

DOI: 10.21294/1814-4861-2022-21-6-114-123
УДК: 616.716.8-089.844

Для цитирования: Саприна О.А., Шпицер И.М. Планирование реконструкции челюстно-лицевой области свободным реvascularизированным малоберцовым аутоотрансплантатом: прошлое, настоящее, будущее. Литературный обзор. Сибирский онкологический журнал. 2022; 21(6): 114–123. – doi: 10.21294/1814-4861-2022-21-6-114-123

For citation: Saprina O.A., Shpitser I.M. Planning of maxillofacial reconstruction with free revascularized fibular autograft: past, present, and future: literary review. Siberian Journal of Oncology. 2022; 21(6): 114–123. – doi: 10.21294/1814-4861-2022-21-6-114-123

ПЛАНИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ СВОБОДНЫМ РЕВАСКУЛЯРИЗОВАННЫМ МАЛОБЕРЦОВЫМ АУТОТРАНСПЛАНТАТОМ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

О.А. Саприна¹, И.М. Шпицер²

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина»
Минздрава России, г. Москва, Россия¹

Россия, 115448, г. Москва, Каширское шоссе, 23. E-mail: isabekian@mail.ru¹

ФГБУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, г. Москва, Россия²

Россия, 111398, г. Москва, ул. Кусковская, 1А с4²

Аннотация

Целью исследования явился поиск данных о становлении и развитии виртуального планирования реконструкций с использованием малоберцового трансплантата. **Материал и методы.** Поиск литературы проводился в следующих базах данных: Scopus, РИНЦ. Были найдены публикации с 1975 по 2021 г. Поиск источников происходил по ключевым словам: «computer», «surgery», «facial», «microsurgery», «fibula», «implant», «малоберцовый трансплантат», «планирование». **Результаты.** Рассматриваются различные методы планирования с описанием технических особенностей с оценкой преимуществ и недостатков, а также перспективные методики, которые помогут минимизировать погрешности с сокращением времени, затрачиваемого на моделирование, улучшить функциональные и эстетические результаты, что, в свою очередь, скажется на качестве жизни пациентов. Описаны первые разработки остеотомий малоберцового трансплантата с помощью робота. Указаны осложнения, трудности, финансовый аспект реконструкций с использованием данного лоскута. **Заключение.** Виртуальное планирование микрохирургических реконструкций с использованием малоберцового трансплантата сокращает операционное время, что снижает риск выгорания специалиста. Увеличивается точность фиксации трансплантата, уменьшаются диастазы между линиями остеотомии, между нативной челюстью и трансплантатом. Планирование позволяет улучшить симметрию или сохранить её в прежнем виде, что оказывает влияние на эстетику и эмоциональное состояние пациента. Виртуальное планирование требует определенных финансовых затрат, но широкий спектр плюсов должен убедить специалистов использовать его как можно чаще.

Ключевые слова: одномоментная реконструкция, реконструкция нижней челюсти, злокачественные опухоли полости рта, реvascularизированный малоберцовый аутоотрансплантат, моделирование, CAD/CAM технологии, дентальные имплантаты, протезирование на имплантатах.

PLANNING OF MAXILLOFACIAL RECONSTRUCTION WITH FREE REVASCULARIZED FIBULAR AUTOGRAFT: PAST, PRESENT, AND FUTURE: LITERARY REVIEW

O.A. Saprina¹, I.M. Shpitser²

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of the Russia, Moscow, Russia¹

23, Kashirskoe shosse, 115448, Moscow, Russia. E-mail: isabekian@mail.ru¹

A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Health of the Russia, Moscow, Russia²

1A c4, Kuskovskaya St., 111398, Moscow, Russia²

Abstract

The purpose of the study was to search for data on the evolution of virtual planning of reconstruction with a fibular graft. **Material and Methods.** A literature search was carried out in Scopus, RSCI databases in the time interval from 1975 to 2021 using the keywords: "computer", "surgery", "facial", "microsurgery", "fibula", "implant", "fibular flap", "planning". **Results.** Various planning techniques with a description of technical features and estimation of advantages and disadvantages as well as methods of minimizing errors and reducing the time spent on the modeling with an improvement in functional and aesthetic outcomes were discussed. Surgical workflows of robot-assisted osteotomies of a fibular graft were described. Complications, difficulties, and the financial aspect of fibula free flap maxillofacial reconstructions were assessed. **Conclusion.** Virtual planning of microsurgical reconstructions using a fibular graft reduces operating time. The accuracy of graft fixation is increased and diastases between the osteotomy lines as well as between the native jaw and the graft are decreased. Planning allows surgeons to improve symmetry or keep it in the original form, thus affecting the aesthetic aspect and emotional state of the patient. Virtual planning requires certain financial costs, but the wide range of benefits should convince the professionals to use it as often as possible.

Key words: reconstructive surgical procedures, mandibular reconstruction, cancer, tumor, mouth neoplasm, oral, fibula, computer model, computer aided design, CAD-CAM, dental implant, prostheses.

Введение

Расширенно-комбинированные операции при местнораспространенных злокачественных новообразованиях (ЗНО) головы и шеи являются стандартом в плане комплексного лечения. Выполнение R0-резекций является определяющим в локальном контроле заболевания и, соответственно, выживаемости этой крайне сложной категории пациентов. Если прогноз заболевания зависит от правильно выбранной тактики лечения и радикальности выполненного резекционного этапа, то качество жизни определяется исключительно реконструктивным этапом. При местнораспространенных ЗНО полости рта сегментарная резекция нижней челюсти выполняется 40 % пациентов, и без костной реконструкции возникают выраженные функциональные и эстетические нарушения. Одномоментная реконструкция является стандартом и позволяет в кратчайшие сроки реабилитировать пациентов с хорошим качеством жизни. В арсенале хирурга имеется большое количество пластического материала, начиная от свободного костного аутоотрансплантата, реконструктивных пластин, перемещенных лоскутов с костными фрагментами и заканчивая сложным по составу реvascularизированным малоберцовым аутоотрансплантатом.

При обширных дефектах челюстей применение свободных васкуляризированных аутоотрансплантатов из малоберцовой кости стало «золотым стандартом» [1]. Ключевой проблемой при реконструкции костных дефектов нижней или верхней челюсти являются адекватная трехмерная форма и размер, а также правильное расположение костей. Традиционные методы часто неточны, когда требуется реконструкция изогнутой формы челюстей с прямыми донорскими костями путем точной остеотомии для восстановления прикуса и правильной окклюзии [2]. Восстановление сложных 3D-структур лица и головы требует большого опыта и мастерства хирурга. Без компьютерного планирования и навигации такое оперативное вмешательство сопряжено со значительными трудностями [3, 4].

