

УСТРАНЕНИЕ НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ ДЕФЕКТОВ У БОЛЬНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

А.А. Радкевич

¹ Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,
Красноярск, Российская Федерация

² НИИ медицинских проблем Севера Федерального исследовательского центра
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»,
Красноярск, Российская Федерация

Аннотация

Цель исследования: повышение эффективности реабилитации больных с нижнечелюстными дефектами различной этиологии на основе разработки и применения новых медицинских технологий с использованием материалов с памятью формы.

Материал и методы. С использованием разработанных в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы при Сибирском физико-техническом институте им. академика В.Д. Кузнецова Национального исследовательского Томского государственного университета (г. Томск) нижнечелюстных эндопротезов на основе пористого, непористого и текстильного никелида титана, изготовленных с учетом особенностей дефектов, выполнено оперативное лечение 72 больных в возрасте от 7 до 76 лет, с патологией височно-нижнечелюстного сустава, воспалительными изменениями, травматическими повреждениями, опухолевыми и опухолеподобными состояниями, аномалиями нижнечелюстной кости. Осуществлялся внутриворотовой или внеротовой доступ без иммобилизации нижней челюсти с применением фиксирующих конструкций в виде скоб из никелида титана с эффектом памяти формы.

Результаты. Применение эндопротезов на основе никелида титана в хирургическом устранении нижнечелюстных дефектов различных размеров, конфигурации и этиологии позволило получить удовлетворительные результаты у всех оперированных больных. У 64 (88,9%) пациентов регистрировалось первичное заживление ран, в 6 случаях раны зажили вторично, у 3 больных потребовалось повторное эндопротезирование.

Заключение. Благодаря биосовместимости никелида титана с тканями организма индивидуальные нижнечелюстные эндопротезы на его основе после помещения в зону дефекта длительно функционируют в организме, обеспечивая полноценное восстановление функциональных возможностей зубочелюстного аппарата. и позволяют свести до минимума все виды осложнений, присущие данному типу вмешательств.

Ключевые слова: никелид титана, эндопротезирование нижней челюсти, материалы с памятью формы

Конфликт интересов: автор подтверждает отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Радкевич А.А. Устранение нижнечелюстных дефектов у больных с использованием материалов с памятью формы. Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2023. Т. 26, № 1. С. 30–44. doi 10.52581/1814-1471/84/03

ELIMINATION OF MANDIBULAR DEFECTS IN PATIENTS USING SHAPE MEMORY MATERIALS

A.A. Radkevich

¹ Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky,
Krasnoyarsk, Russian Federation

² Research Institute of Medical Problems of the North, Federal Research Center
"Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences",
Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study: to improving the effectiveness of rehabilitation of patients with mandibular defects of various etiologies based on the development and application of new medical technologies using shape memory materials.

Material and methods. Using medical materials developed at the Research Institute of Medical Materials and Shape Memory Implants at the Siberian Institute of Physics and Technology named after Academician V.D. Kuznetsov, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russia) of mandibular endoprotheses made taking into account the individual characteristics of defects, on the basis of porous, nonporous and textile titanium nickelide, surgical treatment of 72 patients aged 7 to 76 years, with pathology of the temporomandibular joint, inflammatory changes, traumatic injuries, tumor and tumor-like conditions, anomalies of the mandibular bone from intraoral or extraoral accesses without immobilization of the lower jaw with the use of fixing structures in the form of titanium nickelide staples with shape memory effect.

Results. The use of titanium nickelide-based endoprotheses in the surgical removal of mandibular defects of various sizes, configurations and etiology to obtain satisfactory results in all operated patients. 64 (88.9%) patients received primary wound healing, in 6 cases the wounds healed a second time, 3 patients are required repeated arthroplasty.

Conclusion. Due to the biocompatibility of titanium nickelide with body tissues, individual mandibular endoprotheses based on it, after being placed in the defect zone, function for a long time in the body, ensuring full restoration of the functional capabilities of the dental apparatus and minimizing all types of complications inherent in this type of intervention.

Keywords: titanium nickelide, endoprothetics of the lower jaw, shape memory materials

Conflict of interest: author declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: author has no a financial or property interest in any material or method metioned.

For citation: Radkevich A.A. Elimination of mandibular defects in patients using shape memory materials. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2023;26(1):30–44. doi 10.52581/1814-1471/84/03

ВВЕДЕНИЕ

Дефекты нижнечелюстной кости, характеризующиеся нарушением ее непрерывности, возникают в результате воспалительных изменений, переломов неогнестрельного и огнестрельного происхождения и их осложнений, опухолевых и опухолеподобных состояний, деструктивных и продуктивных изменений нижнечелюстной головки при патологии височно-нижнечелюстного сочленения, в том числе и после оперативного извлечения последней. Они также могут иметь врожденный генез. Неустранение таких дефектов ведет к нарушениям конфигурации лица, вплоть до обезображивания, расстройств функций жевания, глотания, дыхания и речи, возникновению деформаций зубных рядов и челюстных костей.

С целью устранения нижнечелюстных дефектов в практической челюстно-лицевой хирургии применяют трансплантационные и имплантационные конструкции и материалы. Ксеногенные и аллогенные нижнечелюстные трансплантаты в настоящее время, за редким исключением [1–3], не применяются, несмотря на их преимущество перед аутоотрансплантатами в виде соответствия изъяду по форме и размерам, отсутствия необходимости операционной травмы, в силу резорбции после помещения в зону дефекта или отторжения, связанного с пересадкой трупного

материала, необходимостью консервации, а также химической и температурной обработки, зачастую нарушающих их внутреннюю структуру. К недостаткам аутоотрансплантации, помимо сложности придания трансплантату необходимых размеров и конфигурации, следует отнести необходимость нанесения дополнительной операционной травмы, связанной с забором материала. Кроме того, после свободной пересадки такие трансплантаты подвергаются остеокластической резорбции, так как через 2 ч после их обескровливания наступает гибель остеоцитов в их толще, что, несомненно, отрицательно сказывается на конечном результате операции.

В настоящее время большинство зарубежных и отечественных специалистов используют в качестве трансплантатов комбинации лопаточных, подвздошных или берцовых костных материалов с окружающим их мягкотканым компонентом в сочетании с микрохирургической техникой, а также титановыми не биосовместимыми фиксирующими конструкциями [4–7]. Данные методики являются дорогостоящими, требуют больших временных затрат, не лишены описанных выше недостатков, высоко травматичны, оставляют значительные неизгладимые изъяды на теле пациентов, ведущие к функциональным нарушениям организма. Кроме того, не исключены и некротические изменения пересаженных тканей,

обусловленные тромбозом (особенно венозных сосудов) в ближайшем послеоперационном периоде.

