гии с использованием этого трансплантата является придание ему формы и контуров, максимально повторяющих таковые утраченного участка тела – в нашем случае нижней челюсти. Появление в распоряжении хирургов программного обеспечения, позволяющего создавать трехмерные компьютерные модели костей скелета, имитировать выполнение этапов предстоящей хирургической операции, а также возможность создавать физические пластиковые модели этих частей тела, значительно упростили подготовку к реконструктивным операциям. Сохранялся вопрос, каким образом воспроизвести (повторить) выполненную на экране компьютера операцию уже в операционной.

В своей практике, мы разработали и применяем хирургические шаблоны-накладки, которые позволяют с высокой точностью повторять этапы виртуального хирургического планирования. По большому счету, это уже и не шаблоны, а инструменты, так как шаблон предполагает сравнение полученного результата с самим шаблоном, т.е. сам хирургический этап - остеотомия малоберцового трансплантата – осуществляется только визуальным контролем соответствия шаблону. В нашем случае шаблоны фиксируем к поверхности кости, причем конгруэнтность внутренней поверхности позволяет это сделать только в определенном, запланированном, месте. В ходе остеотомии пила направляется шаблоном в правильном направлении. По нашим данным, использование таких шаблонов сокращает этап моделирования в среднем на 70 минут. Дополнительно к этому, изгибание реконструктивных пластин по пластиковым моделям до операции экономит затраченное на это время во время операции, что, в среднем, составляет около 20-30 минут. Таким образом, общая экономия времени составляет около 80 минут.

Тем не менее, в этом алгоритме сохраняется место для ошибки. А именно, после того как малоберцовый трансплантат перепилен, его фрагменты должны быть фиксированы к изогнутым до операции реконструктивным пластинам. При этом, фиксированы они должны быть в тех же позициях, что и на модели трансплантата. Однако, трансплантат покрыт мышечной манжетой, в которой проходят периостальные сосуды, питающие кость. Эта манжета скрывает видные на модели ориентиры. Кроме этого, фрагменты трансплантата требуют бережного обраще-

ния дабы не повредить те самые периостальные сосуды и не нарушить кровоснабжение кости. Удержать эти фрагменты в процессе сверления и фиксации винтом сложно в принципе, а в правильном положении еще сложнее, тем более быть уверенным в этом правильном положении нет. Ну и последнее осложнение данного процесса заключается в том, что изгибание и фиксация реконструктивных пластин к модели, когда трансплантат находится в едином, собранном, состоянии и прикреплен к фрагментам нижней челюсти гораздо проще, чем сборка отдельных скользких фрагментов кости покрытых мышцей, висящих на сосудистой ножке, в единое целое.

Решение данной проблемы представлено в следующем клиническом случае. Нами усовершенствован процесс планирования и выполнения реконструктивной операции на нижней челюсти с использованием ревааскуляризированных трансплантатов.

Клинический пример N2.

Пациент Е., 56 лет обратился в наш центр с диагнозом постлучевой остео-некроз нижней челюсти нижней челюсти слева, осложненный патологическим переломом нижней челюсти в области отсутствующих зубов 3.4, 3.5 с незначительным смещением отломков. Сопутствующие заболевания: Рак языка II ст. T2N0M0. Химиотерапия, лучевая терапия на область языка (70 Гр), на лимфоузлы шеи с обеих сторон (50Гр) октябрь-декабрь 2014 г. Операция от 24.07.2015 г. резекция языка, лимфодиссекция верхних отделов шеи слева. грыжа межпозвонкового диска L5-S1. Хронический дискогенный пояснично-крестцовый радикулит с правосторонним S1-корешковым синдромом. Операция от 2013г. – тотальная дискэктомия передним доступом L5-S1, установка эндопротеза межпозвонкового диска M6 на уровне L5-S1. ИБС, атеросклеротический кардиосклероз.

При поступлении пациент предъявлял жалобы на боль в области тела нижней челюсти слева. Со слов пациента и из медицинской документации в июле 2014 г. диагностирован плоскоклеточный рак левой половины языка T2N0M0. В МНИОИ им. П.А. Герцена в октябре-декабре 2014 г. проведена химиотерапия 5 ФУ, лучевая терапия на первичный очаг и лимфоузлы шеи с обеих сторон до СОД

70Гр и 50Гр соответственно. В июле 2015 г. операция – резекция левой половины языка и лимфодиссекция верхних отделов шеи слева. При обследовании в МНИОИ им. П.А. Герцена в октябре 2015 г. (клинический осмотр, УЗИ области резекции языка, шеи с обеих сторон, ОБП; РГ ОГК) данных за рецидив, наличие регионарных и отдаленных метастазов не получено. При обращении по поводу новых жалоб рекомендовано обращение в другое профильное лечебное учреждение. За медицинской помощью обратился в поликлинику по месту прикрепления, откуда направлен на консультацию в ФГКУ «ГВКГ им.Н.Н. Бурденко». При осмотре обращала на себя внимание отечность мягких тканей и гиперемия кожи в области тела нижней челюсти слева. Открывание рта было ограничено 2 см из-за боли. В полости рта в позиции отсутствующих зубов 3.4-3.5 определялся обнаженный участок альвеолярного гребня нижней челюсти серого цвета, окружающая его слизистая оболочка гиперемирована, отечная. Нагрузка на подбородочный отдел нижней челюсти вызывала боль в области тела нижней челюсти слева, здесь же определялась патологическая подвижность костных фрагментов.

Патологический перелом тела нижней челюсти вследствие лучевого остеонекроза после лучевой терапии по поводу рака слизистой оболочки дна полости рта был подтвержден при конусно-лучевой компьютерной томографии (рис. 45). Доступа к данным о полях облучения не было, но по данным КТ определено, что изменение костной ткани по типу «тающего сахара» распространяется от уровня зуба 4.3 до ветви нижней челюсти слева. При гистологическом исследовании из краев десны в области обнаженной кости альвеолярного гребня данных за прогрессирование опухолевого процесса получено не было. Таким образом, у пациента был диагностирован лучевой остеонекроз нижней челюсти, осложненный патологическим переломом в области тела слева.

18.08.16г.	5,4 ммоль/л	23 ед\л	20 ед\л	76 г\л	10,6 мкмоль\л	355 мкмоль\л	86 мкмоль\л
------------	----------------	---------	---------	--------	------------------	-----------------	-------------

Для проведения виртуального хирургического планирования операции с последующим изготовлением хирургических шаблонов пациенту была выполнена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) лицевого скелета с шагом 0,5 мм. Кроме этого выполнено УЗДГ сосудов шеи и голеней с целью определения наличия и характеристик донорских и реципиентных сосудов на шее, а также сосудов донорской зоны. Патологии сосудов выявлено не было.

Малоберцовый трансплантат планировался с кожным островком, так как имелся дефект слизистой оболочки полости рта в области патологического перелома. В связи с этим, оптимальным расположением реципиентных сосудов на шеи было слева. А оптимальной донорской зоной для забора малоберцового трансплантата была левая голень. В этом случае питающие трансплантат сосуды окажутся у левой ветви нижней челюсти – ближе к ветвям наружной сонной артерии, – питающие сосуды будут проходить по язычной поверхности трансплантата, что исключит сложности с наложением на кость реконструктивных пластин, в свою очередь наружная межмышечная перегородка с проходящими в ней перфорантами к кожной части трансплантата также окажутся с язычной стороны и будут проходить снизу вверх к дефекту слизистой оболочки полости рта.

Диаметр левой малоберцовой артерии 2,8 мм, Объемная скорость кровотока по левой малоберцовой артерии 19 мл/мин., ЛСК МБА 38,5 см/с. Диаметр верхней щитовидной артерии слева 2,1 мм, лицевой артерии 2,3 мм, ЛСК верхней щитовидной артерии слева 85 см/с, лицевой артерии слева 81 см/с.

По данным МСКТ была построена трехмерная модель. Данная модель была использована для проведения виртуального хирургического планирования. Прежде всего, было устранено смещение фрагментов тела нижней челюсти слева в области патологического перелома.

После того как фрагменты нижней челюсти были поставлены в правильное анатомическое положение (рис. 46), была выполнена резекция нижней челюсти, а образовавшийся при этом дефект замещен малоберцовым трансплантатом из левой голени, размещенным в дефекте описанным выше способом (рис. 47). На этом этапе планирование было остановлено, а полученная модель нижней челюсти с

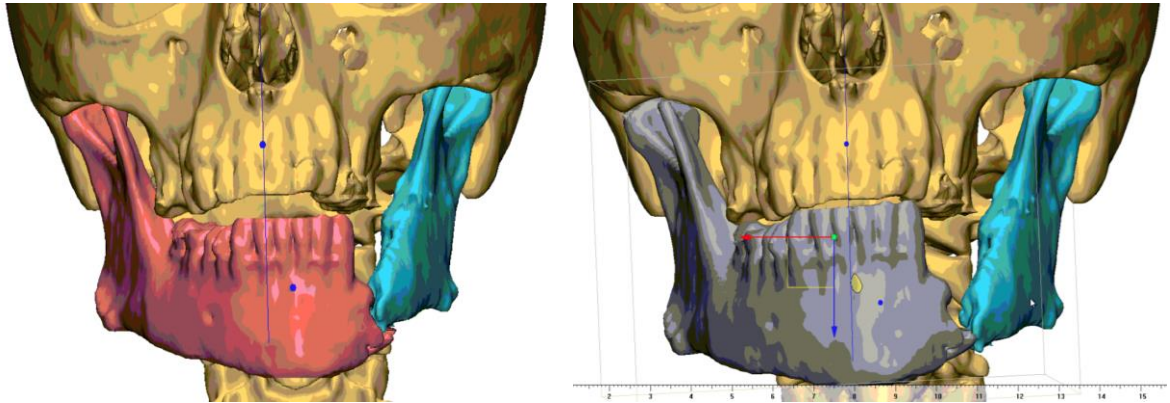


Рисунок 46. Трехмерная модель черепа пациента. Перемещение отломков нижней челюсти в анатомическое положение

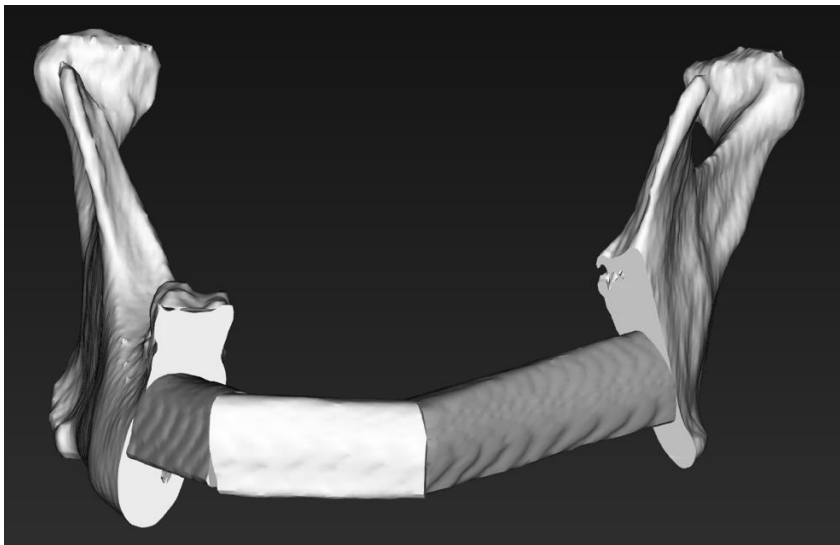


Рисунок 47. Трехмерная модель нижней челюсти с трансплантатом в дефекте.

дефектом замещенным малоберцовым трансплантатом напечатана путем стерео-

фотографии. Эта стереолитографическая модель была использована для изгиба реконструктивной титановой пластины в соответствие с контуром будущей нижней челюсти. В своей практике для реконструктивных операций с использованием реваскуляризированных трансплантатов мы используем титановые реконструктивные пластины с блокируемыми винтами. Для осуществления надежного остеосинтеза при помощи таких пластин, не требуется их плотного прилегания к поверхности кости, что важно для сохранения кровоснабжения трансплантата

посредством периостальных сосудов. Кроме этого, при использовании таких пластин не требуется идеальное повторение контуров кости, а количество винтов на фрагмент может быть ограничено тремя. На российском рынке отсутствуют отечественные системы, предоставляющие реконструктивные пластины с блокируемыми винтами. Мы используем инструменты и расходные материалы для остеосинтеза фирмы Synthes (Швейцария). В зависимости от ситуации, мы используем



Рисунок 48. По стереолитографической модели нижней челюсти с трансплантатом в дефекте изогнуты, а затем фиксированы к ней реконструктивные титановые пластины.

одну или несколько пластин. Последний вариант предпочтителен в тех случаях,

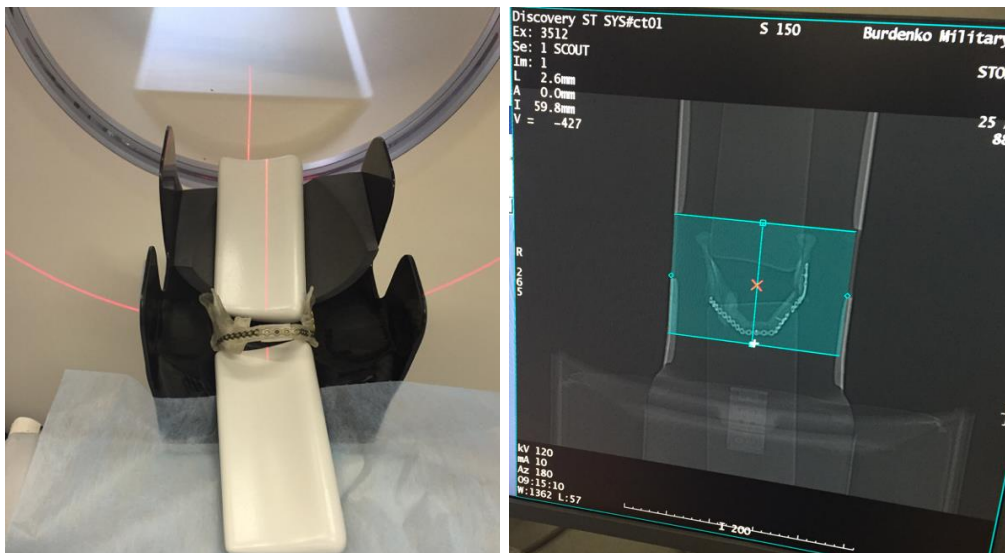


Рисунок 49. Сканирование на компьютерном томографе пластиковой модели с фиксированными к ней реконструктивными пластинами.