Достижения в области программного обеспечения CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture) привели к возможности манипулировать трехмерными изображениями лицевого скелета для выполнения виртуальной реконструкции отсутствующих или патологических костных структур [3, 5]. Трехмерное компьютерное планирование дает преимущество в использовании множества видов опорных точек, а также обеспе-

чивает зеркальное отображение контрлатеральной части органа [6, 7]. Затем это планирование может быть переведено в физический формат, что позволяет получить точные направляющие и предварительно обработанные интраоперационные навигационные шаблоны и пластины, которые оптимизируют оперативную эффективность и обеспечивают наиболее точный результат.

Целью исследования явился поиск данных о становлении и развитии виртуального планирования реконструкций с использованием малоберцового трансплантата.

Поиск литературы проводился в следующих базах данных: Scopus, РИНЦ. Были найдены публикации с 1975 по 2021 г. Поиск источников литературы происходил по ключевым словам: «computer», «surgery», «facial», «microsurgery», «fibula», «implant», «малоберцовый трансплантат», «планирование».

История развития планирования реконструкции с использованием малоберцового трансплантата

Реваскуляризируемый лоскут малоберцовой кости был использован G.I. Taylor et al. в 1975 г. для реконструкции длинных костей [8]. Впервые он был описан для челюстно-лицевой реконструкции D.A. Hidalgo в 1989 г. [9]. Этот невероятно универсальный мышечно-костно-кожный свободный лоскут может обеспечить до 25 см плотной кортикальной кости и кожную площадку размером 10×20 см. Плотность и конфигурация малоберцовой кости отлично подходят для надежного размещения дентальных имплантатов. H.D. Barber et al. впервые описали установку остеointегрированных имплантатов в малоберцовый трансплантат в 1990 г. [10]. Данный лоскут с момента его открытия является «рабочей лошадкой» при оперативном лечении опухолей головы и шеи и в реконструктивной челюстно-лицевой хирургии.

Необходимость обеспечения точности при реконструкции нижней или верхней челюсти привела к разработке различных инструментов для планирования этих операций. Первое внедрение трехмерного планирования в черепно-лицевую хирургию описано С. Cutting et al. [11]. Вначале при планировании вмешательства челюстно-лицевые хирурги использовали шины, которые изготавливались до операции и использовались интраоперационно для проверки окклюзии и положения челюстей относительно друг друга [12]. Впоследствии была разработана стереолитография и 3D-печать, что позволило создавать персонализированные модели. Они дали возможность хирургам визуализировать дефекты, воспроизводить дизайн остеотомий и практиковать их выполнение до операции [13, 14]. Затем это было дополнено виртуальным планированием, при котором можно воспроизводить ход оперативного вмешательства

и изготавливать хирургические направляющие для резки с использованием технологий САМ, т. е. компьютер-ассистированного производства [15–17].

Методы планирования реконструкции с использованием малоберцового трансплантата

Качественное планирование операции приводит к лучшим результатам. Существует множество методик планирования микрохирургических реконструкций, начиная от простых методик планирования на бумажном носителе и заканчивая 3D-планированием с использованием САД/САМ систем. Одним из первых методов было использование шин, изготовленных в дооперационном периоде [12].

Существует множество методов планирования реконструкции реваскуляризированным малоберцовым трансплантатом по стереолитографическим моделям. А. Damescourt et al. предложили протокол планирования, который включал печать стереолитографических моделей нижней челюсти и малоберцовой кости. Далее получали силиконовый оттиск с базиса нижней челюсти, тем самым сохраняя контуры тела и углов челюсти. Модель нижней челюсти сегментировалась на пораженном отрезке, затем сегментировалась модель малоберцового трансплантата и постепенно выверялась по углам остеотомии и по форме нижней челюсти, используя негативный оттиск с базисного края нижней челюсти. На основании полученных сегментов стереолитографической модели нижней челюсти вырезались направляющие для интраоперационной остеотомии, которые фиксировались на стерильный клей к малоберцовой кости. Затем моделировалась реконструктивная пластина по сформированным сегментам малоберцового трансплантата, далее пластина отправлялась на стерилизацию. Преимуществами метода являются: время планирования составляет 72 ч после получения КТ сканов, время медицинского планирования на моделях – менее 1 ч, интраоперационная навигация с помощью бумажных направляющих сокращает время ишемии лоскута, значительно удешевляет процедуру планирования по сравнению с САД/САМ производством шаблонов и индивидуальных пластин. В итоге среднее время моделирования малоберцового трансплантата составило 89 мин против 104 мин без применения направляющих, среднее время ишемии лоскута с планированием сегментации – 55 мин против 101 мин. Авторы отмечают трудность проведения остеотомий лоскута в связи со сложностью трехмерной ориентации линии сегментации [18].

J. Rauchot et al. планировали реконструкцию малоберцовым трансплантатом, используя стереолитографические модели и лист бумаги. Базиллярный контур нижней челюсти переносился на

лист бумаги, после чего определялись основные углы тела нижней челюсти. Выверенные углы переносились на линейный контур распечатанного будущего малоберцового трансплантата также на листе бумаги. Определялись углы для сегментации трансплантата. Реконструктивная пластина заранее сгибалась по стереолитографической модели нижней челюсти. Полученные бумажные треугольники вырезались и адаптировались к костному трансплантату интраоперационно и позволяли смоделировать линии остеотомии. Среднее время планирования составляло 25 мин. Недостатком метода является отсутствие трехмерного представления о сегментации интраоперационно, преимуществом – низкая себестоимость [19].

Метод мануального планирования, предложенный T.H. Wang et al. [20], исключает недостаток отсутствия трехмерного представления о линиях остеотомии малоберцового трансплантата. Пациентам (n=24) проводилась СКТ, после чего сканы переносились в программу для автоматизированного проектирования и виртуально по ходу резецируемых сегментов нижней челюсти выстраивались бумажные плоскости, которые преобразовывались в квадратную форму и распечатывались на картонной бумаге. Шаблон помещался в водоотталкивающую пленку и использовался интраоперационно как резекционный, после чего – как сегментационный. Время операции с его использованием увеличилось с 10 до 10,5 ч. Авторы указывают, что недостатками исследования являются малая выборка и малоотработанная техника. По мере накопления опыта можно ожидать, что продолжительность операции будет меньше, чем при традиционных методах.

Методом выбора для планирования микрохирургической реконструкции с применением малоберцового аутоотрансплантата является компьютерное планирование с проектированием резекционных, сегментационных шаблонов и индивидуальных пластин [21, 22]. Задачей компьютерного планирования является максимально точная передача данных, рассчитанных в дооперационном периоде, в операционную в физическом виде [23, 24]. Виртуальное планирование включает в себя несколько основных этапов [25–27]:

1. Загрузка DICOM файлов на сервер или в приложение и комментарии пожеланий оператора (границы резекции, расположение костного трансплантата):

- 1) встреча оператора в режиме реального времени онлайн с медицинским инженером и планирование в 2D- и 3D-проекциях с определением границ резекции; дизайн резекционных шаблонов; положения мышечковых отростков; создание шаблонов для забора аутоотрансплантата согласно размерам области резекции и согласование количества линий остеотомии; определение желаемого дизайна пластины, толщины пластины, а также размеров,

количества, наклона и положения фиксирующих винтов; определение конструкции направляющих для резекции и сегментации, а также положения винтов, фиксирующих эти шаблоны.