Исходя из изложенного, многие хирурги для возмещения отсутствующих частей нижнечелюстной кости стали применять эндопротезы, изготовленные в основном из титана различных марок или других металлических и неметаллических материалов, не обладающих свойствами вязкоупругости, обусловленными мартенситными превращениями в условиях знакопеременной деформации в процессе функционирования зубочелюстного аппарата [8–14]. Известно, что такие имплантационные материалы не являются биосовместимыми с тканями организма, так как их эластические свойства, как минимум, в 20 раз ниже таковых компактной костной ткани [15]. Подобные конструкции в организме либо отторгаются, либо ведут себя как инородные тела со всеми вытекающими негативными последствиями.

В течение двух последних десятилетий в нашей стране широкое распространение в медицине получили биосовместимые пористые и непористые сверхэластичные материалы и имплантаты с памятью формы на основе никелида титана [15]. После помещения в тканевые дефекты такие имплантаты не отторгаются, а биологические ткани врастают в их пористую структуру с образованием единого функционирующего с имплантационным материалом органотипичного регенерата благодаря уникальным свойствам деформироваться и восстанавливать исходную форму при нагрузке и разгрузке подобно живым костным и мягким тканям. Данное обстоятельство позволило с высокой степенью эффективности применять указанные имплантаты для замещения утраченных тканей и органов в различных отраслях реконструктивной хирургии [16–24], в том числе в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии [25–27].

Цель исследования: повышение эффективности реабилитации больных с нижнечелюстными дефектами различной этиологии на основе разработки и применения новых медицинских технологий с использованием материалов с памятью формы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В процессе проведенного исследования выполнялось замещение нижнечелюстных дефектов (ветви, включающие нижнечелюстную головку или без таковой, угла, тела, имеющие различные комбинации перечисленного) с помощью эндопротезов, разработанных в НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы при Сибирском физико-техническом институте им.

академика В.Д. Кузнецова Национального исследовательского Томского государственного университета (г. Томск) на основе пористого, непористого и текстильного никелида титана. Эндопротезы изготавливали с учетом особенностей конфигурации изъяна, используя литографические модели нижней челюсти и средней зоны лицевого черепа пациентов. Каркас эндопротеза состоит из никелид-титановой пластины марки ТН-10. Длина пластины должна на 1,0–1,5 см превышать таковую дефекта с учетом фиксации к сохранившейся части нижнечелюстной кости, ширина – 15–25 мм, толщина – 1,5 мм. С наружной и внутренней сторон пластины фиксируются пластинами из никелида титана толщиной 2,0 мм со сквозной пористостью 55–60%, коэффициентом проницаемости в интервале $2 \cdot 10^{-13}$ – $3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ и следующим распределением пор по размеру: 10^{-2} – 10^{-1} мкм – 2%, 10^{-1} – 10^1 мкм – 6%, 10^1 – 10^2 мкм – 25%, 10^2 – $4 \cdot 10^2$ мкм – 45%, свыше $4 \cdot 10^2$ мкм – остальные. В случаях необходимости замещения нижнечелюстной головки эндопротез изготавливают с соответствующим утолщением пористого материала на конце и поверхностной зашлифовкой пористости со всех сторон. Для устранения острых краев и предотвращая прорезывания эндопротеза после установки в зону дефекта в процессе функционирования зубочелюстного аппарата, а также обеспечения абсолютной гармонии взаимодействия последнего с реципиентными тканями пористую часть конструкции покрывали тонкопрофильным текстильным никелидом титана, изготовленным из нити толщиной 40–50 мкм. Покрытие осуществляли путем двойного или тройного плетения, размер ячейки которого составляет $1 \times 1 - 3 \times 3$ мм [28] (рис. 1).

Техника операции. После доступа к очагу поражения со стороны ротовой полости или из зачелюстной, поднижнечелюстной, подподбородочной областей либо путем использования их комбинаций обнажали зону дефекта или патологически измененную часть нижней челюсти, последнюю резецировали. В случаях замещения нижнечелюстной головки у больных с патологией височно-нижнечелюстного сустава выполняли остеотомию ветви от вырезки по направлению к середине заднего края выше проекции нижнечелюстного отверстия, затем извлекали задний остеотомированный фрагмент. Если в результате удаления патологических тканей образовывалась сквозная рана, то ее ушивали наглухо в два-три слоя.

Далее формировали декортицированную наружную поверхность со стороны остеотомированного края сохраненных фрагментов челюсти, соответствующую наложению части замещающей конструкции, необходимой для ее фиксации.



Рис. 1. Варианты эндопротезов нижней челюсти на основе пористого никелида титана: *а* – задней части ветви, включающий головку; *б* – частичный тела; *в* – частичный ветви, угла и тела, включающий подбородочную часть; *г* – полный; *д-ж* – частичный ветви, угла и тела в комбинации с текстильным никелидом титана

Fig. 1. Variants of mandibular endoprostheses based on porous titanium nickelide: *a* – posterior part of the branch, including the head; *б* – partial body; *в* – partial branch, angle and body, including the chin part; *г* – complete; *д-ж* – partial branch, angle and body in combination with textile titanium nickelide

Затем в зону дефекта устанавливали эндопротез (при отсроченных вмешательствах выполняли предварительную репозицию фрагментов). Для восполнения нижнечелюстной головки аналогичную часть эндопротеза устанавливали в подвисочную позицию, культю латеральной крыловидной мышцы фиксировали к шейке искусственной головки. Эндопротез фиксировали при помощи устройств в виде скоб, изготовленных из никелида титана, обладающих эффектом памяти формы (рис. 2) [26]. Рану послойно ушивали и обеспечивали наружное дренирование.



Рис. 2. Фиксирующие конструкции из никелида титана с памятью формы

Fig. 2. Fixing structures made of titanium nickelide with shape memory

По разработанной технологии было выполнено хирургическое лечение 72 больных с различными патологическими состояниями нижней челюсти, приведшими к возникновению костных дефектов, включающими воспалительные процессы, травматические повреждения и их осложнения, опухолевые и опухолеподобные со-

стояния, аномалии и патологию височно-нижнечелюстных суставов. В зависимости от нозологии участники исследования обоего пола были разделены на 9 групп (табл. 1). Возраст пациентов варьировал от 7 до 76 лет.

Из 34 больных 1–3-й, 5-й и 9-й групп одностороннее замещение нижнечелюстной головки было выполнено у 25 человек, двустороннее (в основном с височно-нижнечелюстными анкилозами), – у 9. В 4-й группе в одном случае замещение ветви и угла, включая нижнечелюстную головку, было осуществлено по поводу приобретенного дефекта в результате гематогенного остеомиелита, перенесенного в раннем детском возрасте, угла и тела – также у одного пациента в результате хронического одонтогенного, у остальных – травматического остеомиелита.