когда планируется ортопедическая реабилитация пациента с использованием ден- тальных имплантатов. Удаление короткой реконструктивной титановой пласти- ны, располагающейся только на фронтальном участке проще, чем одной длинной пластины от одной ветви нижней челюсти до другой. При этом в первом случае удаление пластины может быть осуществлено внутриротовым доступом с одно- моментным выполнением вестибулопластики и уменьшением толщины кожной части трансплантата, если таковая была включена в лоскут. После изгибания ре- конструктивные пластины фиксировали к пластиковой модели (рис. 48). Двух винтов, у каждого конца пластины, для этого достаточно. По завершении данного этапа пластиковая модель нижней челюсти с трансплантатом в дефекте и фикси- рованными к ней реконструктивными пластинами сканировали в аппарате для МСКТ в стандартном режиме и костной жесткостью, с шагом 0,5 мм. (рис. 49). Полученные данные использовали для построения трехмерной модели, но в этот раз модель включала в себя информацию об имеющихся у нас предызогнутых ре- конструктивных титановых пластинах (рис. 50).

Более того, при сканировании была получена информация о положении

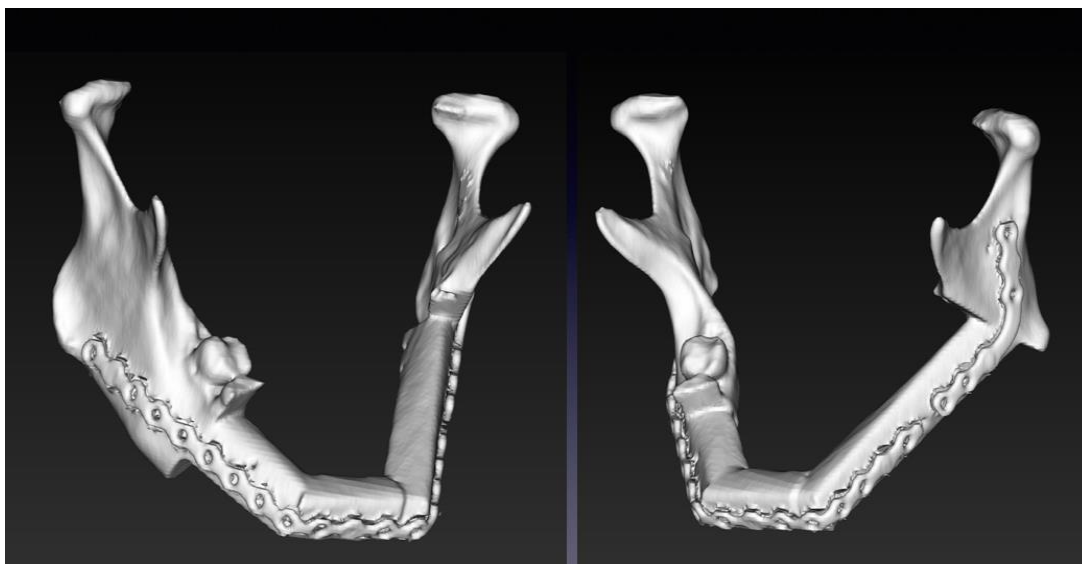


Рисунок 50. Трехмерная реконструкция пластиковой модели с рекон- структивными пластинами на ней по данным МСКТ этой модели. пластин на челюсти и трансплантате. Используя эту информацию, мы определили положение и направление фиксирующих винтов (рис. 51).

По описанию клинического случая №1 известно, что для осуществления реконструктивной операции трехмерной модели как ориентира недостаточно, требуется инструмент, который бы позволял осуществить остеотомию как нижней челюсти, так и трансплантата сразу на заданных уровнях и плоскостях.

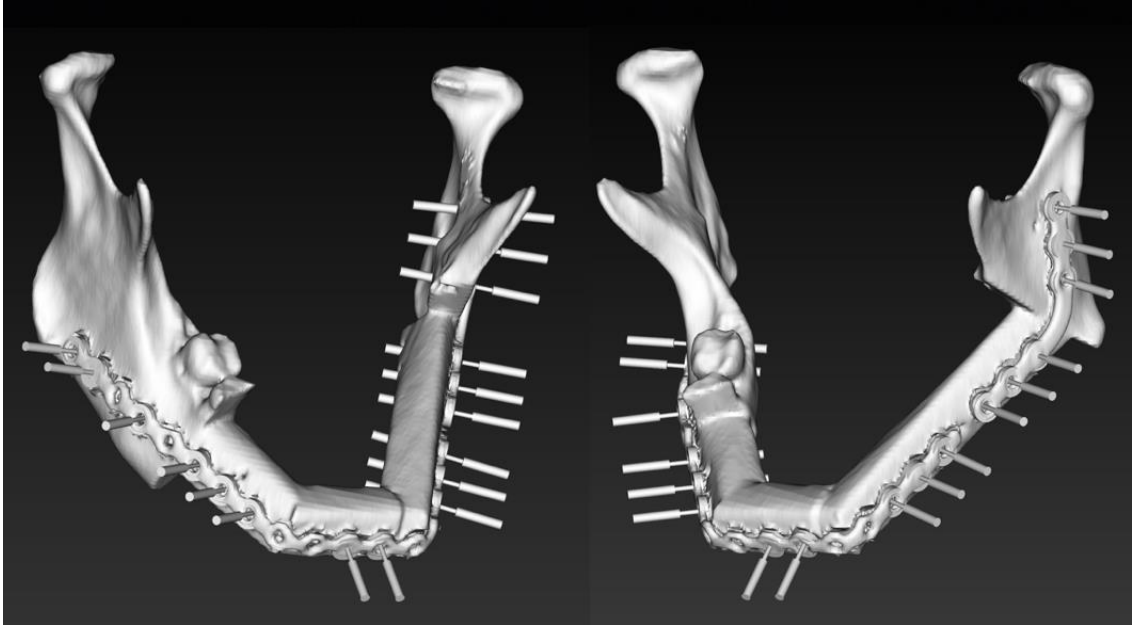


Рисунок 51. Определение положения фиксирующих винтов на трехмерной модели.

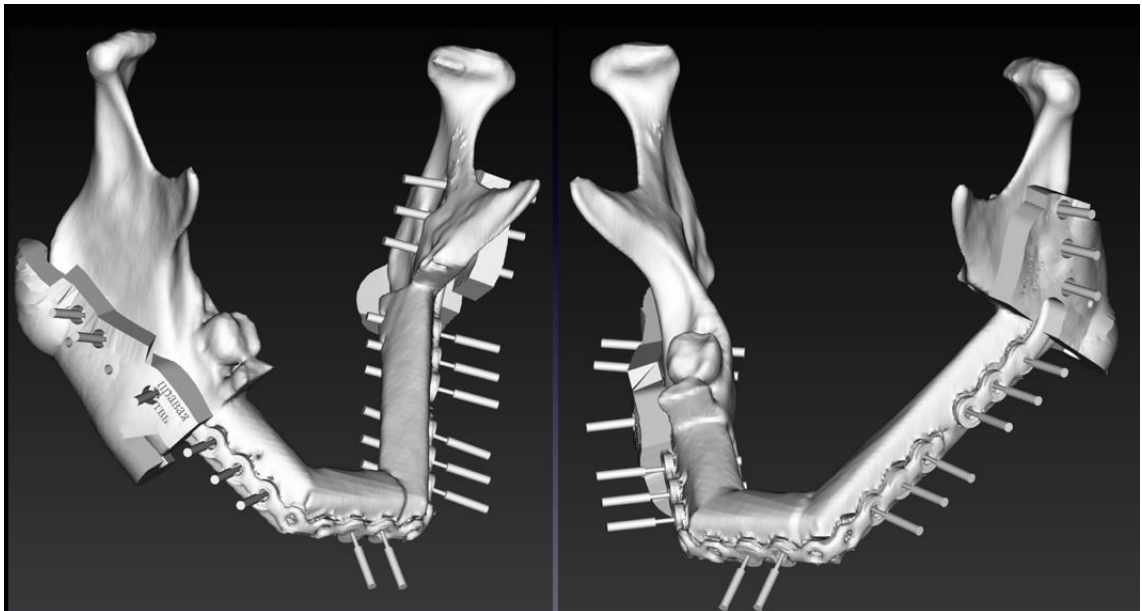


Рисунок 52. Проецирование положения фиксирующих винтов на хирургические шаблоны для резекции нижней челюсти.

Таким инструментом являются хирургические шаблоны-накладки, также описанные в первом клиническом случае. Теперь, позиции фиксирующих винтов могут быть проецированы на эти хирургические шаблоны (рис. 52). В этих позициях в шаблонах были созданы каналы для помещения в них проводника для

сверла. Положение и направление направляющих каналов совпадает с таковыми виртуальных фиксирующих винтов.

Как уже было упомянуто выше, в своей практике мы используем инструменты для остеосинтеза фирмы Synthes (Швейцария) (рис. 53). В нашем распоряжении имеется набор для трансбукального сверления отверстий под фиксирующие винты при остеосинтезе нижней челюсти. Одним из составляющих этого набора является проводник для сверления под сверло 1,8 мм для винтов диаметром 2,0 мм. Наружный диаметр этого проводника 4,0 мм. Наш опыт показывает, что каналы в хирургических шаблонах следует формировать диаметром 4,2 мм. Для свободной установки проводника в них.

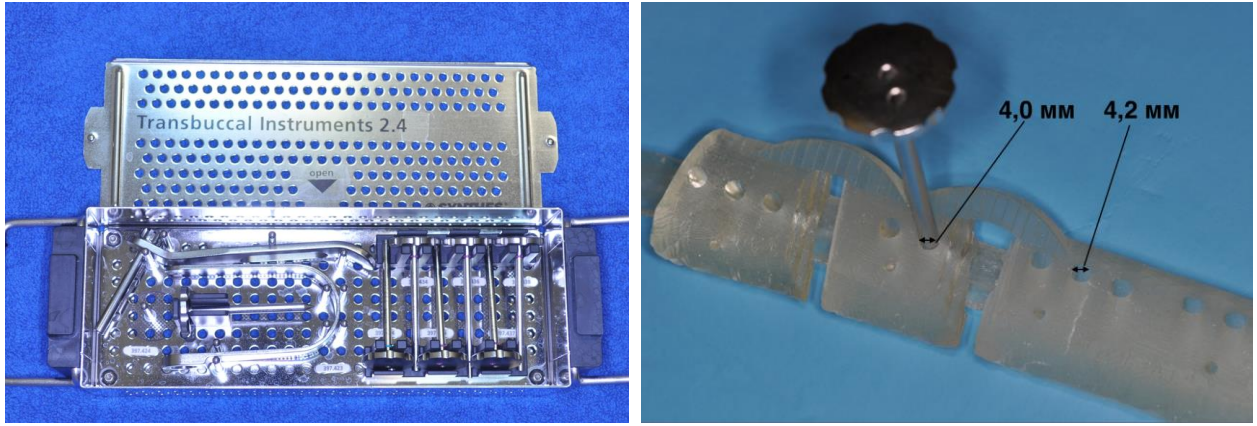


Рисунок 53. Трансбукальный набор (слева) и направляющий для сверления из этого набора в хирургическом шаблоне (справа)

Печать хирургических шаблонов-накладок завершает этап планирования

операции. Собственно, для выполнения самой операции достаточно хирургических шаблонов для резекции нижней челюсти и остеотомии малоберцовой кости, а также изогнутыми по стереолитографической модели нижней челюсти с трансплантатом в дефекте реконструктивных титановых пластин, которые в нашей клинике мы стерилизуем в ЦСО путем газовой стерилизации в крафт-пакетах. В ходе выполнения операции, шаблон для формирования малоберцового трансплантата мы фиксируем к поверхности малоберцовой кости винтами через подго-

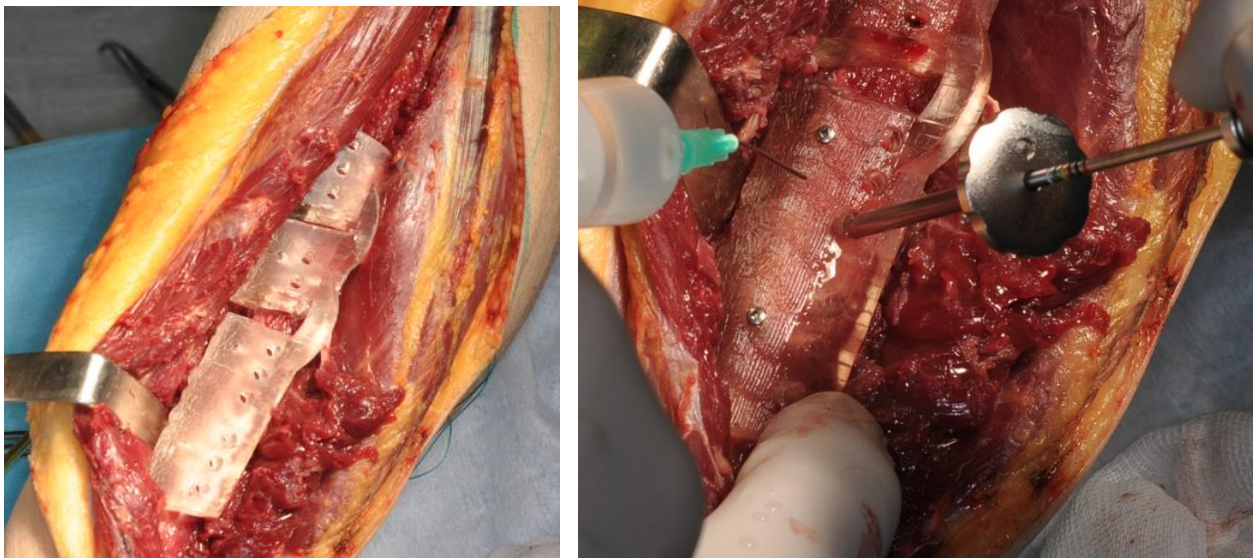


Рисунок 54. Использование хирургического шаблона для остротами малоберцовой кости и направляющего для сверления при подготовке отверстий под фиксирующие винты