2. Позиционирование винтов би- или монокартикально на трансплантате, в обход анатомически важных структур (корни зубов, нижнечелюстной канал) медицинским инженером.

3. Одобрение планирования хирургом.

4. Фрезеровка или печать индивидуальной пластины и шаблонов.

Стоит отметить набирающую популярность методику «Jaw in a Day» – «Челюсть за день», предложенную J.P. Levine et al. [28], которая предполагает резекцию и одномоментную реконструкцию дефекта малоберцовым аутоотрансплантатом с установленными дентальными имплантатами и фиксированной на них ортопедической конструкцией. Авторы указывают на необходимость работы от обратного, т. е. от конечной ортопедической конструкции в полости рта – коронок зубов [28]. В свою очередь, многие исследователи высказывают сомнения по поводу данной методики из-за увеличения времени ишемии. При использовании компьютерного планирования и печати эти риски можно исключить [29].

Стоит также отметить, что нет единого компьютерного приложения для моделировки и проектирования шаблонов и пластин. Таким образом, всю цифровую работу объединяют формат DICOM КТ-исследований и использование для проектирования формата STL [26, 18]. Автором данной методики представлено 4 наблюдения [28]. В литературе нами найдено 17 случаев применения данного метода [30–33]. Стоит отметить работу Y.M. Chang et al. [32], в которой для предупреждения возможной интраоперационной погрешности в положении имплантатов производилось интраоперационное внутривидовое сканирование с последующим фрезерованием коронок, которое в среднем занимало 40 мин. Во время фрезеровки накладывались сосудистые швы.

Время, затрачиваемое на реализацию планирования при реконструктивных вмешательствах с использованием малоберцового трансплантата

Время, затраченное на планирование оперативного вмешательства, компенсируется сокращением интраоперационного времени и повышением точности перемещаемых структур [34]. Можно сократить время планирования, если наладить коммуникации между оператором и инженером [26, 35]. Виртуальное планирование в среднем требует от хирурга от 20 до 40 мин для общения с инженером [25, 26]. При классическом планировании эти сроки у авторов сильно разнятся, варьируя от 25 до 53 мин [18, 19].

Планирование параметров пластин для остеосинтеза при реконструктивных вмешательствах с использованием малоберцового трансплантата

Многие центры до сих пор предпочитают мануальное изгибание пластин при реконструкциях челюстей, в основном это происходит интраоперационно. В то время как многие операторы все чаще предпочитают предоперационное сгибание пластин для индивидуализации, их все равно необходимо сгибать вручную [25]. Эта процедура сокращает время операции и улучшает посадку пластин [36], но она не решает такие проблемы, как переломы пластин или несоответствующий размер стандартных пластин. Кроме того, интраоперационное позиционирование пластины в соответствии с требованиями стереолитографических моделей обычно затруднено [37]. На данный момент у оператора есть возможность тщательного планирования формы и положения пластины, количества отверстий под винты, толщины пластины в предоперационном периоде. В среднем от момента загрузки DICOM файлов и получения готовой пластины проходит 15 сут [25].

В мультицентровом исследовании отмечено идеальное прилегание пластин в 19 случаях, в 10 случаях пластины прилегали с небольшим, клинически незначимым зазором, в 1 случае зазор был большим, и пластина прилегала плохо из-за изменения плана операции интраоперационно в случаях с виртуальным планированием и производством. Авторы указывают на желательный ход пластины, в дистальных отделах она должна проходить снаружи от трансплантата, но во фронтальном отделе неочелюсти она должна идти сзади, чтобы не создавать гиперконтуры в области подбородка за счет своего объема [25]. В исследовании F. Wilde et al., включающем 40 пациентов, отмечается уменьшение отклонения от планирования за счет использования персонализированных пластин. Средние отклонения измеренных расстояний составляли 1,1 мм для индивидуальных пластин и 1,9 мм для пластин, изогнутых интраоперационно [37]. Стоит отметить, что индивидуальные пластины более устойчивы к переломам, чем обычные пластины, согнутые вручную [38]. Использование ключа для прецизионной фиксации пластины увеличивает точность прилегания пластин и сокращает диастазы между сегментами трансплантата [37]. Окончательные биофизические исследования еще предстоит провести, так как есть задокументированные случаи перелома индивидуальных пластин [26].

Сокращение операционного времени и ишемии лоскута

Современные исследования направлены на сокращение операционного времени и времени ишемизации лоскута, благодаря цифровому планированию, и оценку финансовой составляющей

данного направления. На примере 114 лоскутов, включенных в исследование, доказано, что время ишемии более 5 ч с момента наложения жгута на нижнюю конечность увеличивает частоту частичного некроза лоскута и его потери [39].

M. Seruya et al. при исследовании, проведенном на 68 пациентах, указывают на клинически значимое сокращение времени ишемии лоскута – 120 мин с использованием компьютерного планирования против 170 мин при традиционной бесшаблонной технике [40]. В пилотном исследовании, в котором сравнивались пять традиционно сформированных лоскутов и пять спланированных малоберцовых лоскутов для реконструкции челюсти, A. Modabber et al. сообщили о значительном, но более умеренном сокращении времени ишемии в случаях автоматизированного проектирования – 131,2 мин против 104,8 мин соответственно [41].

Операционное время также было короче для запланированной с помощью компьютерных технологий операции по сравнению с традиционным методом – 625 мин против 648 мин соответственно [40]. F. Wilde et al. указывают на среднее время операции с использованием компьютерного планирования, равном 552 мин [25]. По данным H. Hanken et al., среднее время, затраченное на микрохирургическую реконструкцию, составило 584 мин при средней продолжительности ишемии лоскута в 71 мин [26]. В исследовании M.M. Hanasono et al. время операции значительно сокращалось при планировании реконструкции с использованием одного лоскута по сравнению с контролем – 528 мин против 630 мин соответственно. Исследование включало 38 пациентов. Значительное сокращение операционного времени происходило при использовании одного лоскута для реконструкции. При использовании нескольких лоскутов операционное время снижалось, но не достоверно. Исследователи приписывают экономию времени предварительному сгибанию пластин и использованию шаблонов для упрощения остеотомии. Предоперационное планирование, возможно, также повышало оперативную эффективность за счет улучшения принятия хирургических решений и сокращения проб и ошибок во время забора лоскута и его формирования [42]. R. Siera Gil et al. отмечают сокращение операционного времени на 42 мин, что согласуется с другими исследованиями [43].