Больные 5-й группы характеризовались наличием переломов собственно нижнечелюстной головки или оскольчатого перелома мышечкового отростка нижней челюсти, а также функциональной несостоятельностью малого отломка после репозиции. Опухолоподобные состояния в основном были представлены фиброзной дисплазией, кистозными поражениями нижнечелюстной головки, радикулярными кистами, распространяющимися в зоны ветви, угла и тела челюсти до подбородочного отдела, а также деструкцией вышеописанной локализации, обусловленной гиперпаратиреоидизмом.

У пациентов с доброкачественными новообразованиями регистрировалась большая часть амелобластом, в меньшем количестве имелись губчатые остеомы, гигантоклеточные опухоли, миксофибромы.

Таблица 1. Количественное распределение больных с патологиями нижней челюсти в зависимости от нозологии и возраста

Table 1. Quantitative distribution of patients with pathologies of the lower jaw, depending on the nosology and age

Группа больных	Нозологическая форма	Возраст, лет	Количество больных
1	Височно-нижнечелюстные остеоартрозо-артриты	25–76	12
2	Височно-нижнечелюстные деформирующие остеоартрозы	34–75	6
3	Височно-нижнечелюстные анкилозы	7–18	9
4	Остеомиелиты различной этиологии	16–74	5
5	Травматические повреждения нижнечелюстной головки	18–47	4
6	Опухолоподобные состояния	13–48	5
7	Доброкачественные новообразования	17–68	19
8	Злокачественные новообразования	56–73	10
9	Аномалии ветви и нижнечелюстной головки, включающие вторичные деформации	16–25	3
Всего			73*

* Несоответствие количественной характеристики больных итоговому значению связано с имеющейся в одном случае сочетанной патологией.

У представителей 8-й группы злокачественные процессы выявлялись в виде первичного и вторичного рака и остеогенной саркомы. Замещение нижнечелюстной головки у таких пациентов осуществляли непосредственно после извлечения остеотомированного фрагмента.

У 20 пациентов 4-й, 7-й и 8-й групп выполнялось непосредственное замещение изъяна, в остальных 14 случаях (у 8 пациентов со злокачественными и 4 – с доброкачественными новообразованиями) проведено отсроченное эндопротезирование. Показаниями к отсроченному замещению дефектов служили признаки нагноения и недостаточность временных резервов для индивидуального изготовления замещающей конструкции. Относительным противопоказанием к первичному эндопротезированию следует считать злокачественные опухолевые процессы.

Особенностью послеоперационного ведения больных являлось отсутствие необходимости иммобилизации нижней челюсти, что способствовало ранней функциональной нагрузке.

После заживления ран и устранения явлений отека мягких тканей челюстно-лицевой области в зависимости от показаний в целях замещения дефектов зубных рядов больным изготавливали зубочелюстные протезы, опирающиеся на эндопротез, ткани протезного ложа, прилегающие к верхнему краю последнего и оставшуюся часть челюсти и нижнего зубного ряда. Базисы таких протезов формировали из литейного стоматологического сплава «Титанид», обладающего свойствами биосовместимости и сверхэластичности, что предупреждало атрофию опорных тканей в процессе пользования [25].

Результаты хирургических лечебных мероприятий оценивали в ближайшем послеоперационном периоде и в отдаленные сроки от 12 до 60 мес на основании клиники, рентгенодиагностики в виде ортопантограмм, прямых и боковых рентгенограмм лицевого скелета, а также его компьютерных томограмм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наблюдения за больными показали высокую эффективность разработанной нами технологии. У пациентов после замещения нижнечелюстной головки в связи с патологией височно-нижнечелюстного сустава во всех случаях отмечалось первичное заживление ран. Спустя 3–4 нед больные могли принимать твердую пищу. Благодаря устранению отека явлений в подвисочной области к этому сроку восстанавливалось пространственное положение нижней челюсти, о чем свидетельствовало удовлетворительное смыкание зубных рядов, полноценное открывание рта и нормализация боковых движений челюсти.

В других группах (38 пациентов после выполнения дефектов, включающих угол и тело нижней челюсти) у 30 человек раны зажили первичным натяжением. У остальных имело место частичное расхождение швов в проекции замещаемой части тела челюсти. В 2 случаях заживление происходило вторично, вдоль имплантационного материала, в 3 – потребовалась частичная замена текстильной оболочки эндопротеза в проекции разобщения, еще в 3 – осложнение устранили повторным эндопротезированием.

В отдаленные сроки больные жалоб не предъявляли. Во всех случаях удалось достичь нормализации конфигурации лица, удовлетворительного восстановления анатомо-функциональных возможностей зубочелюстного аппарата.

Рентгенологически отмечали отсутствие рецидивов (процедивов) заболеваний, полноценное соединение эндопротезов с зонами нижнечелюстных костей. Явлений резорбции костной ткани в зонах фиксации и прилегания установленных конструкций, а также их неудовлетворительного стояния не наблюдалось.

В качестве иллюстрации приводим следующие клинические наблюдения.

Клиническое наблюдение 1

Больная И., 34 года, обратилась по поводу процедива амелобластомы тела нижней челюсти справа.

Из анамнеза: болеет в течение 10 лет. Ранее трижды была оперирована путем выскабливания патологических тканей со стороны полости рта, однако эффекта не наступило, каждый раз отмечался продолженный рост опухоли (рис. 3, 4). После рентгенологического обследования выявлены деструктивные изменения правой головки нижней челюсти (рис. 5). Выполнена операция: правосторонняя резекция задней части правой ветви, включая нижнечелюстную головку, тела нижней челюсти с сохранением части ветви и угла, эндопротезирование с применением индивидуальных ортотопических конструкцией, изготовленных из сплавов на основе никелида титана, согласно разработанной технологии (рис. 6).

Послеоперационный период протекал без осложнений, заживление ран – первичным натяжением. Через 2 мес был изготовлен зубочелюстной протез с базисом из никелида титана.

При осмотре через 3 года женщина жалоб не предъявляла, рот открывает в полном объеме, состояние зубочелюстного аппарата удовлетворительное. Функциональных нарушений, связанных с выполненной операцией, не определялось. Рентгенологически деструктивных изменений оставшихся частей нижнечелюстной кости не выявлено, стояние эндопротезов удовлетворительное (рис. 7, 8).