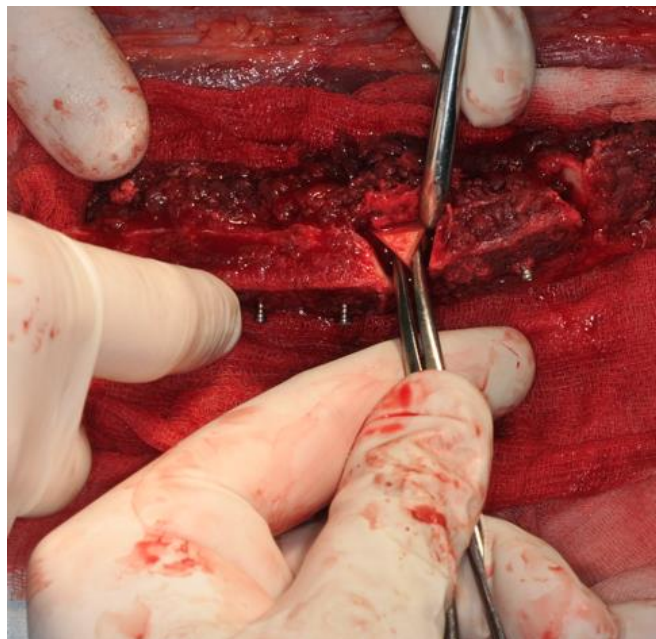


Рисунок 55. «Позиционирующие» винты в трансплантате

товленные при планировании отверстия. Это облегчает остеотомию, так как не требуется удерживать кость инструментами как это происходит, когда трансплантат сначала пересекают, а остеотомию выполняют потом. При этом, до выполнения остеотомии в малоберцовой кости выполняли сверление отверстий для фиксирующих винтов. Осуществляли это по проводнику для сверления, установленному в подготовленные заранее для этого каналы (рис. 54). Сразу после сверления в отверстия устанавливали винты со шляпкой диаметра меньшего чем диаметр отверстий в реконструктивной пластине. Мы называем эти винты «позиционирующими». Их функция станет ясна немного позже. Теперь может быть выполнена остеотомия трансплантата с последующим снятием шаблона и выделением самого малоберцового трансплантата. При этом «направляющие» винты остаются в кости и выступают над уровнем мышечной манжеты (рис. 55). Благодаря такой визуализации изогнутые перед операцией пластины могут быть легко позиционированы на трансплантате, а отверстия для фиксирующих пластину винтов легко найдены в мышечной ткани (рис. 56). Таким образом, этап забора и формирования малоберцового трансплантата проходил без лишних остановок и осуществлен с высокой точностью.

Подобный же алгоритм действий был применен в области нижней челюсти. Изготовленные в результате виртуозного хирургического планирования шаблоны для резекции нижней челюсти фиксировали к наружной поверхности нижней челюсти внутрикостными винтами. При этом внутренняя поверхность этих шаблонов конгруэнтна определенному участку наружной поверхности нижнечелюстной кости и поэтому они могут быть размещены только на запланированном участке кости. Перепиливание кости выполнено на запланированном уровне в плоскости, совпадающей с плоскостью остеотомии соответствующего конца трансплантата.

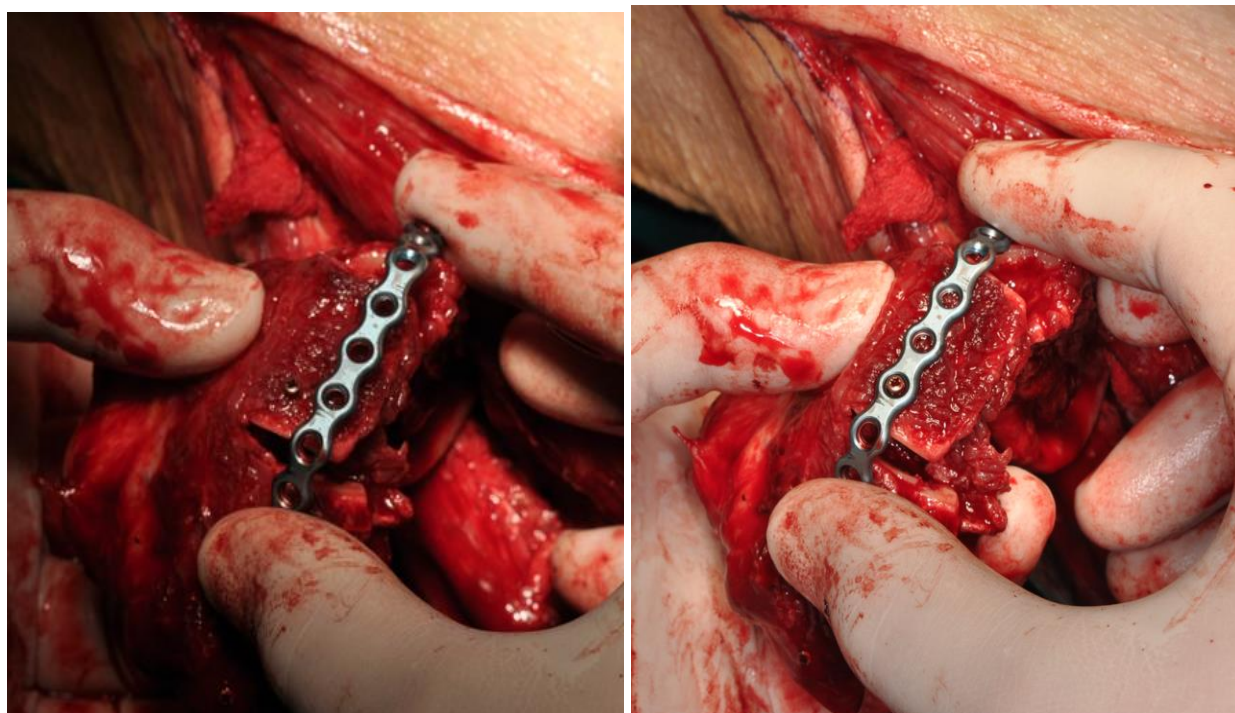


Рисунок 56. Позиционирование реконструктивной пластине на фрагменте трансплантата при помощи «позиционирующего» винта.

Как было описано ранее, в шаблоне имелись отверстия, в которые вставляли проводник для сверления (рис. 57). После сверления «направляющие» винты не устанавливали, так как наружная поверхность нижнечелюстной кости была скелетирована и на ней легко определялись эти отверстия. Как правило, к этому моменту малоберцовый трансплантат уже собран в «новую нижнюю челюсть», но не отсе-

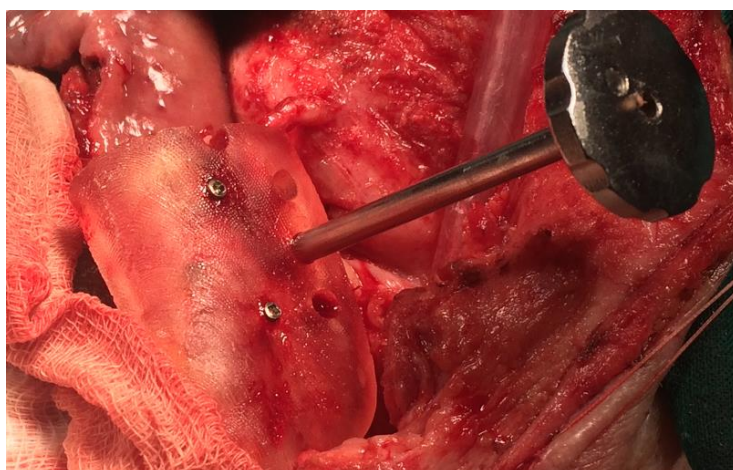


Рисунок 57. Использование хирургического шаблона для резекции и проводника для сверления на нижней челюсти.

чен от питающих сосудов. Трансплантат может быть отсечен от сосудов голени и перенесен в дефект только после готовности реципиентных сосудов к наложению микрососудистых анастомозов. Отверстия фиксированной к трансплантату пластиной точно совпали с подготовленными для фиксирующих винтов отверстиями на нижней челюсти (рис. 58). Фиксация заняла около 2 минут. После чего возможно было приступить к наложению микрососудистых анастомозов.

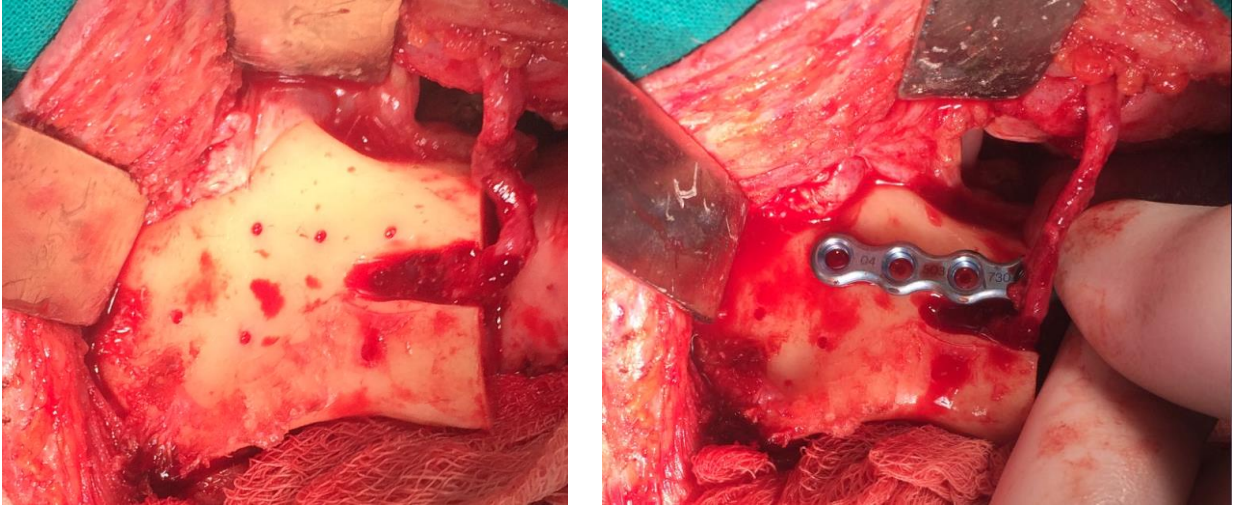


Рисунок 58. На скелетированной поверхности нижней челюсти хорошо заметны отверстия для фиксирующих винтов (слева), что позволяет легко позиционировать реконструктивную пластину (справа).

Дополнительным этапом при планировании данной операции было определение длины фиксирующих винтов. Поскольку положение реконструктивных пластин на нижней челюсти и малоберцовом трансплантате было известно, оставалось определить толщину кости в этих позициях. После того как реконструк-



Рисунок 59. Измерение глубины отверстий для фиксирующих винтов на пластиковой модели.

тивные пластины были изогнуты и фиксированы в нужном положении двумя винтами каждая, в остальных позициях для фиксирующих винтов были просверлены отверстия в модели. Глубина просверленных каналов была изменена при помощи

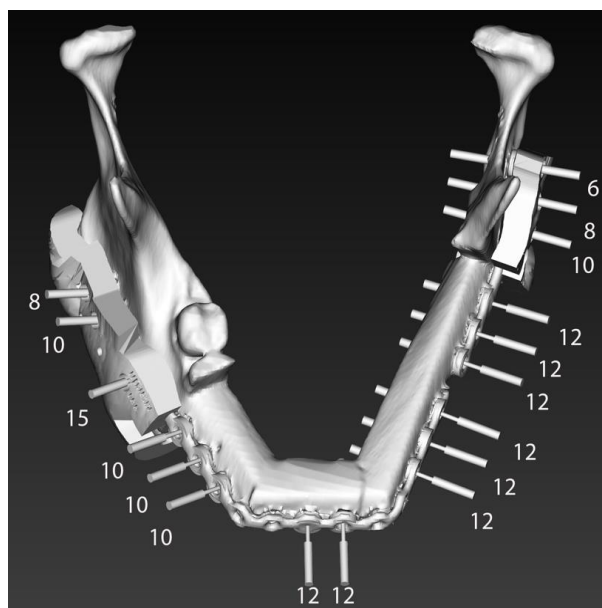


Рисунок 60. Схема расположения фиксирующих винтов на челюсти и трансплантате с указанием их длин-

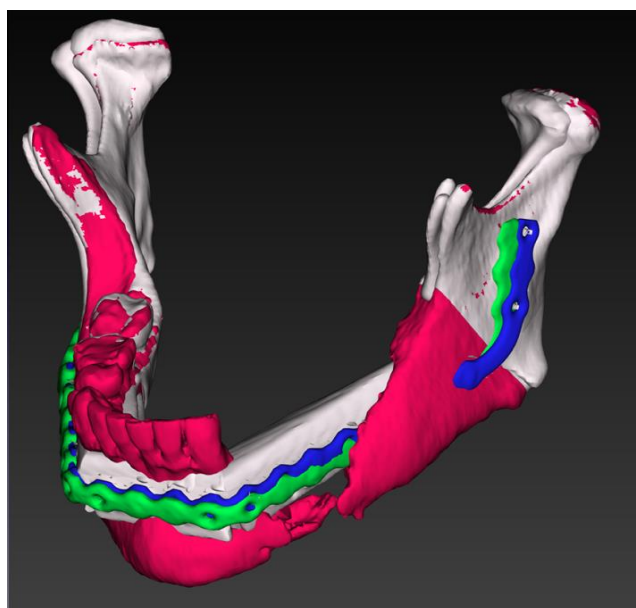


Рисунок 61. Сопоставление трехмерных моделей нижней челюсти до виртуального хирургического планирования (красный цвет), после планирования (синий) с трехмерной моделью после операции (зеленый).