Известно, что использование CAD/CAM технологий для планирования реконструкций позволяет сократить время операции, тем самым снижая потенциальное профессиональное выгорание среди микрохирургов [44] и число хирургических ошибок [45, 46].

Количество и точность остеотомических плоскостей в малоберцовом трансплантате

Известно, что количество остеотомий варьируется от формы дефекта и пожеланий оператора

[40]. Впервые сегментационный шаблон был предложен L. Ciosca et al. в 2015 г. [47]. По результатам виртуального планирования средняя длина сегментов не отличалась от запланированной более чем на 2 мм, что, по мнению авторов, клинически не значимо [26, 48]. Анализ P. Li et al. на основании 9 реконструкций демонстрирует среднее отклонение в $3,4 \pm 1,3$ мм, что больше 2 мм [49]. По данным E. Stirling Craig et al., разница между трансплантатом и нативной нижней челюстью значительно сокращалась при виртуальном планировании – до 0,36 мм по сравнению с 1,88 мм в контрольной группе [50]. Существуют алгоритмы реконструкции, которые включают количество необходимых сегментов для моделирования малоберцового трансплантата в зависимости от распространенности и локализации патологического процесса [51].

Возможность имплантации в малоберцовый трансплантат

Установка дентальных имплантатов в малоберцовый трансплантат зарекомендовала себя как успешный этап в процессе реабилитации пациента. Малоберцовый реваскуляризированный аутоотрансплантат имеет бикортикальную плотную кость, обычно хорошего качества, и васкуляризацию через надкостницу [52], что позволяет достигать первичной стабильности имплантатов и устанавливать их, не опасаясь повредить внутрикостные структуры. Установка дентальных имплантатов позволяет восстановить окклюзию пациента и функцию жевания, речь, эстетику [53].

В арсенале реконструктивных хирургов есть несколько вариантов имплантации в малоберцовый трансплантат: подготовка трансплантата и установка в него дентальных имплантатов без переноса лоскута в реципиентную зону и дальнейшее выжидание остеоинтеграции. Последующий этап аутоотрансплантации осуществляется с уже остеоинтегрированными имплантатами [1]; установкой дентальных имплантатов в уже остеоинтегрированный в реципиентной зоне трансплантат [54]; установкой дентальных имплантатов одновременно с реконструкцией и переносом лоскута в реципиентное ложе [28, 55]. При использовании любого из этих методов успешность установки дентальных имплантатов в малоберцовую кость составляет более 95 % [56–58].

M.L. Urken et al. описали первые случаи немедленной установки дентального имплантата при заборе малоберцового лоскута [59], тогда же D.A. Hidalgo опубликовал свою статью [9]. С тех пор документирован долгосрочный успех имплантации зубов при реконструкции нижней челюсти трансплантатом малоберцовой кости [56, 60]. Сегодня установку дентальных имплантатов стараются производить до этапа лучевой терапии (если таковой необходим) для увеличения успешной остеоинтеграции [61].

Окклюзия. Положение суставной головки

Планирование любой реконструкции должно начинаться от обратного – с позиции ортопедической конструкции [28]. Проблемой при реконструкции костных дефектов нижней или верхней челюсти являются правильная трехмерная форма и размер, а также правильное расположение костей. Традиционные методы часто неточны при реконструкции нелинейной формы челюсти из линейных донорских костей путем точной остеотомии для восстановления прикуса и функции противоположного зубного ряда [2, 62].

В исследовании, проведенном на 32 пациентах, из которых оценка окклюзии проводилась у 30 больных, в 6 случаях предоперационная окклюзия была восстановлена или сохранена. Однако у одного из этих 6 пациентов резекция производилась с сохранением непрерывности. Один случай предоперационного неправильного прикуса привел к ожидаемой окклюзии. Аномалии окклюзии появились после операции у 3 пациентов. У одного пациента аномалия окклюзии сохранилась после операции. Однако у 19 пациентов не было идентифицируемой окклюзии после операции. У 15 больных это наблюдалось еще до операции. В 19 случаях невозможно было одновременно установить имплантаты и восстановить окклюзию, что является ограничением данного исследования. Также проводилась рентгенологическая оценка положения суставов нижней челюсти в суставных ямках. Был 1 случай, когда послеоперационная рентгенография выявила неправильное положение челюсти по сравнению с предоперационным статусом. В другом случае хирургическое вмешательство не помогло исправить ранее существовавшее неправильное положение суставной головки. Однако в 3 случаях предоперационное неправильное положение челюсти было восстановлено до рентгенологически нормального положения. В других случаях правильное положение суставной головки до операции было сохранено [25].

S. Mazzoni et al. отметили, что послеоперационное положение мыщелкового отростка было более точным в группе из 7 пациентов, у которых использовалось виртуальное планирование для реконструкции. В контрольной группе показатели отклонения правого и левого мыщелкового отростка составили 2,457 и 4,458, в исследуемой группе – 1,297 и 0,789 соответственно. У всех пациентов восстановилась хорошая жевательная активность через 3 нед после реконструкции с цифровым планированием. Авторы указывают, что пациентов с реконструкцией левого мыщелкового отростка было больше, поэтому возможны отклонения в статистике [62].

Одномоментная реконструкция с установкой ортопедической конструкции позволяет достичь максимальной точности окклюзионного взаимоотношения челюстей и эстетики [28]. Исследования,

оценивающие окклюзию после реконструкции, единичны, и требуется более глубокое изучение этой проблемы.

Эстетические результаты применения виртуального планирования при реконструктивных вмешательствах с использованием малоберцового трансплантата

Вопрос эстетики в реконструктивной хирургии имеет значение наравне с функциональным результатом [63]. Цифровое планирование позволяет прогнозировать положение и контуры костного трансплантата, положение пластины, что увеличивает точность реконструкции и желаемой конфигурации мягких тканей. Благодаря компьютерным технологиям появляется возможность зеркального отображения утраченной части органа с контрлатеральной стороны, в случае отсроченной реконструкции [64–66].

Е. Stirling Craig et al. оценили эстетические параметры реконструкций с помощью малоберцового ревааскуляризованного трансплантата у 19 пациентов. При изолированных реконструкциях тела нижней челюсти симметрия значимо не отличалась при виртуальном планировании и в контрольной группе, где оно не использовалось. Тем не менее отмечено улучшение симметрии при реконструкциях дефектов, больших по объему, чем тело нижней челюсти. В группе с виртуальным планированием симметрия приближалась к $1,02 \pm 0,08$, в контроле – к $1,06 \pm 0,10$ ($p=0,097$) [50]. Отмечается увеличение симметрии при компьютерном планировании при множественных остеотомиях.