Рис. 3. Внешний вид пациентки И., 34 года, до оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция
Fig. 3. An appearance of patient I., 34 years old, before surgical treatment: a – direct view; б – lateral view

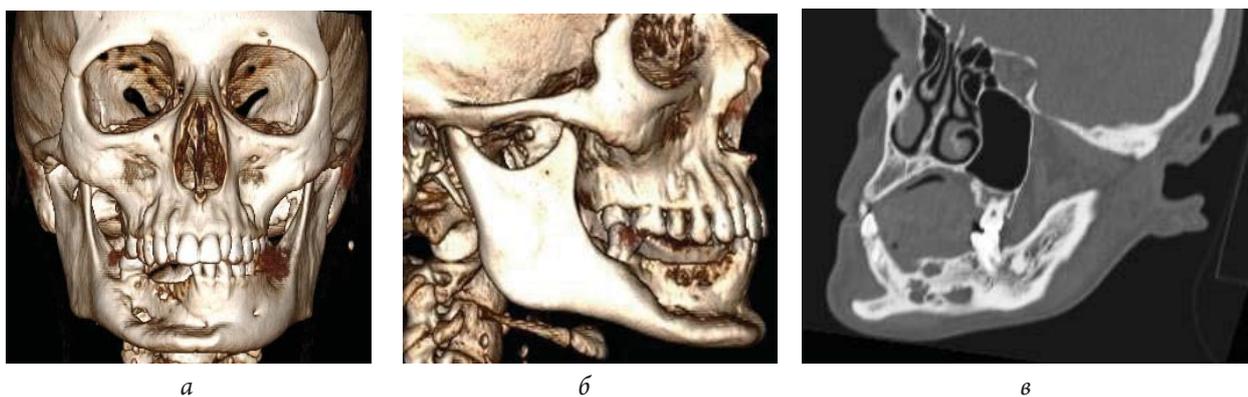


Рис. 4. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациентки И. до оперативного лечения: а – прямая проекция; б, в – боковые проекции

Fig. 4. X-ray picture of the facial skull of patient I. before surgical treatment: a – direct view; б, в – lateral view

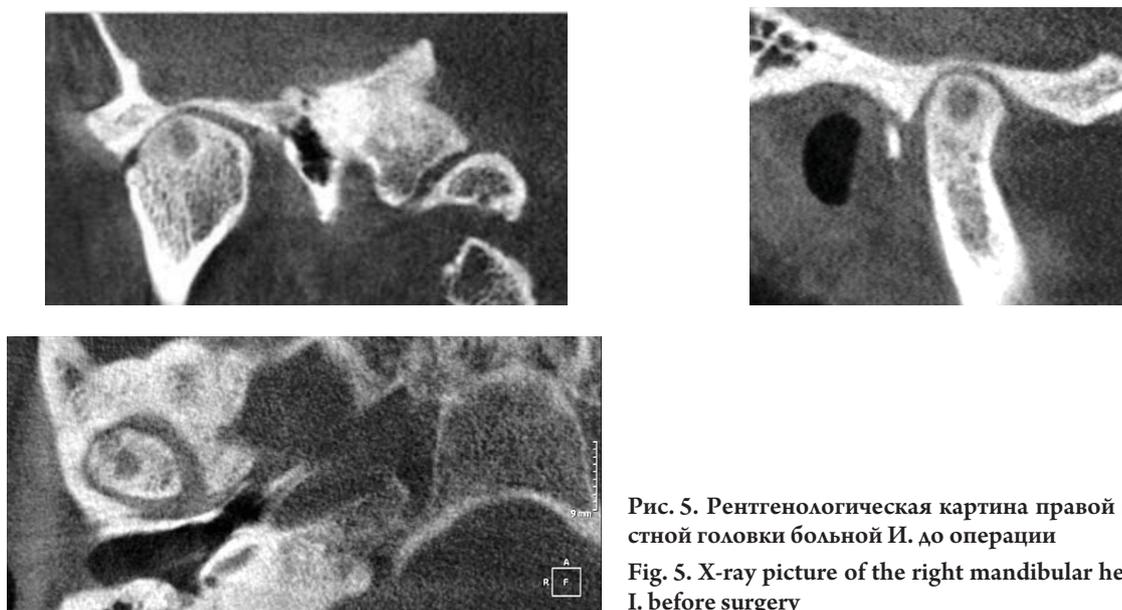


Рис. 5. Рентгенологическая картина правой нижнечелюстной головки больной И. до операции

Fig. 5. X-ray picture of the right mandibular head of patient I. before surgery



Рис. 6. Состояние операционной раны после замещения нижнечелюстной головки (а) и замещения тела нижней челюсти (б)

Fig. 6. State of the surgical wound after replacement of the mandibular head (a) and replacement of the body of the lower jaw (b)



Рис. 7. Внешний вид пациентки И. через 3 года после оперативного лечения: а – состояние сомкнутых зубных рядов, б – состояние открытого рта; в – боковая проекция

Fig. 7. An appearance of patient I. 3 years after surgery: a – the state of closed dentition; б – the state of the open mouth; в – lateral view

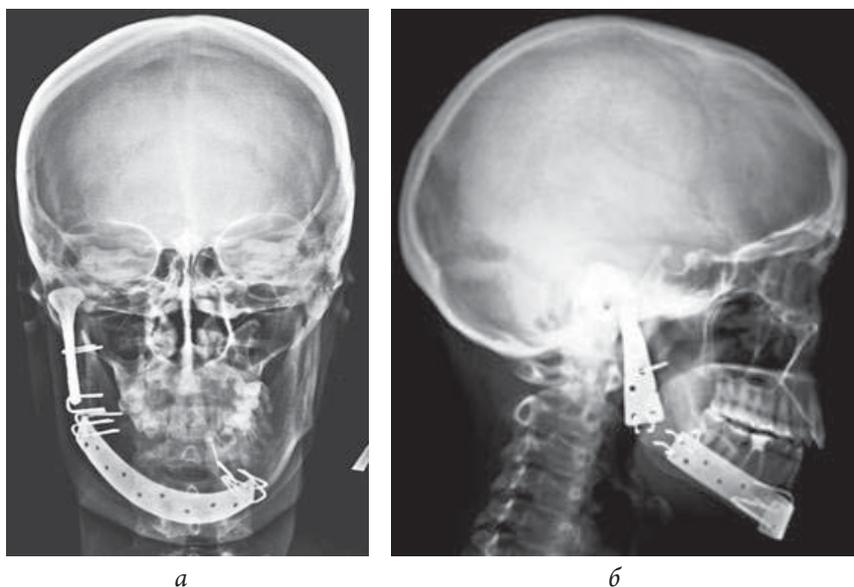


Рис. 8. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациентки И. через 3 года после оперативного лечения: а – прямая проекция, б – боковая проекция

Fig. 8. X-ray picture of the facial skull of patient I. 3 years after surgery: a – direct view; б – lateral view

Клиническое наблюдение 2

Больная Ц., 13 лет, обратилась по поводу фиброзной дисплазии нижней челюсти справа (рис. 9). Выполнена резекция нижней челюсти, эндопротезирование с применением конструкции на основе пористого никелида титана согласно разработанной технологии (рис. 10, 11).