измерительного зонда (глубиномера) (рис. 59). Данные были записаны и к началу операции были известны длины в каждом положении и количество винтов, которые потребуются для фиксации реконструктивных пластин (рис. 60). Мы назвали такую схему протоколом позиций и длин фиксирующих винтов.

В результате гистологического исследования удаленного в ходе операции материала №46232-237 от 07.09.2016г.: морфологическая картина асептического некроза кости. Признаков опухоли не обнаружено.

В послеоперационном периоде было выполнено МСКТ лицевого скелета. По полученным данным была построена трехмерная модель лицевого скелета, нижняя челюсть которой сопоставлена с трехмерными моделями нижней челюсти пациента до и после виртуального хирургического планирования (рис. 61). Очевидно, что отклонения положения фрагментов нижней челюсти, трансплантата и реконструктивных пластин минимальны. Спустя 10 месяцев после операции (рис.



Рисунок 62. Схема расположения фиксирующих винтов на челюсти и трансплантате с указанием их длины.

62) внешний вид пациента удовлетворительный, пациент может приступить к ортопедической реабилитации с целью повышения качества жизни.

По данной методике нами выполнено 57 реконструкций нижней челюсти. В основном дефект нижней челюсти захватывал подбородочный отдел нижней челюсти или подбородочный отдел и угол нижней челюсти. Так как при этом была необходимость выполнения хотя бы одной остеотомии трансплантата с целью повторения естественных изгибов нижней челюсти для ее реконструкции использовали малоберцовую кость. Здесь следует заметить, что основным направлением применения разработанного метода реконструктивной хирургии являются случаи, когда требуется выполнение одной или нескольких остеотомий. В этом случае, предложенный метод позволяет сократить время на придание трансплантату (как правило малоберцовому) нужной формы, фиксации его фрагментов к изогнутой перед операцией реконструктивной пластине. По нашим данным, среднее время, затрачиваемое на этот этап при описанном методе составило от 100 минут до 130, в зависимости от количества остеотомий. Вторым эффектом применения данного метода является точность выполнения операции в соответствие с планом. Сравне-

ние выполнялось путем сопоставления трехмерных моделей нижней челюсти после виртуального хирургического планирования и после операции.

В случае с использованием трансплантата из гребня подвздошной кости и отсутствии необходимости выполнять остеотомию трансплантата, применение предложенного метода позволяет добиться точного позиционирования трансплантата в дефекте нижней челюсти. В противном случае возможно смещение ветви или суставного отростка нижней челюсти, ухудшение условий для ортопедической реабилитации пациента с использованием дентальных имплантатов. Время операции при этом сокращается не существенно.

При заборе малоберцового трансплантата приходится пересекать мышцы с проходящими в них сосудами. Формируемая при этом обширная рана может стать причиной значительной потери крови. Постоянные задержки для остановки кровотечения удлиняют операционное время. Для предотвращения этих негативных явлений рекомендовано выполнять забор малоберцового трансплантата на обескровленной нижней конечности с наложением проксимально артериального жгута. Время наложения и снятия жгута обязательно отмечается анестезиологом в анестезиологической карте. Забор малоберцового трансплантата с выделением питающей ножки, как правило, завершается до снятия жгута. До применения разработанных нами шаблонов-накладок, после снятия жгута приступали к формированию трансплантата с последующим немедленным наложением микрососудистых анастомозов. Начало данного этапа, равно как и введение гепарина перед пуском крови по анастомозам также находят свое отражение в анестезиологической карте. С применением разработанных нами шаблонов, как правило, забор малоберцового трансплантата и его формирование завершаются со снятием жгута - не позднее 2-х часов. И только в отдельных случаях формирование трансплантата продолжается после снятия жгута. Данное обстоятельство позволило нам проанализировать истории болезни оперированных пациентов с целью уточнения времени, затраченного на забор и формирование малоберцового трансплантата. Это время было учтено в двух группах пациентов, по десять человек в каждой: без использования разработанных трансплантатов и с трансплантатами. Анализ

полученных данных показал, что в первой группе на забор и формирование мало-берцового трансплантата нами было потрачено 210 ± 20 минут, а во второй – 140 ± 20 минут.

Таким образом, предложенный нами метод планирования реконструктивной операции на нижней челюсти с использованием реваскуляризированного мало-берцового трансплантата, в котором учитывается информация о положении реконструктивных пластин путем сканирования модели в компьютерном томографе, дополнительном виртуальном планировании положения фиксирующих винтов и перенесении этой информации на хирургические шаблоны, позволяет сократить время операции в среднем на 70 минут и добиться высокой точности совпадения результата операции с планируемой моделью.

Глава 5. Заключение

Высокий уровень онкологических заболеваний и травматизма челюстной лицевой области, ее функциональная и эстетическая значимость свидетельствуют о важности вопроса устранения дефектов этой зоны. Современный уровень развития реконструктивной микрохирургии позволяет устранять дефекты практически любых размеров при помощи реваскуляризированных трансплантатов. Одновременно с этим сохраняет актуальность вопрос планирования и точного исполнения реконструктивных операций на лицевом скелете.

В настоящее время «золотым стандартом» для замещения дефектов нижней челюсти являются реваскуляризированные аутооттрансплантаты. Несмотря на техническую сложность, аутооттрансплантация костного или костно-мягкотканного лоскута с восстановлением в нем кровообращения расширила возможности хирурга. Такие лоскуты применимы в условиях контаминированной раны, в условиях выраженных рубцов, а также в области, на которую было осуществлено воздействие лучевой терапии. Появилась возможность устранять протяженные костные дефекты в комбинации с обширными мягкоткаными дефектами. Подготовка к подобным операциям требует от хирурга незаурядного пространственного мышления, а также умения организовать взаимодействие хирургов во время многочасовых операций.

В практике челюстно-лицевого хирурга наиболее часто встречаются дефекты нижней челюсти. Сложная форма нижнечелюстной кости, участие ее в формировании синхронно работающих височно-нижнечелюстных суставов, а также наличие зубов требуют сложных и точных стереометрических расчетов при подготовке к реконструктивно-пластической операции на ней. «Рабочей лошадкой»

при устранении дефектов нижней челюсти является малоберцовый трансплантат. Вторым по частоте использования в этих целях является реваскуляризированный трансплантат из гребня подвздошной кости.

Методика забора обоих трансплантатов хорошо описана во множестве руководств и научных публикаций. Основная сложность заключается в выборе трансплантата для конкретной клинической ситуации, а также придание ему формы максимально повторяющей утраченный участок нижней челюсти.

Середина 90-х гг. – начало изготовления трехмерных моделей биологических объектов с целью повышения качества хирургического лечения пациентов. Изготовление этих моделей осуществлялось методом стереолитографии под данным компьютерной томографии. Эти модели, чаще всего, используются в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии, травматологии при планировании операций по устранению посттравматических и врожденных дефектов. С появлением стереолитографических моделей планировать и выполнять реконструктивные операции стало значительно легче. И все же, стереолитографические модели являются образцом, шаблоном, ориентируясь на который и выполнялось формирование трансплантата.

Предпринятая нами работа посвящена изучению возможностей и клинической апробации разработанного нами метода планирования и выполнения реконструктивно-пластических операций на нижней челюсти с использованием реваскуляризированных аутооттрансплантатов на основе комплексной трехмерной визуализации реципиентной и донорской зон с использованием хирургических шаблонов, изготовленных методом стереолитографии.

Применение виртуального хирургического планирования на основе трехмерных изображений при костно-реконструктивных операциях позволяет выбрать оптимальную донорскую зону, а предложенные хирургические шаблоны-накладки с максимальной точностью воспроизвести результаты виртуального хирургического планирования в операционной. Все это сокращает операционное время, снижает вероятность послеоперационных осложнений, способствует скорейшей реабилитации пациента. Кроме этого, предложенный нами метод не тре-

бует значительных финансовых затрат, сочетая в себе одновременно качество, быстроту и доступность.

Наше исследование было осуществлено на базе Центра челюстно-лицевой хирургии и стоматологии ФГКУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны. В период с 2007 по 2017 годы нами произведено обследование и лечение 57 пациентов с дефектами нижней челюсти, которым были выполнены реконструктивные операции с использованием малоберцового реваскуляризированного трансплантата. У большинства больных дефект нижней челюсти сформировался в результате удаления опухолей – 48 (84%); в трех случаях (5%) дефект нижней челюсти сформировался в результате огнестрельного ранения, в 5 случаях (9%) резекция нижней челюсти была выполнена по поводу лучевого остеонекроза и в одном случае (2%) выраженная атрофия нижней челюсти с патологическим переломом после неоднократных попыток выполнить остеосинтез в других учреждениях послужила поводом к резекции остаточной кости нижней челюсти и выполнению ее реконструкции. Среди больных со злокачественными заболеваниями преобладали местно-распространенные опухоли (93%). В большинстве случаев дефект нижней челюсти включал участок с изгибом: подбородочный отдел, угол нижней челюсти или два этих участка одновременно. Таких больных было 45. Дефект нижней челюсти у них сочетался с дефектом слизистой оболочки в 23 случаях, дефектом кожи в 6 случаях, с одномоментным сочетанием дефекта кожи и слизистой оболочки полости рта в 7 случаях, в остальных 9 случаях устранять покровные ткани не потребовалось. Минимальный возраст больного был 19 лет, максимальный – 76. Средний возраст больных в этой группе составил 47,4 года.

Предварительная обработка томограмм, построение трехмерных объектов и работа с ними требует навыков работы со специальными программами и, самое главное, времени. Основные сложности обработки данных компьютерного моделирования – это наличие в картинках-срезах шумов и артефактов. Шум и пространственная однородность – различные КТ-числа для ткани с однородной плотностью, вызванные недостатками прохождения фотонов через ткань. В зави-

симости от источника возникновения, шум разделяют на квантовый (результат ограничения фотонов, достигающих датчиков), электронный (вызванный электрическим взаимодействием в самой системе), вычислительный (приближения, используемые в процессе измерения) и лучевой (вызванный рассеиванием излучения). Артефактами изображений в компьютерной томографии называют любое несоответствие между КТ-числами реконструированного изображения и истинными коэффициентами ослабления объекта. Технология реконструкции изображения такова, что измерения на всех детекторах суммируются, поэтому на изображениях проявляются любые ошибки измерений. К примеру, при работе с данными компьютерной томографии челюстно-лицевой области источниками артефактов становятся объекты с высокой плотностью – сделанные из металла коронки зубов.

Кроме того, такое программное обеспечение дорого, а содержание инженера, обладающего навыками работы с этими программами экономически не выгодно. По этой причине целесообразно использовать возможности существующих фирм, осуществляющих услуги по трехмерному моделированию и изготовлению различных объектов. В своей практике с этой целью мы сотрудничаем с ИПЛИТ РАН (г. Шатура).

После создания виртуального скелета, дальнейшая работа над трехмерным объектом выполняется под руководством врача. Современные коммуникационные возможности позволяют осуществлять такое взаимодействие без непосредственного физического присутствия обоих специалистов в одном месте. В нашем случае совместная работа осуществлялась посредством видеоконференции в программе TeamViewer, которая доступна для бесплатного некоммерческого использования. В ходе видеоконференции хирург имеет возможность наблюдать экран компьютера инженера, общаться с ним посредством встроенной в программу TeamViewer голосовой связи, а в случае необходимости, принимать управление курсором удаленного компьютера с целью управления процессом планирования непосредственно.

Подобное виртуальное хирургическое планирование может осуществляться многократно: промежуточные этапы планирования могут быть сохранены, планирование продолжено с любого из этапов, либо начато заново. После завершения виртуального планирования хирург может изучить результат, представленный stl моделью, полученной по почте и загруженной, к примеру, в программе 3D PDF Viewer (распространяется бесплатно). После утверждения результата, трехмерную модель печатали на трехмерном принтере путем стереолитографии.

Первым этапом планирования резекции нижней челюсти с одномоментным устранением дефекта малоберцовым трансплантатом является выбор левой или правой голени в качестве донорской зоны. Принятие данного решения основывалось на следующих факторах: отсутствие патологии сосудов голени, необходимость включения в состав трансплантата кожного лоскута, близость к реципиентным сосудам, способным обеспечить адекватное кровоснабжение трансплантата. При сформированном и помещенном в дефект трансплантате его сосудистая ножка и, в случае включения в трансплантат кожного лоскута, задняя фасциальная перегородка с кожными перфорантами, должны находиться в стороне от зоны наложения фиксирующих пластин. Для облегчения пространственной ориентации целесообразно иметь стереолитографические модели малоберцовых костей с отмеченным на них ходом малоберцовых сосудов и кожных перфорант, модель нижней челюсти. Следующим шагом является определение уровня дистальной остеотомии малоберцовой кости. Мы всегда выполняем дистальную остеотомию отступя от мыщелка 8-9 см. Таким образом, моделирование начинаем с самого дистального уровня малоберцовой кости без угрозы нарушения функции голеностопного сустава. При таком подходе в нашем распоряжении имеется малоберцовая кость максимально возможной длины, либо максимально длинная сосудистая ножка. В ходе планирования мы не принимаем в расчет место входа в кость питающего малоберцовую кость сосуда. Сохранение этого его особенно бессмысленно, когда речь идет об остеотомиях, в ходе которых данный сосуд, проходящий в кости будет неизбежно пересечен все сосуды. Кровоснабжение фраг-

ментов малоберцового трансплантата осуществляется за счет периостальных сосудов, проходящих в мышечной манжете, окружающей кость.