Одним из главных преимуществ одномоментной реконструкции с использованием методики «jaw in a day» является восстановление эстетики пациента в день операции. Симметрия достигается за счет планирования, появления протетических конструкций, что позволяет удерживать высоту челюсти и нижней трети лица в день операции [28].

В исследовании S. Mazzoni et al., включавшем 12 пациентов, оценивалась эстетика, зависящая от точности позиционирования трансплантата и симметрии челюсти. Производилась оценка 4 параметров по данным пред- и послеоперационного КТ-исследования в группе с цифровым планированием и в контрольной группе без планирования. Отклонение средней линии нижней челюсти было незначимым в двух группах. Значимое изменение положения угла нижней челюсти зафиксировано в 1 случае. Отклонение тела челюсти по отношению к ветви нижней челюсти было практически статистически значимо справа ($p=0,054$). Слева значения оказывались меньшими, но также заметными. У всех пациентов контрольной группы наблюдались более высокие степени отклонения данного параметра по сравнению с основной группой. При оценке положения мышечкового отростка

обнаружено его более точное положение в группе с виртуальным планированием. В совокупности все эти параметры, имеющие более высокую точность, улучшают эстетические параметры лица пациента [62]. В исследовании Achille также проводилась оценка эстетических параметров лица у 30 пациентов по данным пред- и послеоперационного КТ. Эти результаты полностью согласуются с данными S. Mazzoni et al. Авторы отмечают, что эстетические параметры резко изменяются при отклонении положения нижней челюсти от прежнего [35]. Исследователи, которые проводили реконструкции с помощью мануального планирования, отмечают, что не стоит ожидать эстетичного результата после таких реконструкций [20]. Имея индивидуальные пластины, шаблоны для резекции и остеотомии, хирурги более уверены в эстетичности результатов операции.

Качество жизни пациентов в зависимости от планирования реконструкций малоберцовым трансплантатом

Пациенты после реконструкции по поводу ЗНО полости рта указывают на значительное ухудшение уровня эстетики лица [67, 68]. М. Wilkat et al. в результате опроса о качестве жизни 21 больного сделали вывод о более высоком качестве жизни у пациентов с цифровым планированием. В контрольной группе больше пациентов заявили, что их беспокоит внешний вид и ухудшение настроения после реконструкции [34]. Сравнительных данных по оценке качества жизни после реконструкции малоберцовым трансплантатом немного, требуются дальнейшие исследования.

Недостатки виртуального планирования. Финансовые ограничения

Сохраняется проблема точного позиционирования пластин и шаблонов для реконструкции. Некоторые исследователи указывают на возможную связь в погрешности планирования со свободой режущих направляющих в сегментационных шаблонах [48]. Недостатком виртуального планирования является отсутствие альтернативного плана операции [27], существуют мнения о необходимом создании гипербъема на этапе компьютерного планирования [48]. Планирование должно быть выполнено в максимально короткие сроки для исключения изменений реципиентной зоны. Изменения в компьютерной томографии или МРТ с высоким разрешением могли бы сделать возможной интеграцию перфораторных сосудов в процесс планирования [26].

Стоимость планирования микрохирургических реконструкций с изготовлением всех шаблонов и индивидуальной пластины составляет от 1500 до более чем 5000 евро [25]. В некоторых странах высокие затраты на планирование компенсируются расходами на операционное время [27, 43]. Для

исключения финансовых трудностей существуют методики, не требующие столь высоких финансовых затрат [19, 20]. Таким образом, не стоит забывать о трудностях виртуального планирования, требующего определенных финансовых затрат, оснащенности клиники, обученного персонала, точности посадки пластин и шаблонов.

Будущее виртуальной хирургии

В настоящее время виртуальная хирургия шагнула далеко вперед, она дает преимущества в эстетике, симметричности, психологическом состоянии пациента, качестве жизни и операционном времени. Будущим реконструктивной хирургии являются её роботизация и развитие клеточных технологий с возможностью создания тканеинженерных органов [69–71]. В частности, уже опубликовано преклиническое исследование с использованием робота для сегментации малоберцового трансплантата. В эксперименте робот с загруженным на него планированием и с установленной пилой для резки производит запрограммированные остеотомии. При этом среднее линейное отклонение остеотомированных сегментов на модели малоберцового трансплантата составило $1,3 \pm 0,4$ мм, угловое отклонение – $4,2 \pm 1,7$ мм. Полученные данные согласуются с результатами интраоперационной сегментации малоберцового

трансплантата в клинической практике [69]. Таким образом, при совершенствовании методики появляется возможность исключения человеческой ошибки при сегментациях, уменьшения операционного времени и усталости хирурга.