Послеоперационный период протекал без особенностей, заживление раны – первичным натяжением.

При осмотре через 12 мес стояние эндопротеза и функциональное состояние зубочелюстного аппарата удовлетворительное (рис. 12–14).



Рис. 9. Внешний вид пациентки Ц., 13 лет, до оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция
Fig. 9. An appearance of patient Ts., 13 years old, before surgery: a – direct view; б – lateral view

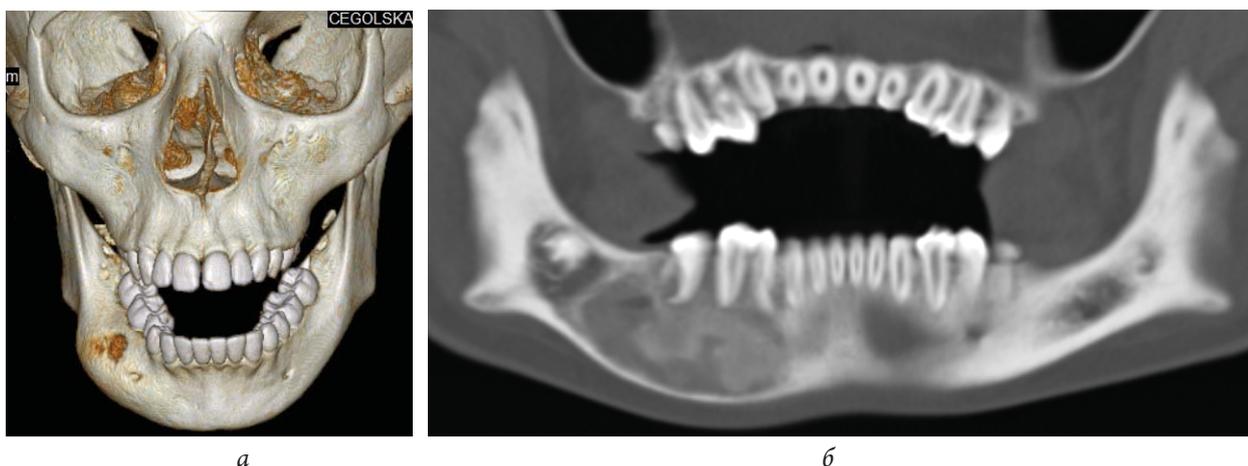


Рис. 10. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациентки Ц. до оперативного лечения: а – 3D-реконструкция; б – панорамное изображение нижней челюсти
Fig. 10. X-ray picture of the facial skull of patient Ts.. before surgical treatment: a – 3D reconstruction; б – panoramic image of the lower jaw

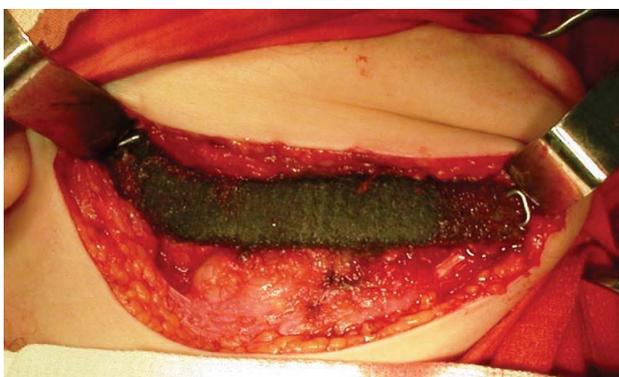


Рис. 11. Состояние операционной раны после замещения нижнечелюстного дефекта у больной Ц.
Fig. 11. State of the surgical wound after replacement of the mandibular defect in patient Ts.



Рис. 12. Состояние протезного ложа у больной Ц. через 12 мес после оперативного лечения
Fig. 12. State of the prosthetic bed in patient Ts. 12 months after surgery

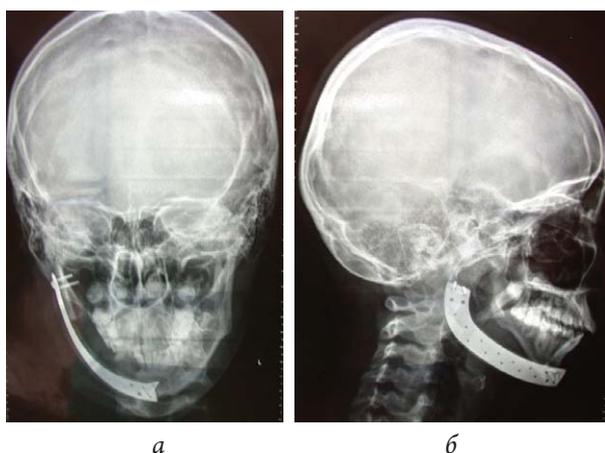


Рис. 13. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациентки Ц, через 12 мес после оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция

Fig. 13. X-ray picture of the facial skull of patient Ts. 12 months after surgery: a – direct view; б – lateral view



Рис. 15. Внешний вид больного Ш. до оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция

Fig. 15. An appearance of patient Sh. before surgery: a – direct view; б – lateral view



а



б

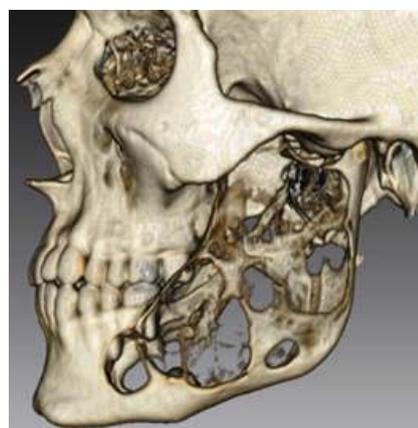
Рис. 14. Состояние зубочелюстного аппарата пациентки Ц, после зубного протезирования: разомкнутые (а) и сомкнутые (б) зубные ряды

Fig. 14. State of the dentoalveolar apparatus of patient Ts. after dental prosthetics: open (а) and сомкнутые (б) dentition

Клиническое наблюдение 3

Больной Ш. 16 лет, обратился по поводу амелобластомы нижней челюсти слева (рис. 15, 16).

Выполнены резекция нижней челюсти, эндопротезирование с применением конструкции на основе пористого никелида титана согласно разработанной технологии (рис. 17, 18).