В ходе формирования новой челюсти следует уделять особое внимание следующим этапам: отсутствие ступени в области стыка фрагментов трансплантата и трансплантата с фрагментами нижней челюсти; восстановление нижнего контура нижней челюсти не является самоцелью – важнее создать оптимальные условия для последующей ортопедической реабилитации. Поэтому оптимальным является ориентировка на имеющиеся зубы как нижней, так и верхней челюсти. Особое место занимают те случаи, когда зубы отсутствовали на обеих челюстях, либо дефект нижней челюсти уже имелся и ее фрагменты были смещены. Тогда требовалось восстановить правильное их положение, а ориентиром для этого служила виртуальная нижняя челюсть другого пациента, взятая из имеющейся в нашем распоряжении базы данных от планирования предыдущих операций. Масштаб и форма «донорской» нижней челюсти могут быть изменены в соответствие с цефалометрическими данными черепа пациента.

Следующим этапом планирования является создание инструментов, позволяющих получить в операционной результат, аналогичный виртуальному планированию – хирургические шаблоны. В 2012 году для резекции нижней челюсти мы применили хирургический шаблон, в котором был использован принцип, аналогичный таковому в шаблонах для дентальной имплантации – фиксация на зубы. Внутренняя поверхность этого шаблона точно повторяла форму зубов, на которые этот шаблон надевался. Передний край шаблона соответствовал уровню резекции нижней челюсти и задавал плоскость, в которой эта резекция должна была выполняться. В результате, резекция нижней челюсти осуществлялась точно в соответствии с планом операции. Появление пациента с беззубой нижней челюстью стало причиной рождения нового решения – фиксировать шаблон к наружной поверхности нижнечелюстной кости, и сделать то же самое на малоберцовой. Был получен новый хирургический шаблон, внутренняя поверхность которого была конгруэнтна наружной поверхности кости той области, где этот шаблон должен был быть применен. Благодаря этому, он мог быть размещен

только в одном, запланированном, положении. Для предотвращения его смещения в ходе работы силовых инструментов, была предусмотрена его фиксация к кости винтами.

В каждом хирургическом шаблоне-накладке для резекции нижней челюсти и в каждом фрагменте шаблона для поднадкостничной остеотомии малоберцовой кости должно быть предусмотрено как минимум одно отверстие для фиксации этого шаблона к кости. В нашем случае фиксация осуществлялась винтами диаметром 2 мм, соответственно диаметр отверстий для фиксации был 2,2 мм. Фиксирующий винт должен свободно проходить через отверстие для обеспечения «якорного» эффекта, т.е. притягивания шаблона к кости. Особенностью шаблона для поднадкостничной резекции малоберцовой кости является полтора миллиметровый зазор для мышечной манжеты. Для правильного позиционирования шаблонов на челюсти пациента целесообразно включать в проект естественные изгибы челюсти, такие как угол нижней и симфиз нижней челюсти.

Модели и шаблоны попадают в клинику посредством курьерской службы в течение одного-двух дней. В операционной понадобятся: модель резецированной нижней челюсти с трансплантатом в дефекте, шаблоны для резекции нижней челюсти, шаблоны для поднадкостничной остеотомии малоберцовой кости.

Модели, хирургические шаблоны и реконструктивные пластины стерилизуют путем газовой стерилизации, но, при отсутствии такой возможности, может быть использовано автоклавирование при температуре 121 градус по Цельсию.

Одним из важных преимуществ наличия трехмерной модели перед операцией, является возможность подготовить реконструктивные пластины заранее. Это позволяет сократить продолжительность операции на время, затраченное на их изгибание. Несмотря на это, в ходе этапа фиксации фрагментов трансплантата к реконструктивной пластине всякий раз сталкивались со сложностью позиционирования и фиксации пластины. Это отнимало время. Проблема позиционирования связана с наличием вокруг фрагментов малоберцовой кости мышечной манжеты, которая скрывает поверхность кости и ориентиры на ней. Поскольку пластина была изогнута и позиционирована на пластиковой модели в определенном

положении, любая погрешность при последовательной фиксации фрагментов приводит к накоплению этой погрешности, а в конечном итоге – к смещению фрагментов, нарушению контура челюсти, смещению суставных головок относительно их анатомического положения. Проблема фиксации, связана с необходимостью удержания фрагментов малоберцовой кости во время работы сверла противодействующую силе давления и вращения сверла, при этом сохраняя правильное положение и пластины и фрагмента трансплантата. Как было сказано выше, трансплантат покрыт мышечной манжетой, в которой проходят сосуды, кровоснабжающие его. Во время захвата кости и пластины инструментами эти сосуды могут быть легко повреждены. Результат многочасовой операции будет испорчен буквально одним движением. Требовалось доработать метод, усовершенствовать данный этап. На рынке существуют продукты, которые позволяют получать индивидуальную реконструктивную пластину путем трехмерной печати из титана. Положение отверстий для винтов в такой пластине учитывают в шаблонах для сверления. Основными недостатками являются: высокая стоимость, длительность процесса планирования, изготовления и доставки пластины, шаблонов и модели. Все это делает такие продукты практически недоступными нашим пациентам. Подобные сервисы на нашем рынке единичны. Все они пытаются копировать описанный выше, используют зарубежные принтеры и программное обеспечение, что существенно удорожает подобные решения. Дополнительно к этому, полностью повторить зарубежные аналоги не получается. Так, к примеру, в имеющихся российских аналогах отсутствуют блокируемые винты, не лицензирован титан, из которого осуществляется создание реконструктивных пластин.

Нам пришлось описанный выше процесс планирования удлинить на один этап. После изгибания реконструктивных пластин в нашем распоряжении проявляются реконструктивные пластины, форма которых повторяет определенные участки фрагментов нижней челюсти и фрагментов трансплантата. При этом отсутствует возможность расположить эти пластины в точно таком же положении. Чтобы получить эту возможность мы фиксировали пластины к модели нижней челюсти с замещенным дефектом малоберцовым трансплантатом. После этого,

модель с фиксированными к ней реконструктивными пластинами, помещали в аппарат для компьютерной томографии и сканировали в стандартном режиме с костной жесткостью. Полученные данные были преобразованы в трехмерную модель. Теперь в нашем распоряжении имелась виртуальная модель нижней челюсти, трансплантата и реконструктивных пластин, которые уже существуют физически. Оставалось распределить виртуальные модели фиксирующих винтов относительно отверстий в пластине и перенести эту информацию на шаблоны для резекции нижней челюсти и остеотомии малоберцовой кости.

При выполнении реконструктивной операции с использованием реваскуляризованного трансплантата продолжительность операции является одним из основных факторов, влияющим на ее успех. Качество – это тот критерий, который не требует объяснений и доказательств, особенно, когда речь идет о лечении, причем не важно хирургическом или терапевтическом. Качество жизни пациента – главный критерий, по которому оценивают эффективность лечения пациента. Синонимами слова «дешевый» являются: недорогой, примитивный, жалкий, недостойный. Применительно к технологиям - это несовременный, неэффективный, устаревший. Жизнь человека есть высшая ценность на планете. Ее прекращение ведет к пересмотру иных ценностей независимо от их масштабности. В таком случае, справедливо ли для спасения этой "пере всех вещей" использовать что-то другое кроме самого эффективного и самого современного? Жизнь показывает – да. В действительности так и происходит – качество стоит дорого. Данное исследование опровергает устоявшуюся парадигму. Разработанный метод подготовки и выполнения реконструктивной операции на нижней челюсти позволяет объединить «быстро», «качественно» и «дешево», читай «доступно». Таким образом, нами был разработан алгоритм планирования реконструктивной хирургии нижней челюсти, как первичной так и вторичной, с изготовлением моделей и хирургических шаблонов, которые дают возможность выполнять эти операции с высокой степенью точности, сокращают продолжительность таких операций, что способствует снижению числа осложнений, а также улучшению качества жизни пациентов благодаря высокому эстетическому и функциональному результату, в

том числе за счет создания оптимальных условий для ортопедической реабилитации.

ВЫВОДЫ

1. По данным нашей клиники, у пациентов с обширными дефектами нижней челюсти в 87% случаев было показано использование реваскуляризованного аутотрансплантата из малоберцовой кости.
2. Применение компьютерного моделирования в программе Magics (Materialise, Бельгия) позволяет без изготовления стериолитографических моделей и проведения модельной хирургии, а также без дополнительного сканирования, виртуально смоделировать и получить файлы в формате STL, по которым на 3D принтере изготавливаются хирургические шаблоны-накладки с направляющими каналами и отверстиями для сверления и остеотомии.
3. Разработанная методика трехмерного планирования при устранении дефектов нижней челюсти с использованием хирургических шаблонов-накладок с направляющими каналами для сверления отверстий под фиксирующие внутрикостные винты четко определяет последовательность в работе хирурга во время операции, строго регламентирует его действия, облегчает процесс моделирования трансплантата, обладает высокой степенью точности в воспроизведении планируемых результатов. В 90% случаев результат операции совпал с трехмерной моделью, полученной в ходе планирования операции.
4. Использование разработанных хирургических шаблонов-накладок для остеотомии малоберцовой кости позволяет сократить время забора и формирования трансплантата в среднем на 70 минут.
5. Внедрение в клиническую практику разработанной методики планирования и проведения оперативного вмешательства позволяет выполнять операцию технологично, сократить время от формирования трансплантата до его фиксации

и восстановления кровотока, снизить количество осложнений при проведении таких операций до 8,5%.

Практические рекомендации

1. При выполнении реконструктивной операции по устранению дефекта нижней челюсти при помощи малоберцового реваскуляризованного аутотрансплантата рекомендуется использовать хирургические шаблоны-накладки и изогнутые перед операцией реконструктивные пластины.
2. Для выполнения операции достаточно иметь набор из хирургических шаблонов-накладок для резекции нижней челюсти или «освежения» ее краев, хирургического шаблона-накладки для остеотомии малоберцового трансплантата, а также изогнутых до операции реконструктивных пластин.
3. При устранении дефекта нижней челюсти малоберцовым реваскуляризованным трансплантатом целесообразно использовать реконструктивные пластины толщиной 2,0-2,4 мм с блокируемыми винтами.
4. В случае устранения дефекта подбородочного отдела нижней челюсти, целесообразно использовать отдельные пластины для фиксации фрагментов малоберцовой кости между собой и фиксации трансплантата к фрагментам нижней челюсти.
5. При планировании диаметра направляющих каналов в шаблоне под него, достаточно учесть наружный диаметр проводника, прибавив к диаметру 0,2 мм.
6. Хирургические шаблоны-накладки фиксировать к поверхности кости винтами 2,0 мм через предусмотренные для этого отверстия диаметром 2,2 мм для предотвращения смещения шаблонов во время работы силового инструмента.
7. При планировании хирургических шаблонов-накладок, их размещать с захватом естественных изгибов и неровностей кости для точного позиционирования.

ния.

8. Между хирургическим шаблоном-накладкой для остеотомии малоберцовой кости и поверхностью малоберцовой кости должен быть предусмотрен зазор 1,0-1,5 мм для мышечной манжеты. Для хирургических шаблонов-накладок для резекции нижней челюсти зазоры предусматривать не надо.
9. Хирургический шаблон-накладку на малоберцовую кость размещать только на ее наружной поверхности с захватом переднего гребня для предотвращения травмы питающих кость сосудов.
10. Использование «позиционирующих» винтов повышает точность и облегчает реконструктивной пластины.
11. Фрагменты малоберцовой кости должны быть собраны в «новую» челюсть до отсечения от питающих сосудов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артыков К.П. Реконструкция обширных концевых дефектов нижней челюсти ревааскуляризованными малоберцовыми аутотрансплантатами / К.П. Артыков // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 2009. – № 2. – С. 16-23.
2. Белоусов А.Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия / А.Е. Белоусов. – Санкт-Петербург, 1998. – 744 с.
3. Вербо Е.В. Возможности применения ревааскуляризованных аутотрансплантатов при пластическом устранении комбинированных дефектов лица : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е.В. Вербо. – Москва, 2005. – 47 с.
4. Галич С.П. Реконструкция нижней челюсти с применением сложносоставных комплексов тканей / С.П. Галич // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 2011. – № 1. – С. 31-39.
5. Диков Ю.Ю. Реконструкция нижней челюсти с использованием микрохирургических методов у больных с опухолями челюстно-лицевой области : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ю.Ю. Диков. – Москва, 2014. – 25 с.
6. Дюрягин Н.М. Реконструкция мышелка нижней челюсти эндопротезами из никелида титана / Н.М. Дюрягин // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 2010. – № 2. – С. 32-38.
7. Замещение дефектов нижней зоны лица после удаления новообразований нижней челюсти / А.И. Неробеев [и др.] // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 1997. – № 3. – С. 24-31.

8. Кадыров М.Х. Реконструктивная хирургия дефектов нижней челюсти : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / М.Х. Кадыров. – Москва, 2007. – 21 с.
9. Калакуцкий Н.В. Костная пластика нижней челюсти васкуляризованными аутотрансплантатами : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 43 с.
10. Компьютерное биомоделирование / А.В. Евсеев [и др.]. – Москва : ИПЛИТ, 2001. – 175 с.
11. Костная пластика нижней челюсти внутриротовым доступом / П.Г. Сысолятин [и др.] // Стоматология. – 2009. – № 3. – С. 7-11.
12. Микрохирургическая аутотрансплантация тканей – комплексная медицинская реабилитация в онкологии // Реабилитация онкологических больных при функционально-щадящем лечении / под ред. И.В. Решетова. – Москва : Медицина, 1995. – С. 3-9.
13. Митрошенков П.Н. Пластика дефектов нижней челюсти с использованием реконструктивных имплантатов системы «Unilock» / П.Н. Митрошенков // Новое в стоматологии. – 2007. – № 5. – С. 33-42.
14. Панин И.А. Костная пластика нижней челюсти внутриротовым доступом : автореф. дис. ... канд. мед. наук / И.А. Панин. – Москва, 2004. – 26 с.
15. Петровский Б.В. Микрохирургия / Б.В. Петровский, В.С. Крылов. – Москва : Наука, 1976. – 187 с.
16. Поляков А.П. Микрохирургическая реконструкция челюстно-лицевой зоны реберными трансплантатами у онкологических больных : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.П. Поляков. – Москва, 2002. – 25 с.
17. Рапекта С.И. Пластика дефектов нижней челюсти углеродными трансплантатами «Углекон-М» : автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.И. Рапекта. – Москва, 2008. – 25 с.
18. Соболевский В.А. Реконструктивная хирургия в лечении больных с местнораспространенными опухолями костей, кожи и мягких тканей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / В.А. Соболевский. – Москва, 2008. – 55 с.