Заключение

Неоспоримым является факт улучшения результатов реконструкции ревааскуляризованным малоберцовым аутооттрансплантатом с применением виртуального планирования. Одним из важных аспектов для пациента является его социальная реабилитация и реинтеграция в обществе, частота которых увеличивается при использовании виртуального планирования. Одной из целей планирования является правильная окклюзия, реализация которой при одномоментной реконструкции возможна с помощью цифрового планирования. Предполагается, что будущие интраоперационные инструменты будут обладать более высокой точностью при проведении реконструкции, что снизит риск и частоту осложнений. Интеграция роботической хирургии в клиническую практику снизит нагрузку на хирурга, однако в ближайшее время возможности ее внедрения в рутинную практику отстаются сомнительными. Необходимы мультицентровые рандомизированные исследования по эффективности планирования микрохирургических реконструкций.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Mehta R.P., Deschler D.G. Mandibular reconstruction in 2004: an analysis of different techniques. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004; 12(4): 288–93. doi: 10.1097/01.moo.0000131444.50445.9d.
2. Roser S.M., Ramachandra S., Blair H., Grist W., Carlson G.W., Christensen A.M., Weimer K.A., Steed M.B. The accuracy of virtual surgical planning in free fibula mandibular reconstruction: comparison of planned and final results. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(11): 2824–32. doi: 10.1016/j.joms.2010.06.177.
3. Eckardt A., Swennen G.R. Virtual planning of composite mandibular reconstruction with free fibula bone graft. *J Craniofac Surg.* 2005; 16(6): 1137–40. doi: 10.1097/01.scs.0000186306.32042.96.
4. Wong M.E., Kau C.H., Melville J.C., Patel T., Spagnoli D.B. Bone Reconstruction Planning Using Computer Technology for Surgical Management of Severe Maxillo-mandibular Atrophy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019; 31(3): 457–72. doi: 10.1016/j.coms.2019.03.008.
5. Bell R.B. Computer planning and intraoperative navigation in cranio-maxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2010; 22(1): 135–56. doi: 10.1016/j.coms.2009.10.010.
6. Bieserfeldt D., Weiskopf S. Stepwise approach for virtual planning in reconstruction post pathology resection and trauma. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(9). doi: 10.1016/j.joms.2010.06.036.
7. Trignano E., Fallico N., Faenza M., Rubino C., Chen H.C. Free fibular flap with periosteal excess for mandibular reconstruction. *Microsurgery.* 2013; 33(7): 527–33. doi: 10.1002/micr.22159.
8. Taylor G.I., Miller G.D., Ham F.J. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg.* 1975; 55(5): 533–44. doi: 10.1097/00006534-197505000-00002.
9. Hidalgo D.A. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 1989; 84(1): 71–9.
10. Barber H.D., Seckinger R.J., Hayden R.E., Weinstein G.S. Evaluation of osseointegration of endosseous implants in radiated, vascularized fibula flaps to the mandible: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995; 53(6): 640–4; discussion 644–5. doi: 10.1016/0278-2391(95)90158-2.
11. Cutting C., Bookstein F.L., Grayson B., Fellingham L., McCarthy J.G. Three-dimensional computer-assisted design of craniofacial surgical procedures: optimization and interaction with cephalometric and CT-based models. *Plast Reconstr Surg.* 1986; 77(6): 877–87. doi: 10.1097/00006534-198606000-00001.
12. Polley J.W., Figueroa A., Cohen M. Leveling of the occlusal plane during model surgery. *J Craniofac Surg.* 1993; 4(4): 266–7.
13. Hanasono M.M., Jacob R.F., Bidaut L., Robb G.L., Skoracki R.J. Midfacial reconstruction using virtual planning, rapid prototype modeling, and stereotactic navigation. *Plast Reconstr Surg.* 2010; 126(6): 2002–6. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181f447e1.
14. Sieira Gil R., Roig A.M., Obispo C.A., Morla A., Pagès C.M., Perez J.L. Surgical planning and microvascular reconstruction of the mandible with a fibular flap using computer-aided design, rapid prototype modelling, and precontoured titanium reconstruction plates: a prospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015; 53(1): 49–53. doi: 10.1016/j.bjoms.2014.09.015.
15. Antony A.K., Chen W.F., Kolokythas A., Weimer K.A., Cohen M.N. Use of virtual surgery and stereolithography-guided osteotomy for mandibular reconstruction with the free fibula. *Plast Reconstr Surg.* 2011; 128(5): 1080–4. doi: 10.1097/PRS.0b013e31822b6723.
16. Foley B.D., Thayer W.P., Honeybrook A., McKenna S., Press S. Mandibular reconstruction using computer-aided design and computer-aided manufacturing: an analysis of surgical results. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 71(2): 111–9. doi: 10.1016/j.joms.2012.08.022.
17. Hou J.S., Chen M., Pan C.B., Wang M., Wang J.G., Zhang B., Tao Q., Wang C., Huang H.Z. Application of CAD/CAM-assisted technique with surgical treatment in reconstruction of the mandible. *J Cranio-maxillofac Surg.* 2012; 40(8): 432–7. doi: 10.1016/j.jcms.2012.02.022.
18. Damecourt A., Nieto N., Galmiche S., Garrel R., de Boutray M. In-house 3D treatment planning for mandibular reconstruction by free fibula flap in cancer: Our technique. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2020; 137(6): 501–5. doi: 10.1016/j.anorl.2020.02.002.
19. Pauchot J., Lachat J., Floret F., Badet J.M., Tavernier L., Aubry S. Reconstruction de la mandibule par lambeau libre de péroné assistée par une maquette tridimensionnelle: note technique. *Revue de la littérature des techniques de CAO et FAO appliquées à la reconstruction mandibulaire. Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale.* 2013 Sep; 114(4): 269–75. doi: 10.1016/j.revsto.2013.06.002.
20. Wang T.H., Tseng C.S., Hsieh C.Y., Ma H., Shen B.H., Perng C.K., Tiu C.M. Using computer-aided design paper model for mandibular reconstruction: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67(11): 2534–40. doi: 10.1016/j.joms.2009.04.033.
21. Schramm A., Suarez-Cunquero M.M., Rücker M., Kokemueller H., Bormann K.H., Metzger M.C., Gellrich N.C. Computer-assisted therapy in orbital and mid-facial reconstructions. *Int J Med Robot.* 2009; 5(2): 111–24. doi: 10.1002/ics.245.