а



б

Рис. 16. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациента Ш. до оперативного лечения: а – 3D-реконструкция, боковая проекция; б – ортопантограмма

Fig. 16. X-ray picture of the facial skull of patient Sh. before surgery: а – 3D reconstruction, lateral view; б – orthopantomogram

Послеоперационный период протекал без особенностей, заживление раны – первичным натяжением.

При осмотре через 12 мес стояние эндопротеза и функциональное состояние зубочелюстного аппарата удовлетворительные (рис. 19, 20).



Рис. 17. Резецированный участок нижней челюсти больного Ш.

Fig. 17. Resected area of the lower jaw of patient Sh.



Рис. 18. Состояние операционной раны после замещения нижнечелюстного дефекта у больного Ш.

Fig. 18. State of the surgical wound after replacement of the mandibular defect in patient Sh.



Рис. 19. Внешний вид пациента Ш. через 12 мес после оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция; в – состояние улыбки

Fig. 19. An appearance of patient Sh. 12 months after surgery: a – direct view; б – lateral view; в – smile state

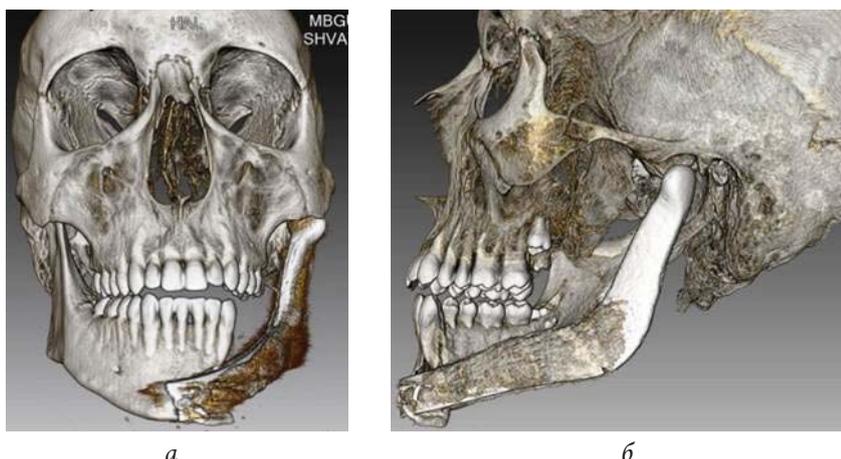


Рис. 20. Рентгенологическая картина лицевого скелета пациента Ш. через 12 мес после оперативного лечения: а – прямая проекция; б – боковая проекция

Fig. 20. X-ray picture of the facial skull of patient Sh. 12 months after surgery: a – direct view; б – lateral view

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение комбинированных эндопротезов из никелида титана позволяет с высокой степенью эффективности устранять дефекты нижнечелюстной кости различных

этиологии, размеров и конфигурации. Благодаря биосовместимости никелида титана с тканями организма такие эндопротезы не отторгаются, а соединительные ткани со стороны прилегающих тканей прорастают сквозь их пористую и сетчатую структуру, образуя единый с имплантаци-

онным материалом соединительнотканый регенерат. Это способствует гармоничному функционированию имплантируемой системы в организме. Внутренняя монолитная часть эндопротеза обеспечивает прочностные свойства конструкции. Текстильное никелид-титановое покрытие основной части конструкции (за исключением нижнечелюстной головки) предотвращает прорезывание эндопротеза сквозь слизистую оболочку ротовой полости и кожные покровы зачелюстной, поднижнечелюстной, подбородочной и подподбородочной областей. Толщина данного покрытия (т.е. количество его слоев) определяется необходимостью компенсации объема потерянного мягкотканого компонента для нормализации конфигурации лица. Гистерезисное поведение данных эндопротезов в процессе нагрузки и разгрузки, подобное такому биологических тканей (т.е. многократная подверженность знакопеременной деформации), предотвращает разрушение поверхностных оксидных слоев, препятствующих высвобождению оксидов титана в толщу окружающих тканей.

Фиксирующие никелид-титановые конструкции дают возможность эластической надежной фиксации имплантируемой конструкции, что обеспечивает раннюю функциональную нагрузку, т.е. без иммобилизации нижней челюсти. Эластическая фиксация в пределах 2% деформации, в отличие от жесткой фиксации, не препятствует капиллярному движению биологических жидкостей в костных структурах и в толще имплантационного материала, тем самым оптимизируя репаративные процессы в зоне вмешательства. Отсутствие пластической деформации фиксирующих элементов в указанных выше пределах нагрузки предотвращает последующее смещение эндопротезов за счет мышечной тяги.

Зашлифованная поверхность искусственной нижнечелюстной головки в совокупности с ранней функциональной нагрузкой исключает ее сращение с тканями подвисочной области, чем достигается полноценное открывание рта, а удовлетворительное функционирование латеральной крыловидной мышцы, фиксированной к шейке эндопротеза, обеспечивает боковые движения нижней челюсти.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pogrel M.A. The Concept of Stress Shielding in Nonvascularized Bone Grafts of the Mandible: Review of 2 Cases // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* 2020. Vol. 79, No. 1. P. 266e1–266e5. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.09.024>
2. Alfi D.M., Hassan A., East S.M. et al. Immediate Mandibular Reconstruction Using a Cellular Bone Allograft Following Tumor Resection in a Pediatric Patient // *Face.* 2021. Vol. 2, No. 4. P. 490–495. <https://doi.org/10.1177/27325016211057287>
3. Ryu B., Abraham C., Polido W.D. Treatment of Mandibular Non-union Using Patient Specific Crib Cage Plates and Cellular Bone Allograft: A Case Report // *Craniomaxillofac. Trauma Reconstr. Open.* 2021. Vol. 6. P. 1–8. <https://doi.org/10.1177/24727512211005949>
4. Bianchi B., Ferri A., Ferrari S. et al. Maxillary reconstruction using anterolateral thigh flap and bone grafts // *Microsurg.* 2009. Vol. 29, No. 6. P. 430–436. DOI: 10.1002/micr.20619
5. Chen W.L., Ye J.T., Yang Z.H., Huang Z.Q., Zhang D.M., Wang K. Reverse facial artery-submental artery mandibular osteomuscular flap for the reconstruction of maxillary defects following the removal of benign tumors // *Head. Neck.* 2009. Vol. 31, No. 6. P. 725–731. DOI: 10.1002/hed.21025
6. Zainine R., Mizouni H., Korbi A. et al. Maxillary bone myxoma // *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head. Neck. Dis.* 2014. Vol. 131, No. 4. P. 257–259. DOI: 10.1016/j.anorl.2013.04.004
7. Семенов М.Г., Голяна С.И., Михайлов В.В. и др. Реконструкция нижней челюсти с использованием васкуляризованного костного трансплантата – основной этап комплексной реабилитации ребенка с остеобластокластомой нижней челюсти // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2021. Т. 9, №4. С. 456–464. <https://doi.org/10.17816/PTORS73184>
8. Likhтеров I., Roche A.M., Urken M.L. Contemporary Osseous Reconstruction of the Mandible and the Maxilla // *Oral Maxillofac. Surg. Clin. N. Am.* 2019. Vol. 31, No. 1. P. 101–116. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2018.08.005>
9. Farajpour H., Bastami F., Bohlouli M., et al. Reconstruction of bilateral ramus-condyle unit defect using custom titanium prosthesis with preservation of both condyles // *J. Mechan. Behav. Biomed. Mater.* 2021. Vol. 124. P. 9. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104765>
10. Gorrela H., Alwala A.M., Ramesh K. et al. Arthroplasty Followed by Distraction Osteogenesis Versus Distraction Osteogenesis Followed by Arthroplasty in the Management of TMJ Ankylosis: A Comparative Study // *J. Maxillofac. Oral. Surg.* 2021. Vol. 20. P. 674–679. <https://doi.org/10.1007/s12663-020-01463-3>
11. Oldhoff M.G.E., Mirzaali M.J., Tümer N. et al. Comparison in clinical performance of surgical guides for mandibular surgery and temporomandibular joint implants fabricated by additive manufacturing techniques // *J. Mechan. Behav. Biomed. Mater.* 2021. Vol. 119. P. 11. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104512>
12. Aquino V.M., Rock J.P., Perry K.D., et al. Functional reconstruction of the glenoid fossa utilizing a pedicled temporal osteomuscular flap // *Oral Maxillofac. Surg. Cases.* 2022. Vol. 8, No. 1. P. 8. <https://doi.org/10.1016/j.omsc.2022.100243>