19. Состояние онкологической помощи населению России в 2013 году. – Москва : МНИОИ им. П.А. Герцена, 2014. – 235 с.
20. Танеева А.Ш. Комбинированные реконструктивно-пластические операции при местно-распространенных опухолях орофарингеальной области : дис. ... канд. мед. наук / А.Ш. Танеева. – Москва, 2005. – 130 с.
21. Топольницкий О.З. Костная пластика нижней челюсти у детей и подростков композитными материалами на основе акрилатов : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / О.З. Топольницкий. – Москва, 2002. – 38 с.
22. Христофорандо Д.Ю. Пластика субтотального дефекта подбородочного отдела нижней челюсти / Д.Ю. Христофорандо // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 2005. – № 1. – С. 71-72.
23. Черобыло С.А. Применение лазерной стереолитографии в реконструктивной челюстно-лицевой хирургии [Электронный ресурс] / С.А. Черобыло, А.В. Евсеев, П.Н. Митрошенков. – 2005. – URL: http://nuclphys.sinp.msu.ru/school/s09/09_40.pdf
24. A combined approach to benign but advanced mandibular tumor / S.P. Hao [et al.] // *Auris Nasus Larynx.* – 1998. – Vol. 25, № 3. – P. 285-288.
25. A comparison of stresses in implantation for grafted and plate-and-screw mandible reconstruction / T. Nagasao [et al.] // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2010. – Vol. 109, № 3. – P. 346-356.
26. A simple and cost effective template for central segment reconstruction of mandible with free fibula flap / P.S. Yadav [et al.] // *J. Maxillofac. Oral Surg.* – 2010. – Vol. 9, № 3. – P. 256-260.
27. Aitasalo K. The success rate of free flaps after preoperative irradiation in head and neck reconstruction / K. Aitasalo, M. Relander, E. Virolainen // *Ann. Chir. Gynaecol.* – 1997. – Vol. 86, № 4. – P. 311-317.
28. An alternative approach for mandible reconstruction / X.F. Bai [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2013. – Vol. 24, № 2. – P. 195-198.

29. Analysis of functional outcomes in patients with mandible reconstruction using vascularized fibular grafts / M. Sakuraba [et al.] // *Microsurgery*. – 2017. – Vol. 37, № 2. – P. 101-104.
30. Analysis of microvascular free flaps for reconstruction of advanced mandibular osteoradionecrosis: a retrospective cohort study / D.L. Hirsch [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2008. – Vol. 66, № 12. – P. 2545-2556.
31. Analysis of risk factors associated with microvascular free flap failure using a multi-institutional database / A.K. Wong [et al.] // *Microsurgery*. – 2015. – Vol. 35, № 1. – P. 6-12.
32. Application of computer aided design/computer aided manufactured techniques in mandible defect reconstruction / X. Xu [et al.] // *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. – 2007. – Vol. 42, № 8. – P. 492-495.
33. Application of CTA and CAD\CAM techniques in mandible reconstruction with free fibula flap / T. Zhang [et al.] // *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi*. – 2006. – Vol. 22, № 5. - P. 325-327.
34. Assessment of donor-site morbidity using balance and gait tests after bilateral fibula osteoseptocutaneous free flap transfer / J.Y. Lin [et al.] // *Ann. Plast. Surg.* – 2009. – Vol. 62, № 3. – P. 246-251.
35. Bilobed skin paddle fibula flap for large oromandibular defects / B. Longo [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2013. – Vol. 24, № 4. – P. e327-e330.
36. Biomechanics of mandibular reconstruction: a review / R.C.W. Wong [et al.] // *Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2010. – Vol. 39, № 4. – P. 313–319.
37. Blackwell K.E. Donor site evaluation for fibula free flap transfer / K. Blackwell // *Am. J. Otolaryngol.* – 1998. – Vol. 19, № 2. – P. 89-95.
38. Blackwell K.E. Lateral mandibular reconstruction using soft-tissue free flaps and plates / K.E. Blackwell, D. Buchbinder, M.L. Urken // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1996. – Vol. 122, № 6. – P. 672-678.
39. Burkey B.B. Current concepts in oromandibular reconstruction / B.B. Burkey, J.R. Coleman // *Otolaryngol. Clin. N. Am.* – 1997. – Vol. 30, № 4. – P. 607- 630.

40. Ceulemans P. Flow-through anterolateral thigh flap for a free osteocutaneous fibula flap in secondary composite mandible reconstruction / P. Ceulemans, S.O. Hofer // *Br. J. Plast. Surg.* – 2004. – Vol. 57, № 4. – P. 358-361.
41. Comparison of fibular and scapular osseous free flaps for oromandibular reconstruction: a patient-centered approach to flap selection / S.A. Dowthwaite [et al.] // *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2013. – Vol. 139, № 3. – P. 285-292.
42. Complications after reconstruction by plate and soft-tissue free flap in composite mandibular defects and secondary salvage reconstruction with osteocutaneous flap / F.C. Wei [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2003. – Vol. 112, № 1. – P. 37–42.
43. Complications of vascularised fibula graft for reconstruction of long bones / K. Arai [et al.] // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2002. – Vol. 109, № 7. – P. 2301-2306.
44. Computer simulation and rapid prototyping for the reconstruction of the mandible / P. Juergens [et al.] // *Oral Maxillofac. Surg.* – 2009. – Vol. 67, № 10. – P. 2167-2170.
45. Contemporary reconstruction of the mandible / M. Bak [et al.] // *Oral Oncol.* – 2010. – Vol. 46, № 2. – P. 71-76.
46. Cordeiro P.G. Soft tissue coverage of mandibular reconstruction plates / P.G. Cordeiro, D.A. Hidalgo // *Head Neck.* – 1994. – Vol. 16, № 2. – P. 112-115.
47. Decision-making algorithm in treatment of the atrophic mandible fractures / F. De Feudis [et al.] // *J. Chir.* – 2014. – Vol. 35, № 3-4. – P. 94-100.
48. Deep circumflex iliac artery flap with osseointegrated implants for reconstruction of mandibular benign lesions: clinical experience of 33 cases / X. Qu [et al.] // *Irish J. of Medical Sciences.* – 2013. – Vol. 182, № 3. – P. 493-498.
49. Deep circumflex iliac artery free flap in mandible reconstruction / E.D. Rodriguez [et al.] // *Atlas Oral Maxillofac. Surg. Clin. North Am.* – 2006. – Vol. 14, № 2. – P. 151-159.
50. Desai S.C. Use of recombinant human bone morphogenetic protein 2 for mandible reconstruction / S.C. Desai, A. Sclaroff, B. Nussenbaum // *JAMA Facial Plast Surg.* – 2013. – Vol. 15, № 3. – P. 204-209.

51. Desmoid fibroma of the mandible in a child and one-stage reconstruction / F.J. Carrera-Gómez [et al.] // *Gac. Med. Mex.* – 2002. – Vol. 138, № 3. – P. 275-279.
52. Diabetes as main risk factor in head and neck reconstructive surgery with free flaps / V. Valantini [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2008. – Vol. 19, № 4. – P. 1080-1084.
53. Disa J.J. Mandible reconstruction with microvascular surgery / J.J. Disa, P.G. Cordeiro // *Semin Surg Oncol.* – 2000. – Vol. 19, № 3. – P. 226-234.
54. Distraction osteogenesis in secondary microsurgical mandible reconstruction: report of seven cases / L. Li [et al.] // *J. Craniomaxillofac. Surg.* – 2008. – Vol. 36, № 5. – P. 273-278.
55. Donor site digital subtraction angiography before mandible reconstruction with free fibula transplantation / L. Seres [et al.] // *Fogorv. Sz.* – 2001. – Vol. 94, № 1. – P. 15-20.
56. Emerick K.S. State-of-the-art mandible reconstruction using revascularized free-tissue transfer / K.S. Emerick, T.N. Teknos // *Expert Rev. Anticancer Ther.* – 2007. – Vol. 7, № 12. – P. 1781-1788.
57. Esthetic and functional reconstruction of the posttumoral interrupted mandible with double-barrel fibular free flap graft: rationale for a microsurgical and prosthodontic approach / A.R. Paraque [et al.] // *J. Oral Implantol.* – 2011. – Vol. 37, № 5. – P. 571-577.
58. Evaluation of bone height of the free fibula flap in mandible reconstruction / T. Makiguchi [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2015. – Vol. 26, № 3. – P. 673-676.
59. Evaluation of patients' temporomandibular joint function after mandible reconstruction with free fibula flap / T. Zhang [et al.] // *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 26-29.
60. Evaluation of the ankle function following reconstruction of the donor defect with a split fibular bone after a vascularized fibular flap transfer / C.H. Hsieh [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2010. – Vol. 48, № 1. – P. 781-786.
61. Ewing sarcoma of the mandible in a child: interdisciplinary treatment concepts and surgical reconstruction / S. Schultze-Mosgau [et al.] // *J. of Craniofacial Surgery.* – 2005. – Vol. 16, № 6. – P. 1140-1146.

62. Expanding the Utilization of the Osteocutaneous Radial Forearm Free Flap beyond Mandibular Reconstruction / D.A. Silverman [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2016. – Vol. 32, № 5. – P. 361-365.
63. Fibula free flap for mandible reconstruction / A. Aydin [et al.] // *Kulak Burun Bo-gaz Ihtis Derg.* – 2004. – Vol. 13, № 3-4. – P. 62-66.
64. Fibula free flap for reconstruction of extensive mandibular osteoradionecrosis / A. Bozec [et al.] // *Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac.* – 2006. – Vol. 123, № 2. – P. 98-106.
65. Free fibula flap mandible reconstruction in benign mandibular lesions / U. Bilkay [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2004. – Vol. 15, № 6. – P. 1002-1009.
66. Free fibula one wedge technique for mandible reconstruction using fibula osteocu-taneous flaps / B. Nakayama [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2006. – Vol. 117, № 6. – P. 1980-1985.
67. Free fibular flap with periosteal excess for mandibular reconstruction / E. Trignano [et al.] // *Microsurgery.* – 2013. – Vol. 33, № 7. – P. 527-533.
68. Full 3D digital planning of implant supported bridges in secondarily mandibular reconstruction with prefabricated fibula free flaps / R.H. Schepers, G.M. Raghoe-bar, L.U. Lahoda, W.J. Van der Meer, J.L. Roodenburg, A. Vissink, H. Reintsema, M.J. Witjes // *Head and Neck Oncology.* – 2012. – № 5. – P. 44-46.
69. Functional outcomes of virtually planned free fibula flap reconstruction of the mandible / T. Avraham [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2014. – Vol. 134, № 4. – P. 628-634.
70. Gaggl A.J. A combined superficial inferior epigastric artery flap and vascularized iliac crest flap in the reconstruction of extended composite defects of the posterior mandible and adjacent soft tissue: firstclinical results / A.J. Gaggl, H. Bürger, F.M. Chiari // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2011. – Vol. 40, № 2. – P. 162-168.
71. Gallegos-Hernández J.F. Fibular free-flap for mandibular reconstruction in patients undergoing mandibulectomy for oral cavity and one tumors: 10-year experience / J.F. Gallegos-Hernández, A. Martinez-Miramón // *Gac. Med. Mex.* - 2008. – Vol. 144, № 2. – P. 85-90.

72. Genden E. Mandibular reconstruction by vascularized free tissue transfer / E. Genden, B.H. Haughey // *Am. J. Otolaryngol.* – 1996. – Vol. 17, № 4. – P. 219-227.
73. Giant neglected desmoplastic ameloblastoma: reconstruction with free fibula flap / D. Cervelli [et al.] // *J. of Craniofacial Surgery.* – 2012. – Vol. 23, № 3. – P. e171-e174.
74. Hanasono M.M. Computer-assisted design and rapid prototype modeling in microvascular mandible reconstruction / M.M. Hanasono, R.J. Skoracki // *Laryngoscope.* – 2013. – Vol. 123, № 3. – P. 597-604.
75. Hanasono M.M. Craniofacial reconstruction following oncologic resection / M.M. Hanasono, T.M. Hofstede // *Neurosurg. Clin. N. Am.* - 2013. – Vol. 24, № 1. – P. 111-124.
76. Hanasono M.M. Important aspects of head and neck reconstruction / M.M. Hanasono, E. Matros, J.J. Disa // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2014. – Vol. 134, № 6. – P. 968-980.
77. Harnessing the potential of the free fibula osteoseptocutaneous flap in mandible reconstruction / C.G. Wallace [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2010. – Vol. 125, № 1. – P. 305-314.
78. Hidalgo D.A. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction / D.A. Hidalgo // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1989. – Vol. 84, № 1. – P. 71-79.
79. Hidalgo D.A. Free-flap mandibular reconstruction: a 10-year followup study / D.A. Hidalgo, A.L. Pusic // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2002. – Vol. 110, № 2. – P. 438-449.
80. Histomorphometric analysis of irradiated recipient vessels and transplant vessels of free flaps in patients undergoing reconstruction after ablative surgery / S. Schultze-Mosgau [et al.] // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2000. – Vol. 29, № 2. – P. 112-118.
81. Hyaden R. A neurosensory fibula flap: anatomical description and clinical applications / R. Hyaden, M.A. O'Leary // 94-th Annual Meeting of the American Laryngological, Rhinological, and Otological Society. – Waikoloa, Hawaii, 1991.