22. Metzger M.C., Hohlweg-Majert B., Schön R., Teschner M., Gellrich N.C., Schmelzeisen R., Gutwald R. Verification of clinical precision after computer-aided reconstruction in craniomaxillofacial surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104(4): 1–10. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.04.015.
23. Marmulla R., Niederdehlmann H. Computer-assisted bone segment navigation. *J Craniomaxillofac Surg.* 1998; 26(6): 347–59. doi: 10.1016/s1010-5182(98)80067-x.
24. Marchetti C., Bianchi A., Bassi M., Gori R., Lamberti C., Sarti A. Mathematical modeling and numerical simulation in maxillofacial virtual surgery. *J Craniofac Surg.* 2006; 17: 661–7. doi: 10.1097/00001665-200607000-00009.
25. Wilde F., Hanken H., Probst F., Schramm A., Heiland M., Cornelius C.P. Multicenter study on the use of patient-specific CAD/CAM reconstruction plates for mandibular reconstruction. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2015; 10(12): 2035–51. doi: 10.1007/s11548-015-1193-2.
26. Hanken H., Schablowsky C., Smeets R., Heiland M., Sehner S., Riecke B., Nourwali I., Vorwig O., Gröbe A., Al-Dam A. Virtual planning of complex head and neck reconstruction results in satisfactory match between real outcomes and virtual models. *Clin Oral Invest.* 2015; 19(3): 647–56. doi: 10.1007/s00784-014-1291-5.
27. Pang J.H., Brooke S., Kubik M.W., Ferris R.L., Dhima M., Hanasono M.M., Wang E.W., Solari M.G. Staged Reconstruction (Delayed-Immediate) of the Maxillectomy Defect Using CAD/CAM Technology. *J Reconstr Microsurg.* 2018; 34(3): 193–9. doi: 10.1055/s-0037-1607394. Erratum in: *J Reconstr Microsurg.* 2018; 34(3): 1.
28. Levine J.P., Bae J.S., Soares M., Brecht L.E., Saadeh P.B., Cera-dini D.J., Hirsch D.L. Jaw in a day: total maxillofacial reconstruction using digital technology. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 131(6): 1386–91. doi: 10.1097/PRS.0b013e31828bd8d0.
29. Hanasono M.M., Chang D.W. Discussion: Jaw in a day: total maxillofacial reconstruction using digital technology. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 131(6): 1392–3. doi: 10.1097/PRS.0b013e31828bd1bc.
30. Qaisi M., Kolodney H., Swedenburg G., Chandran R., Caloss R. Fibula Jaw in a Day: State of the Art in Maxillofacial Reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 74(6). doi: 10.1016/j.joms.2016.01.047.
31. Sukato D.C., Hammer D., Wang W., Shokri T., Williams F., Ducic Y. Experience With «Jaw in a Day» Technique. *J Craniofac Surg.* 2020; 31(5): 1212–7. doi: 10.1097/SCS.00000000000006369.
32. Chang Y.M., Wei F.C. Fibula Jaw-in-a-Day with Minimal Computer-Aided Design and Manufacturing: Maximizing Efficiency, Cost-Effectiveness, Intraoperative Flexibility, and Quality. *Plast Reconstr Surg.* 2021; 147(2): 476–9. doi: 10.1097/PRS.00000000000007546.
33. Patel A., Harrison P., Cheng A., Bray B., Bell R.B. Fibular Reconstruction of the Maxilla and Mandible with Immediate Implant-Supported Prosthetic Rehabilitation: Jaw in a Day. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019; 31(3): 369–86. doi: 10.1016/j.coms.2019.03.002.
34. Wilkat M., Norbert K., Majeed R. Advances in the Resection and Reconstruction of Midfacial Tumors Through Computer Assisted Surgery. *Front Oncol.* 2021; 11: 4226. doi: 10.3389/fonc.2021.719528.
35. Tarsitano A., Ciocca L., Scotti R., Marchetti C. Morphological results of customized microvascular mandibular reconstruction: A comparative study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016; 44(6): 697–702. doi: 10.1016/j.jcms.2016.03.007.
36. Toro C., Robiony M., Costa F., Zerman N., Politi M. Feasibility of preoperative planning using anatomical facsimile models for mandibular reconstruction. *Head Face Med.* 2007; 3: 5. doi: 10.1186/1746-160X-3-5.
37. Wilde F., Winter K., Kletsch K., Lorenz K., Schramm A. Mandible reconstruction using patient-specific pre-bent reconstruction plates: comparison of standard and transfer key methods. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2015; 10(2): 129–40. doi: 10.1007/s11548-014-1065-1.
38. Wilde F., Cornelius C.P., Schramm A. Computer-Assisted Mandibular Reconstruction using a Patient-Specific Reconstruction Plate Fabricated with Computer-Aided Design and Manufacturing Techniques. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2014; 7(2): 158–66. doi: 10.1055/s-0034-1371356.
39. Chang S.Y., Huang J.J., Tsao C.K., Nguyen A., Mittakanti K., Lin C.Y., Cheng M.H. Does ischemia time affect the outcome of free fibula flaps for head and neck reconstruction? A review of 116 cases. *Plast Reconstr Surg.* 2010; 126(6): 1988–95. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181f448c8.
40. Seruya M., Fisher M., Rodriguez E.D. Computer-assisted versus conventional free fibula flap technique for craniofacial reconstruction: an outcomes comparison. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 132(5): 1219–28. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182a3c0b1.
41. Modabber A., Legros C., Rana M., Gerressen M., Riediger D., Ghassemi A. Evaluation of computer-assisted jaw reconstruction with free vascularized fibular flap compared to conventional surgery: a clinical pilot study. *Int J Med Robot.* 2012; 8(2): 215–20. doi: 10.1002/rms.456.
42. Hanasono M.M., Skoracki R.J. Computer-assisted design and rapid prototype modeling in microvascular mandible reconstruction. *Laryngoscope.* 2013; 123(3): 597–604. doi: 10.1002/lary.23717.
43. Sieira Gil R., Roig A.M., Obispo C.A., Morla A., Pagès C.M., Perez J.L. Surgical planning and microvascular reconstruction of the mandible with a fibular flap using computer-aided design, rapid prototype modelling, and precontoured titanium reconstruction plates: a prospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015; 53(1): 49–53. doi: 10.1016/j.bjoms.2014.09.015.
44. Contag S.P., Golub J.S., Teknos T.N., Nussenbaum B., Stack B.C. Jr., Arnold D.J., Johns M.M. Professional burnout among microvascular and reconstructive free-flap head and neck surgeons in the United States. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 136(10): 950–6. doi: 10.1001/archoto.2010.175.
45. Sturm L., Dawson D., Vaughan R., Hewett P., Hill A.G., Graham J.C., Maddern G.J. Effects of fatigue on surgeon performance and surgical outcomes: a systematic review. *ANZ J Surg.* 2011; 81(7–8): 502–9. doi: 10.1111/j.1445-2197.2010.05642.x.
46. Veasey S., Rosen R., Barzansky B., Rosen I., Owens J. Sleep loss and fatigue in residency training: a reappraisal. *JAMA.* 2002; 288(9): 1116–24. doi: 10.1001/jama.288.9.1116.
47. Ciocca L., Marchetti C., Mazzoni S., Baldissara P., Gatto M.R., Cipriani R., Scotti R., Tarsitano A. Accuracy of fibular sectioning and insertion into a rapid-prototyped bone plate, for mandibular reconstruction using CAD-CAM technology. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(1): 28–33. doi: 10.1016/j.jcms.2014.10.005.
48. Hanasono M.M., Skoracki R.J. Computer-assisted design and rapid prototype modeling in microvascular mandible reconstruction. *Laryngoscope.* 2013; 123(3): 597–604. doi: 10.1002/lary.23717.
49. Li P., Xuan M., Liao C., Tang W., Wang X.Y., Tian W., Long J. Application of Intraoperative Navigation for the Reconstruction of Mandibular Defects With Microvascular Fibular Flaps-Preliminary Clinical Experiences. *J Craniofac Surg.* 2016; 27(3): 751–5. doi: 10.1097/SCS.00000000000002430.
50. Stirling Craig E., Yuhasz M., Shah A., Blumberg J., Salomon J., Lowlicht R., Fusi S., Steinbacher D.M. Simulated surgery and cutting guides enhance spatial positioning in free fibular mandibular reconstruction. *Microsurgery.* 2015; 35(1): 29–33. doi: 10.1002/micr.22229.
51. Tarsitano A., Del Corso G., Ciocca L., Scotti R., Marchetti C. Mandibular reconstructions using computer-aided design/computer-aided manufacturing: A systematic review of a defect-based reconstructive algorithm. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(9): 1785–91. doi: 10.1016/j.jcms.2015.08.006.
52. Thankappan K., Trivedi N.P., Subash P., Pullara S.K., Peter S., Kuriaose M.A., Iyer S. Three-dimensional computed tomography-based contouring of a free fibula bone graft for mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66(10): 2185–92. doi: 10.1016/j.joms.2008.01.035.
53. Рагимов Ч.Р., Ахундов А.А., Гаджиева Г.И., Рагимли Р.Ч., Сафаров Д.А., Фарзалиев И.М. Лечение распространенных опухолей челюсти с одномоментной гемимандибулэктомией, реконструкцией нижней челюсти, артропластикой височно-нижнечелюстного сустава и ортопедической реабилитацией с применением зубных имплантатов. *Опухоли головы и шеи* 2020; 10(3): 97–110. [Rahimov C.R., Ahundov A.A., Hajiyeva G.I., Rahimli R.C., Safarov D.A., Farzaliyev I.M. Treatment of extensive tumors of the jaws by hemimandibulectomy with simultaneous reconstruction of the mandible, arthroplasty of temporomandibular joint, orthopedic rehabilitation supported by dental implants. *Head and Neck Tumors.* 2020; 10(3): 97–110. (in Russian)]. doi: 10.17650/2222-1468-2020-10-3-97-110.
54. Nazerani S., Behnia H., Motamedi M.H. Experience with the prefabricated free fibula flap for reconstruction of maxillary and mandibular defects. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66(2): 260–4. doi: 10.1016/j.joms.2007.06.675.
55. Beumer J., Marunick M.T., Esposito S.J. Maxillofacial rehabilitation: prosthodontic and surgical management of cancer-related, acquired, and congenital defects of the head and neck. Quintessence Pub. 2011.
56. Roumanas E.D., Markowitz B.L., Lorant J.A., Calcaterra T.C., Jones N.F., Beumer J. Reconstructed mandibular defects: fibula free flaps and osseointegrated implants. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 99(2): 356–65. doi: 10.1097/00006534-199702000-00008.
57. Chiapasco M., Biglioli F., Autelitano L., Romeo E., Brusati R. Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(2): 220–8. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01212.x.
58. Sclaroff A., Haughey B., Gay W.D., Paniello R. Immediate mandibular reconstruction and placement of dental implants. At the time of ablative surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994; 78(6): 711–7. doi: 10.1016/0030-4220(94)90085-x.
59. Urken M.L., Buchbinder D., Weinberg H., Vickery C., Sheiner A., Biller H.F. Primary placement of osseointegrated implants in microvascular mandibular reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1989; 101(1): 56–73. doi: 10.1177/019459988910100111.