13. Atef M., Mounir M., Shawky M. et al. Polyetheretherketone patient-specific implants (PPSI) for the reconstruction of two different mandibular contour deformities // *Oral. Maxillofac. Surg.* 2022. Vol. 26, No. 10. P. 12. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-00984-6>
14. Teschke M., Christensen A., Far F. et al. Digitally designed, personalized bone cement spacer for staged TMJ and mandibular reconstruction – Introduction of a new technique // *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* 2022. Vol. 49, No. 10. P. 935–942. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2021.05.002>
15. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 1: Медицинские материалы с памятью формы / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Т.А. Чекалкин и др. Томск: МИЦ, 2011. 534 с.*
16. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 2: Имплантаты с памятью формы в травматологии и ортопедии / В.А. Ланшаков, В.Э. Гюнтер, Г.Л. Плоткин и др. Томск: МИЦ, 2010. 282 с.*
17. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 3: Имплантаты с памятью формы в хирургии позвоночника / Н.Г. Фомичев, В.Э. Гюнтер, А.А. Луцки и др. Томск: МИЦ, 2011. 374 с.*
18. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 6: Имплантаты с памятью формы в гинекологии / В.В. Бахаев, В.Э. Гюнтер, Е.Ц. Дамбаев и др. Томск: МИЦ, 2010. 220 с.*
19. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 7: Имплантаты с памятью формы в урологии / С.И. Шкуратов, В.Э. Гюнтер, Г.Ц. Дамбаев и др. Томск: МИЦ, 2009. 248 с.*
20. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 10: Имплантаты с памятью формы в сосудистой хирургии / О.А. Ивченко, В.Э. Гюнтер, Г.Ц. Дамбаев и др. Томск: МИЦ, 2012. 178 с.*
21. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 11: Имплантаты с памятью формы в хирургии / Г.Ц. Дамбаев, В.Э. Гюнтер, Р.В. Зиганшин и др. Томск: МИЦ, 2012. 398 с.*
22. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 12: Имплантаты с памятью формы в панкреатобилиарной хирургии / С.Г. Штофин, В.Э. Гюнтер, В.В. Анищенко и др. Томск: МИЦ, 2013. 126 с.*
23. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 13: Имплантаты с памятью формы в онкологии / Е.Л. Чойнзонов, В.Э. Гюнтер, М.Р. Мухаммедов и др. Томск: МИЦ, 2013. 336 с.*
24. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 14: Имплантаты с памятью формы в офтальмологии / И.В. Запускалов, В.Э. Гюнтер, А.Н. Стеблюк и др. Томск: МИЦ, 2012. 192 с.*
25. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 4: Имплантаты с памятью формы в челюстно-лицевой хирургии / П.Г. Сысолятин, В.Э. Гюнтер, С.П. Сысолятин и др. Томск: МИЦ, 2012. 384 с.*
26. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 5: Материалы и имплантаты с памятью формы в стоматологии / М.З. Миргазизов, В.Э. Гюнтер, В.Г. Галонский и др. Томск: МИЦ, 2011. 220 с.*
27. *Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Т. 8: Медицинские материалы с памятью формы при стоматологическом лечении больных сахарным диабетом / М.А. Звигинцев, В.Э. Гюнтер, С.И. Старосветский и др. Томск: МИЦ, 2010. 168 с.*
28. *Новые технологии создания медицинских материалов, имплантатов и аппаратов на основе никелида титана с использованием инфракрасного излучения / С.В. Гюнтер, Г.Ц. Дамбаев, В.Э. Гюнтер и др. Томск: МИЦ, 2017. 234 с.*

REFERENCE

1. Pogrel M.A. The Concept of Stress Shielding in Nonvascularized Bone Grafts of the Mandible: Review of 2 Cases. *J. Oral. Maxillofac. Surg.* 2020;79(1):266e1-266e5. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.09.024>
2. Alfi D.M., Hassan A., East S.M. et al. Immediate Mandibular Reconstruction Using a Cellular Bone Allograft Following Tumor Resection in a Pediatric Patient. *Face.* 2021;2(4):490-495. <https://doi.org/10.1177/27325016211057287>
3. Ryu B., Abraham C., Polido W.D. Treatment of Mandibular Non-union Using Patient Specific Crib Cage Plates and Cellular Bone Allograft: A Case Report. *Cranio-Maxillofac. Trauma Reconstr. Open.* 2021;6:1-8. <https://doi.org/10.1177/24727512211005949>
4. Bianchi B., Ferri A., Ferrari S., et al. Maxillary reconstruction using anterolateral thigh flap and bone grafts. *Microsurgery.* 2009;29(6):430-436. DOI: 10.1002/micr.20619
5. Chen W.L., Ye J.T., Yang Z.H., Huang Z.Q., Zhang D.M., Wang K. Reverse facial artery-submental artery mandibular osteomuscular flap for the reconstruction of maxillary defects following the removal of benign tumors. *Head. Neck.* 2009;31(6):725-731. DOI: 10.1002/hed.21025
6. Zainine R., Mizouni H., Korbi A., et al. Maxillary bone myxoma. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head. Neck. Dis.* 2014;131(4):257-259. DOI: 10.1016/j.anorl.2013.04.004
7. Semyonov M.G., Golyana S.I., Michalov V.V. et al. Rekonstrukciya nizhney chelyusti s ispol'zovaniem vaskulyarizirovannogo kostnogo transplantata – osnovnoy etap kompleksnoy rehabilitacii rebenka s osteoblastoklastomoy nizhney chelyusti [Lower jaw reconstruction using a vascularized bone graft is the main stage of complex rehabilitation of a child with lower jaw osteoblastoclastoma]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya*