82. Immediate mandibular reconstruction with microsurgical fibula flap transfer following wide resection for ameloblastoma / J. Gerzenshtein [et al.] // J. of Craniofacial Surgery. - 2006. – Vol. 17, № 1. – P. 178-182.
83. Immediate reconstruction of mandibular defects with a composite sternocleidomastoid musculoclavicular graft / D.R. Barnes [et al.] // Archives of Otolaryngology. – 1981. – Vol. 107. – P. 711-714.
84. Increasing bony contact and overlap with computer-designed offset cuts in free fibula mandible reconstruction / N.T. Haddock [et al.] // J. Craniofac. Surg. – 2012. – Vol. 23, № 6. – P. 1592-1595.
85. Influence of prior radiotherapy on free tissue transfer in head and neck region / C. Mao [et al.] // Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2007. – Vol. 42, № 2. – P. 67-69.
86. Influence of prior radiotherapy on the development of postoperative complications and success of free tissue transfers in head and neck cancer reconstruction / B.P. Bengtson [et al.] // Am. J. Surg. – 1993. – Vol. 166, № 4. – P. 326-330.
87. Intra-operative acute leg ischaemia after free fibula flap harvest for mandible reconstruction / P. Astarci [et al.] // Acta Chir. Belg. – 2006. – Vol. 106, № 4. – P. 423-426.
88. Intraoperative radiotherapy for head and neck and skull base cancer / A.D. Pinheiro [et al.] // Head Neck. – 2003. – Vol. 25, № 3. – P. 217-225.
89. Is Mandibular Reconstruction Using Vascularized Fibula Flaps and Dental Implants a Reasonable Treatment? / C. Jacobsen [et al.] // Clin. Implant. Dent. Relat. Res. – 2012. – Vol. 16, № 3. – P. 419-428.
90. Jaw in a day: total maxillofacial reconstruction using digital technology / J.P. Levine [et al.] // Plastic and Reconstructive Surgery. – 2013. – Vol. 131, № 6. – P. 1386-1391.
91. Kaban L.B. Correction of hemifacial microsomia in the growing child: a follow up study / L.B. Kaban, M.H. Moses, J.B. Mulliken // Cleft. Palate J. – 1986. – Vol. 23, Suppl. 1. – P. 50-52.

92. Kaban L.B. Surgical correction of hemifacial microsomia in the growing child / L.B. Kaban, M.H. Moses, J.B. Mulliken // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1988. – Vol. 82, N 1. – P. 9-19.
93. Kim E.K. Use of free tissue transfers in hand neck reconstruction / E.K. Kim, M. Evangelista, G.R. Evans // *J. of Craniofacial Surgery.* – 2008. – Vol. 19, № 6. – P. 1577–1582.
94. Kim J.E. Mandible reconstruction / J.E. Kim, J.M. Broyles, J.M. Sacks // *Eplasty.* – 2013. – № 1. – P. 13-19.
95. Leclère F.M. Blood supply to the human sternocleidomastoid muscle and its clinical implications for mandible reconstruction / F.M. Leclère, C. Vacher, T. Benchaa // *Laryngoscope.* – 2012. – Vol.122, № 11. – P. 2402-2406.
96. López-Arcas J.M. Fibula free flap splitting for mandible reconstruction: A technical note / J.M. López-Arcas, M. Burgueño. J.L. Del Castillo // *J. Maxillofac. Oral Surg.* – 2009. – Vol. 8, № 1. – P. 17-18.
97. Lutz B.S. Microsurgical workhorse flaps in head and neck reconstruction / B.S. Lutz, F.C. Wei // *Clinics in Plastic Surgery.* – 2005. – Vol. 32, № 3. – P. 421–430.
98. Maciejewski A. Fibula free flap for mandible reconstruction: analysis of 30 consecutive cases and quality of life evaluation / A. Maciejewski, C. Szymczyk // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2007. – Vol. 23, № 1. – P. 1-10.
99. Maciejewski A. Triple skin island fibula free flap: a good choice for combined mandible and tongue defect reconstruction / A. Maciejewski, C. Szymczyk, J. Wierzgoń // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2008. – Vol. 24, № 7. – P. 461-468.
100. Mandible reconstruction / B.A. Miles [et al.] // *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2010. – Vol. 18, № 4. – P. 317-322.
101. Mandible reconstruction and autogenous frozen bone graft: experimental study on rats / C. Garusi [et al.] // *Microsurgery.* – 2001. – Vol. 21, № 4. – P. 131-134.
102. Mandible reconstruction assisted by preoperative virtual surgical simulation / G.S. Zheng [et al.] // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* – 2012. – Vol. 113, № 5. – P. 604-611.

103. Mandible reconstruction using the calcium-sulphate three-dimensional model and rubber stick: a new method, 'mould technique', for more accurate, efficient and simplified fabrication / Y. Katsuragi [et al.] // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2011. – Vol. 64, № 5. – P. 614-622.
104. Mandible reconstruction with patient-specific pre-bent reconstruction plates: comparison of a transfer key method to the standard method – results of an in vitro study / F. Wilde [et al.] // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2012. – Vol. 7, № 1. – P. 57-63.
105. Mandible reconstruction with transport-disc distraction osteogenesis in children of deciduous dentition / Y. Liu [et al.] // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2012. – Vol. 41, № 10. – P. 1223-1228.
106. Mandible reconstruction: History, state of the art and persistent problems / J.J. Ferreira // *Prosthet. Orthot. Int.* – 2015. – Vol. 39, № 3. – P. 182-189.
107. Mandibular microsurgical reconstruction in patients with hemifacial microsomia / E. Santamaría [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2008. – Vol. 122, № 6. – P. 1839-1849.
108. Mandibular reconstruction after hemimandibulectomy / H. Karagoz [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2012. – Vol. 23, № 5. – P. 1373-1373.
109. Mandibular reconstruction assisted by preoperative simulation and accurate transferring templates: preliminary report of clinical application / G.S. Zheng [et al.] // *J. of Oral and Maxillofacial Surgery.* – 2013. – Vol. 71, № 9. – P. 1613-1618.
110. Mandibular reconstruction using pectoralis major myocutaneous flap and titanium plates after ablative surgery for locally advanced tumors of the oral cavity / M.A. El-Zohairy [et al.] // *J. Egypt. Natl. Canc. Inst.* – 2009. – Vol. 21, № 4. – P. 299-307.
111. Mandibular reconstruction with a fibular osteocutaneous free flap in an 8-month-old girl with a 12-year follow-up / J.C. Faria [et al.] // *Microsurgery.* – 2014. – Vol. 34, № 1. – P. 51-53.
112. Mandibular reconstruction with different techniques / A. Torroni [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2015. – Vol. 26, № 3. – P. 885-890.

113. Mandibular reconstruction with free osteofasciocutaneous fibula flap: a 10 years experience / N.A. Papadopoulos [et al.] // *Injury*. – 2008. – Vol. 39, № 3. – P. 75-82.
114. Mandibular reconstruction with microsurgical bone flap and dental implants / F. Zhang [et al.] // *J. Long Term. Eff. Med. Implants*. – 2004. – Vol. 14, № 4. – P. 305-316.
115. Mandibular reconstruction with the vascularized iliac crest: a ten year experience / D.J. David [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1988. – Vol. 82, № 5. – P. 792-803.
116. Mariani P.B. Reconstruction of large defects postmandibulectomy for oral cancer using plates and myocutaneous flaps: a long-term follow-up / P.B. Mariani, L.P. Kowalski, J. Magrin // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2006. – Vol. 35, № 5. – P. 427–432.
117. Microsurgical free flap reconstruction outcomes in head and neck cancer patients after surgical extirpation and intraoperative brachytherapy / D.A. Ross [et al.] // *Laryngoscope*. – 2004. – Vol. 114, № 7. – P. 1170-1176.
118. Microvascular head and neck reconstruction in patients with liver cirrhosis / J.Y. Ko [et al.] // *Head Neck*. – 2008. – Vol. 30, № 7. – P. 829-835/
119. Mounsey R.A. Mandibular reconstruction with osseointegrated implants into the free vascularized radius / R.A. Mounsey, J.B. Boyd // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1994. – Vol. 94, № 3. – P. 457–464.
120. Multicenter study on the use of patient-specific CAD/CAM reconstruction plates for mandibular reconstruction / F. Wilde [et al.] // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2015. – Vol. 10, № 12. – P. 2035-2051.
121. Near-total mandible reconstruction with a single fibula flap containing fibrous dysplasia in McCune Albright Syndrome / E.D. Rodriguez [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2007. – Vol. 18, № 6. – P. 1479-1482.
122. New modified free chimeric fibular flap design for head and neck reconstruction / T.L. Roan [et al.] // *Head Neck*. – 2013. – Vol. 35, № 8. – P. 231-233.
123. Nonvascularized bone grafts for segmental reconstruction of the mandible – a re-appraisal / J.T. van Gemert [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2009. – Vol. 67, № 7. – P. 1446–1452.

124. Novel insights into pathological changes in muscular arteries of radiotherapy patients / N.S. Russell [et al.] // *Radiother. Oncol.* – 2009. – Vol. 92, № 3. – P. 477-483.
125. One-stage microvascular mandible reconstruction and alloplastic TMJ prosthesis / C. Landes [et al.] // *J. Craniomaxillofac. Surg.* – 2014. – Vol. 42, № 1. – P. 28-34.
126. Orofacial and mandibular reconstruction with the iliac crest free flap: a review of 60 cases and a new method of classification / D.D. Jewer [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1989. – Vol. 84, № 3. – P. 391-403.
127. Oromandibular reconstruction using a keel-shaped modification of the radial forearm osteocutaneous flap / N. Weinzweig [et al.] // *Ann. Plast. Surg.* – 1994. – Vol. 33, № 4. – P. 359-369.
128. Oromandibular reconstruction using microvascular composite free flaps. Report of 71 cases and a new classification scheme for bony, soft-tissue, and neurologic defects / M.L. Urken [et al.] // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1991. – Vol. 117, № 7. – P. 733-744.
129. Osteocutaneous free flaps for mandibular reconstruction: systematic review of their frequency of use and a preliminary quality of life comparison / S.P. Moubayed [et al.] // *J. Laryngol. Otol.* – 2014. – Vol. 128, № 12. – P. 1034-143.
130. Outcomes of vascularized bone graft reconstruction of the mandible in bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws / R. Seth [et al.] // *Laryngoscope.* – 2010. – Vol. 120, № 11. – P. 2165-2171.
131. Ozkan O. Single osteotomized iliac crest free flap in anterior mandible reconstruction / O. Ozkan // *Microsurgery.* – 2006. – Vol. 26, № 2. – P. 93-99.
132. Patel S.A. Principles and practice of reconstructive surgery for head and neck cancer / S.A. Patel, E.I. Chang // *Surg. Oncol. Clin. N. Am.* – 2015. – Vol. 24, № 3. – P. 473-489.
133. Patient rehabilitation after mandibular reconstruction by revascularized rib autogenous graft with the use of dental implantation / A.I. Nerobeev [et al.] // *Stomatologiya (Mosk).* – 2005. – Vol. 84, № 3. – P. 39-42.

134. Pellini R. Step-by-step mandibular reconstruction with free fibula flap modelling / R. Pellini, G. Mercante, G. Spriano // *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* – 2012. – Vol. 32, № 6. – P. 405-409.
135. Phillips J.H. Mandibular growth following reconstruction using a free fibula graft in the pediatric facial skeleton / J.H. Phillips [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2005. – Vol. 116, № 2. – P. 419-424.
136. Plating in microvascular reconstruction of the mandible: can fixation be too rigid? / R.A. Zoumalan [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2009. – Vol. 20, № 5. – P. 1451-1454.
137. Politi M. Iliac flap versus fibula flap in mandibular reconstruction / M. Politi, C. Toro // *J Craniofac Surg.* – 2012. – Vol. 23, № 3. – P. 774-779.
138. Prefabricated bony radial forearm flap for secondary mandible reconstruction after radiochemotherapy / H. Leonhard [et al.] // *Head Neck.* – 2009. – Vol. 31, № 12. – P. 1579-1587.
139. Prefabricated bony radial forearm flap for secondary mandible reconstruction after radiochemotherapy / H. Leonhardt [et al.] // *Head Neck.* – 2009. – Vol. 31, № 12. – P. 1579-1587.
140. Preliminary clinic study on computer assisted mandibular reconstruction: the positive role of surgical navigation technique / J.W. Huang [et al.] // *Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.* – 2015. – Vol. 37, № 1. – P. 20.
141. Preoperative hyperfractionated accelerated radiotherapy and radical surgery in advanced head and neck cancer: a prospective phase II study / P. Lindholm [et al.] // *Radiother. Oncol.* – 2006. – Vol. 78, № 2. – P. 146-151.
142. Preoperative MR angiography in free fibula flap transfer for head and neck cancer: clinical application and influence on surgical decision making / A.M. Kelly [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 2007. – Vol. 188, № 1. – P. 268–274.
143. Pre-operative planning for mandibular reconstruction – a full digital planning workflow resulting in a patient specific reconstruction / H. Essig [et al.] // *Head Neck Oncol.* – 2011. – Vol. 3, № 3. – P. 45.

144. Preservation of the inferior alveolar neurovascular bundle in the osteotomy of benign lesions of the mandible using a digital template / D. Huang [et al.] // Br. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2015. – Vol. 53, № 7. – P. 637-641.
145. Qualitative and quantitative analyses of donor-site morbidity following suprafascial versus subfascial free fibula flap harvesting / O.S. Sagalongos [et al.] // Plast. Reconstr. Surg. – 2011. – Vol. 128, № 1. – P. 137-145.
146. Quality of life assessment in patients with locally advanced head and neck malignancy after ablative surgery and reconstruction with microvascular free flaps / T.A. Rizvi [et al.] // J. Coll. Physicians Surg. Pak. – 2009. – Vol. 19, № 2. – P. 108-112.
147. Reconstruction of mandibular defects – clinical retrospective research over a 10-year period / M. Rana [et al.] // Head Neck Oncol. – 2011. – Vol. 28, № 3. – P. 23.
148. Reconstruction of mandibular defects / H. Chim [et al.] // Semin. Plast. Surg. – 2010. – Vol. 24, № 2. – P. 188-197.
149. Reconstruction of the mandible by fibula free flap / D. Adel [et al.] // I-sr Med. Assoc. J. – 2002. – Vol. 4, № 8. – P. 600-602.
150. Reconstruction of the mandible with osseous free flaps: a 10-year experience with 10 consecutive patients / P.G. Cordeiro [et al.] // Plast. Reconstr. Surg. – 1999. – Vol. 104, № 5. – P. 1314-1320.
151. Robb G. Abstract commentary on “Free-flap mandibular reconstruction: a 10-year follow-up study”/ G. Robb // Arch. Facial. Plast. Surg. – 2004. – P. 65-66.
152. Sagittal split osteotomy of the fibula for modeling the new mandibular angle / B. Longo [et al.] // J. Craniofac. Surg. – 2013. – Vol. 24, № 1. – P. 71-74.
153. Salgueiro M.I. Experience with the use of prebent plates for the reconstruction of mandibular defects / M.I. Salgueiro, M.R. Stevens // Craniomaxillofacial Trauma Reconstr. – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 201-208.
154. Scope and limitations of methods of mandibular reconstruction: a long-term follow-up / P. Maurer [et al.] // Br. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2010. – Vol. 48, № 2. – P. 100–104.