60. Chan M.F., Hayter J.P., Cawood J.I., Howell R.A. Oral rehabilitation with implant-retained prostheses following ablative surgery and reconstruction with free flaps. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997; 12(6): 820–7.
61. Brown J.S., Shaw R.J. Reconstruction of the maxilla and midface: introducing a new classification. *Lancet Oncol*. 2010; 11(10): 1001–8. doi: 10.1016/S1470-2045(10)70113-3.
62. Mazzoni S., Marchetti C., Sgarzani R., Cipriani R., Scotti R., Ciocca L. Prosthetically guided maxillofacial surgery: evaluation of the accuracy of a surgical guide and custom-made bone plate in oncology patients after mandibular reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2013; 131(6): 1376–85. doi: 10.1097/PRS.0b013e31828bd6b0.
63. Disa J.J., Cordeiro P.G. Mandible reconstruction with microvascular surgery. *Semin Surg Oncol*. 2000 Oct-Nov; 19(3): 226–34. doi: 10.1002/1098-2388(200010/11)19:3<226::aid-ssu4>3.0.co;2-n.
64. Troulis M.J., Everett P., Seldin E.B., Kikinis R., Kaban L.B. Development of a three-dimensional treatment planning system based on computed tomographic data. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002; 31(4): 349–57. doi: 10.1054/ijom.2002.0278.
65. Juergens P., Krol Z., Zeilhofer H.F., Beinemann J., Schicho K., Ewers R., Klug C. Computer simulation and rapid prototyping for the reconstruction of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 67(10): 2167–70. doi: 10.1016/j.joms.2009.04.104.
66. Dérand P., Hirsch J.M. Virtual bending of mandibular reconstruction plates using a computer-aided design. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 67(8): 1640–3. doi: 10.1016/j.joms.2009.03.039.
67. Chaturvedi S.K., Shenoy A., Prasad K.M., Senthilnathan S.M., Premalatha B.S. Concerns, coping and quality of life in head and neck cancer patients. *Support Care Cancer*. 1996; 4(3): 186–90. doi: 10.1007/BF01682338.
68. Duffy S.A., Ronis D.L., Valenstein M., Fowler K.E., Lambert M.T., Bishop C., Terrell J.E. Depressive symptoms, smoking, drinking, and quality of life among head and neck cancer patients. *Psychosomatics*. 2007; 48(2): 142–8. doi: 10.1176/appi.psy.48.2.142.
69. Chao A.H., Weimer K., Raczkowsky J., Zhang Y., Kunze M., Cody D., Selber J.C., Hanasono M.M., Skoracki R.J. Pre-programmed robotic osteotomies for fibula free flap mandible reconstruction: A pre-clinical investigation. *Microsurgery*. 2016; 36(3): 246–9. doi: 10.1002/micr.30013.
70. Hayden R.E., Mullin D.P., Patel A.K. Reconstruction of the segmental mandibular defect: current state of the art. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012; 20(4): 231–6. doi: 10.1097/MOO.0b013e328355d0f3.
71. Naujokat H., Açil Y., Harder S., Lipp M., Böhrnsen F., Wiltfang J. Osseointegration of dental implants in ectopic engineered bone in three different scaffold materials. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2020; 49(1): 135–42. doi: 10.1016/j.ijom.2019.04.005.

Поступила/Received 09.03.2022

Одобрена после рецензирования/Revised 19.10.2022

Принята к публикации/Accepted 07.11.2022

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Саприна Оксана Александровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник онкологического отделения хирургических методов лечения № 10, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (г. Москва, Россия). Author ID (Scopus): 57202944795. ORCID: 0000-0002-2283-1812.

Шпицер Иван Михайлович, клинический ординатор кафедры челюстно-лицевой хирургии и травматологии, ФГБУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России (г. Москва, Россия). ORCID: 0000-0003-4621-5739.

ВКЛАД АВТОРОВ

Саприна Оксана Александровна: общее руководство проектом, разработка концепции научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания.

Шпицер Иван Михайлович: поиск и подбор научной литературы, написание текста статьи.

Финансирование

Это исследование не потребовало дополнительного финансирования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ABOUT THE AUTHORS

Oksana A. Saprina, MD, PhD, Senior Researcher, Oncological Department of Surgical Methods of Treatment No. 10, N.N. Blokhin National Research Medical Center of Oncology. E-mail: isabekian@mail.ru. Author ID (Scopus): 57202944795. ORCID: 0000-0002-2283-1812.

Ivan M. Shpitser, MD, Clinical Resident of the Department of Maxillofacial Surgery and Traumatology, Moscow State Medical University named after A.I. Evdokimov, KMC Kuskovo of the Moscow State Medical University named after A.I. Evdokimov, ORCID: 0000-0003-4621-5739.

AUTHOR CONTRIBUTION

Oksana A. Saprina: study analysis, conception and design, critical revision with the introduction of valuable intellectual content.

Ivan M. Shpitser: data collection and interpretation drafting of the manuscript.

Funding

This study required no funding.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflict of interest.