155. Severe compartment syndrome following fibula harvesting for mandible reconstruction / L. Fodor [et al.] // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2011. – Vol. 40, № 4. – P. 443-445.
156. Sud V. Actinomycosis complicating fibula flap mandible reconstruction: a report of two cases / V. Sud, S. Shamburger, W. Lineaweaver // *Br. J. Plast. Surg.* – 2005. – Vol. 58, № 4. – P. 569-572.
157. Sullivan M.J. The cutaneous scapular free flap in head and neck reconstruction / M.J. Sullivan, W.R. Carroll, S.R. Baker // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1990. – Vol. 116, № 5. – P. 600-603.
158. Techniques on modeling the vascularized free fibula flap in mandibular reconstruction / A. Moro [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2009. – Vol. 20, № 5. – P. 1571-1573.
159. Ten-year evolution utilizing computer-assisted reconstruction for giant ameloblastoma / P.N. Broer [et al.] // *J. of Reconstructive Microsurgery.* – 2013. – Vol. 29, № 3. – P. 173-180.
160. The application of three dimensional craniomaxillofacial model in the restoration of mandibular bone defects with vascularized fibular autograft / F.Y. Ping [et al.] // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* – 2007. – Vol. 8. – P. 1169-1172.
161. The design and rapid prototyping of surgical guides and bone plates to support iliac free flaps for mandible reconstruction / L. Ciocca [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2012. – Vol. 129, № 5. – P. 859-861.
162. The fibula free flap: advantages of the muscle sparing technique / R.G. Graham [et al.] // *Br. J. Plast. Surg.* – 2003. – Vol. 56, № 4. – P. 388-394.
163. The fibula osteomyocutaneous flap for mandible reconstruction: a 15-year experience / J.M. López-Arcas [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2010. – Vol. 68, № 10. – P. 2377-2384.
164. The free osteofasciocutaneous fibula flap: clinical applications and surgical considerations / H. Pototschnig [et al.] // *Injury.* – 2013. – Vol. 44, № 3. – P. 366-369.

165. The free vascularized flap and the flap plate options: comparative results of reconstruction of lateral mandibular defects / T. Shpitzer [et al.] // *Laryngoscope*. – 2000. – Vol. 110, № 12. – P. 2056-2060.
166. The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction / W.M. Swartz [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1986. – Vol. 77, № 4. – P. 530–545.
167. The role of donor site angiography before mandibular reconstruction utilizing free flap / N. Ahmad [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2007. – Vol. 23, № 4. – P. 204.
168. Timing of radiotherapy in head and neck free flap reconstruction-a study of post-operative complications / M. Halle [et al.] // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2009. – Vol. 62, № 7. – P. 889-895.
169. Titanium mesh fracture in mandibular reconstruction / S. Ozbek [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2005. – Vol. 16, № 6. – P. 1120-1122.
170. To computer-aided design and manufacturing or not to computer-aided design and manufacturing? Free fibula flap with computer-aided technique for mandibular reconstruction / E. Zavattero [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* – 2015. – Vol. 26, № 3. – P. 206-209.
171. Tong M. The utility of vascularized free fibula flap in mandibular reconstruction: a clinical report of 25 cases / M. Tong, L. Li, Y. Wen // *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. – 2002. – Vol. 20, № 5. – P. 340-342.
172. Treatment of a rare ganglioneuroma with resection and reconstruction of the mandible: a case report and literature review / J. Pierse [et al.] // *J. of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2014. – Vol. 72. – P. 748-749.
173. Tsai M.J. Study of mandible reconstruction using a fibula flap with application of additive manufacturing technology / M.J. Tsai, C.T. Wu // *Biomed. Eng. Online*. – 2014. – Vol. 6, № 13. – P. 57.
174. Two in one: Double free flap from a single free fibula osteocutaneous unit / P.S. Yadav [et al.] // *Indian J. Plast. Surg.* – 2012. – Vol. 45, № 3. – P. 459-465.

175. Ulnar forearm osteocutaneous flap harvesting using Kapandji procedure for pre-existing complicated fibular flap on mandible reconstruction – cadaveric and clinical study / C.H. Lin [et al.] // *Ann. Plast. Surg.* – 2015. – Vol. 74, № 2. – P. 152-157.
176. Use of the AO plate for immediate mandibular reconstruction in cancer patients / M.A. Schusterman [et al.] // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1991. – Vol. 88, № 4. – P. 588-593.
177. Use of vascularized iliac crest with internal oblique muscle flap for mandible reconstruction / M. Maranzano [et al.] // *Microsurgery.* – 2005. – Vol. 25, № 4. – P. 299-304.
178. Using computer-aided design paper model for mandibular reconstruction: A preliminary report / T.H. Wang [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2009. – Vol. 67, № 11. – P. 2534-2540.
179. Value of multislice spiral CT scanning and three-dimensional reconstruction in selecting optimal length and shape of mandible internal fixation material / B.S. Hu [et al.] // *Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao.* – 2005. – Vol. 25, № 12. – P.1560-1562.
180. Value of preoperative mandibular plating in reconstruction of the mandible / E. Prisman [et al.] // *Head Neck.* – 2014. – Vol. 36, № 6. – P. 828-833.
181. Van den Heuvel, S.C. The effect of flexor hallucis longus harvest on hallux function: a retrospective cross-sectional cohort study / S.C. Van den Heuvel, F.J. Van der Veen, H.A. Winters // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2014. – Vol. 67, № 7. – P. 986-991.
182. Vascularization in the transition area between free grafted soft tissues and pre-irradiated graft bed tissues following preoperative radiotherapy in the head and neck region / S. Schultze-Mosgau [et al.] // *Head Neck.* – 2002. – Vol. 24, № 1. – P. 42-51.
183. Vascularized bone flaps versus nonvascularized bone grafts for mandibular reconstruction: an outcome analysis of primary bony union and endosseous implant success / R.D. Foster [et al.] // *Head Neck.* – 1999. – Vol. 21, № 1. – P. 66-71.

184. Vascularized fibula flap reconstruction of the mandible in bisphosphonate related osteonecrosis / P.F. Nocini [et al.] // *Europ. J. of Surgical Oncology*. – 2009. – Vol. 35, № 4. – P. 373-379.
185. Wang J. Osteofascial compartment syndrome / J. Wang, C. Wang // *J. Craniofac. Surg.* – 2011. – Vol. 22, № 3. – P. 1100-1102.
186. Wang L. Quality of life in osteoradionecrosis patients after mandible primary reconstruction with free fibula flap / L.Wang, Y.X. Su, G.Q. Liao // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2009. – Vol. 108, № 2. – P. 162-168.
187. Wang Z. Influence of radiation therapy on reconstructive flaps after radical resection of head and neck cancer / Z. Wang, W. Qiu, W.M. Mendenhall // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2003. – Vol. 32, № 1. – P. 35-38.
188. Whitesides L.M. Mandible reconstruction using a 2-phase transport disc distraction osteogenesis: a case report / L.M. Whitesides [et al.] // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2005. – Vol. 63, № 2. – P. 261-266.
189. Ye M. Digital geometry processing and its applications in maxilla and mandible reconstruction surgery / M. Ye, C. Wang, J. Sun // *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*. – 2005. – Vol. 22, № 3. – P. 501-504.
190. Zhang C. Reconstruction of mandible with fibular flap and dental implant distractor: a new approach / C. Zhang, Z. Zhang // *Chin. Med. J. (Engl)*. – 2002. – Vol. 115, № 12. – P. 1877-1880.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ

1. Особенности планирования реконструктивных операций на нижней челюсти у онкологических больных с использованием реваскуляризованного малоберцового аутотрансплантата, виртуальных и стереолитографических моделей / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* – 2012. – № 3. – С. 52-57.
2. Совершенствование техники реконструктивных операций на нижней челюсти с использованием реваскуляризованного малоберцового аутотрансплантата / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // *Заболевания головы и шеи : сб. тез. III Междисциплинарного конгресса.* – Москва, 2015. – С. 25-27.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ В ИНЫХ

1. Терещук С.В. Планирование реконструктивных операций на нижней челюсти с использованием реваскуляризированного малоберцового аутоотрансплантата, виртуальных и стерелитографических моделей у онкологических больных / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук // Военно-медицинский журнал. – 2012. – № 3. – С. 61-62.
2. Реконструкция суставного отростка нижней челюсти малоберцовым трансплантатом и керамическим протезом / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Военно-медицинский журнал. – 2013. – № 6. – С. 64-67.
3. Способ устранения обширного дефекта неба при помощи реваскуляризированного кожно-фасциально-надкостничного лучевого лоскута / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Военно-медицинский журнал. – 2015. – № 3. – С. 60-61.
4. Применение аппарата для внеочаговой фиксации отломков нижней челюсти при поднадкостничной остеотомии реваскуляризированного трансплантата из малоберцовой кости / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Военно-медицинский журнал. – 2015. – № 12. – С. 45-47.
5. Опыт комбинированного лечения злокачественных опухолей кожи лица / С.В. Терещук, В.Ю. Замураев, Е.Ф. Труханов, А.В. Нефёдов // Актуальные вопросы военной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии : материалы науч.-практ. конф. – Москва, 2004. – С. 53-55.
6. Реабилитация больных после оперативных вмешательств по поводу новообразований челюстно-лицевой области / С.В. Терещук, С.В. Козлов, Е.Ф. Труханов, А.В. Нефедов // Актуальные вопросы военной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии : материалы науч.-практ. конф. – Москва, 2004. - С. 47-53.

7. Терещук С.В. Опыт комбинированного лечения рака нижней губы / С.В. Терещук, В.Ю. Замураев, Е.Ф. Труханов // Актуальные вопросы военной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии : материалы науч.-практ. конф. – Москва, 2004. – С. 44-47.
8. Применение «Коллапана» при хирургическом лечении заболеваний пародонта / С.В. Терещук, С.В. Козлов, Е.Ф. Туманова, А.В. Нефедов // Национальный медицинский каталог, 2006. – С. 117-121.
9. Терещук С.В. Методы первичной пластики дефектов челюстно-лицевой области онкологических больных / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тез. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 35-39.
10. Терещук С.В. Методы оптимизации хирургического лечения доброкачественных новообразований околоушных слюнных желез / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тез. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 27.
11. Первичная пластика дефектов челюстно-лицевой области ревааскуляризованными трансплантатами у онкологических больных / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Пластическая хирургия : сб. тез. II Нац. конгресса. – Москва, 2012. – С. 56.
12. Профилактика роста волос на кожно-фасциальных ревааскуляризованных лоскутах при устранении дефектов в полости рта у онкологических больных / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2015. – № 4. – С. 77-81.
13. Устранение дефектов верхней челюсти ревааскуляризованными аутоотрансплантатами / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Пластическая хирургия : сб. тез. III Национального конгресса. – Москва, 2013. – С. 91-92.
14. Применение виртуального хирургического планирования и САД/САМ – технологий при реконструкции лицевого скелета с использованием ревааскуляри-

- зированных трансплантатов у онкологических больных / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Пластическая хирургия : сб. тез. III Нац. конгресса. – Москва, 2013. – С. 92.
15. Применение микрохирургической аутотрансплантации тканей для устранения дефектов челюстно-лицевой области в ГВКГ им.Н.Н.Бурденко / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тез. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 45.
16. Хирургическая подготовка протезного ложа в области дефектов челюстно-лицевой области замещенных реваскуляризированными аутотрансплантатами / С.В. Терещук, В.Б. Горбуленко, П.А. Деменчук, В.А. Сухарев // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тез. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 46.
17. Терещук С.В. Современные техники реконструктивных операций на нижней челюсти / С.В. Терещук, М.М. Расулов // Медицина и высокие технологии. – 2016. – С. 31-36.
18. Терещук С.В. Реабилитация пациентов с обширными дефектами челюстно-лицевой области / С.В. Терещук, П.А. Деменчук, В.М. Казакова // Челюстно-лицевая реабилитация : сб. тез. VII Международ. науч.-практ. конф. по реконструктивной челюстно-лицевой хирургии и протезной реабилитации пациентов с заболеваниями и травмами челюстно-лицевой области. – Москва, 2016. – С. 4.

Доложено на конференциях

1. «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии», 22-24 ноября 2011г., Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия.
2. II Национальный конгресс «Пластическая хирургия», 12-14 декабря 2012 г., г. Москва.
3. III национального конгресса «Пластическая хирургия», 11-13 ноября 2013 г., г.Москва.

4. «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии», 21-23 ноября 2014 г., г. Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия.
5. III Междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи, 25-27 мая 2015 г., г. Москва.
6. VII Международная научно-практическая конференция по реконструктивной челюстно-лицевой хирургии и протезной реабилитации пациентов с заболеваниями и травмами челюстно-лицевой области «Челюстно-лицевая реабилитация», 12-13 февраля 2016 г., г. Москва.
7. 10-th SIOP Asia Congress, May 25-28, 2016, Moscow, Russia.
8. 9-th Congress of World Society for Reconstructive Microsurgery, June 14-17, 2017, Seoul, Korea.