- hirurgiya detskogo vozrasta – Pediatric Traumatology Orthopedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(4):456-464 (in Russ.). <https://doi.org/10.17816/PTORS73184>
8. Likhterov I., Roche A.M., Urken M.L. Contemporary Osseous Reconstruction of the Mandible and the Maxilla. *Oral Maxillofac. Surg. Clin. N. Am.* 2019;31(1):101-116. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2018.08.005>
 9. Farajpour H., Bastami F., Bohlouli M., et al. Reconstruction of bilateral ramus-condyle unit defect using custom titanium prosthesis with preservation of both condyles. *J. Mechan. Behav. Biomed. Mater.* 2021;124:9. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104765>
 10. Gorrela H., Alwala A.M., Ramesh K., et al. Arthroplasty Followed by Distraction Osteogenesis Versus Distraction Osteogenesis Followed by Arthroplasty in the Management of TMJ Ankylosis: A Comparative Study. *J. Maxillofac. Oral. Surg.* 2021;20:674-679. <https://doi.org/10.1007/s12663-020-01463-3>
 11. Oldhoff M.G.E., Mirzaali M.J., Tümer N., et al. Comparison in clinical performance of surgical guides for mandibular surgery and temporomandibular joint implants fabricated by additive manufacturing techniques. *J. Mechan. Behav. Biomed. Mater.* 2021;119:11. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104512>
 12. Aquino V.M., Rock J.P., Perry K.D. et al. Functional reconstruction of the glenoid fossa utilizing a pedicled temporal osteomuscular flap. *Oral Maxillofac. Surg. Cases.* 2022;8(1):8. <https://doi.org/10.1016/j.omsc.2022.100243>
 13. Atef M., Mounir M., Shawky M., et al. Polyetheretherketone patient-specific implants (PPSI) for the reconstruction of two different mandibular contour deformities. *Oral. Maxillofac. Surg.* 2022;26(10):12. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-00984-6>
 14. Teschke M., Christensen A., Far F. et al. Digitally designed, personalized bone cement spacer for staged TMJ and mandibular reconstruction – Introduction of a new technique. *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* 2022;49(10):935-942. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2021.05.002>
 15. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Gunther V.E., Hodorenko V.N., Chekalkin T.L., et al. *T. 1: Medicinskie materialy s pamyat'yu formy* [Vol. 1. Shape memory medical materials]. Tomsk, MITs, 2011. 534 p. (in Russ.)
 16. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Lanshakov V.A., Gunther V.E., Plotkin G.L., et al. *T. 2: Implantaty s pamyat'yu formy v travmatologii i ortopedii* [Vol. 2: Shape memory implants in traumatology and orthopedics]. Tomsk, MITs, 2010. 282 p. (in Russ.)
 17. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Fomichev N.G., Gunther V.E., Lutsik A.A., et al. *T. 3: Implantaty s pamyat'yu formy v hirurgii pozvonochnika* [Vol. 3: Shape memory implants in spine surgery]. Tomsk, MITs, 2011. 374 p. (in Russ.)
 18. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Bahaev V.V., Gunther V.E., Dambaev E.Ts., et al. *T. 6: Implantaty s pamyat'yu formy v ginekologii* [Vol. 6: Shape memory implants in gynecology]. Tomsk: MITs, 2010. 220 p. (in Russ.)
 19. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Shkuratov S.I., Gunther V.E., Dambaev G.Ts., et al. *T. 7: Implantaty s pamyat'yu formy v urologii* [Vol. 7: Shape memory implants in urology]. Tomsk, MITs, 2009. 248 p. (in Russ.)
 20. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Ivchenko O.A., Gunther V.E., Dambaev G.Ts., et al. *T. 10: Implantaty s pamyat'yu formy v sosudistoy hirurgii* [Vol. 10: Shape memory implants in vascular surgery]. Tomsk, MITs, 2012. 178 p. (in Russ.)
 21. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Dambaev G.Ts., Gunther V.E., Zigan'shin R.V., et al. *T. 11: Implantaty s pamyat'yu formy v hirurgii* [Vol. 11: Shape memory implants in surgery]. Tomsk, MITs, 2012. 398 p. (in Russ.)
 22. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Shtofin S.G., Gunther V.E., Anishchenko V.V., et al. *T. 12: Implantaty s pamyat'yu formy v pankreatobiliarnoy hirurgii* [Vol. 12: Shape memory implants in pancreatobiliary surgery]. Tomsk, MITs, 2013. 126 p. (in Russ.)
 23. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Choyzonov E.L., Gunther V.E., Muhammedov M.R., et al. *T. 13: Implantaty s pamyat'yu formy v onkologii* [Vol. 13: Shape memory implants in oncology]. Tomsk, MITs, 2013. 336 p. (in Russ.)
 24. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Zapuskalov I.V., Gunther V.E., Steblyuk A.N., et al. *T. 14: Implantaty s pamyat'yu formy v oftal'mologii* [Vol. 14: Shape memory implants in ophthalmology]. Tomsk, MITs, 2012. 192 p. (in Russ.)
 25. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Sysolyatin P.G., Gunther V.E., Sysolyatin S.P., et al. *T. 4: Implantaty s pamyat'yu formy v chelyustno-licevoj hirurgii* [Vol. 4: Shape memory implants in maxillofacial surgery]. Tomsk, MITs, 2012. 384 p. (in Russ.)
 26. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Mirgazitov M.Z., Gunther V.E., Galonsky V.G., et al. *T. 5: Materialy i implantaty s pamyat'yu formy v stomatologii* [Vol. 5: Materials and shape memory implants in stomatology]. Tomsk, MITs, 2011. 220 p. (in Russ.)

27. Medicinskie materialy i implantaty s pamyat'yu formy [Medical materials and shape memory implants]. Zvingincev M.A., Gunther V.E., Starosvetsky S.I., et al. *T. 8: Medicinskie materialy s pamyat'yu formy pri stomatologicheskom lechenii bol'nyh saharnym diabetom* [Vol. 8: Medical materials with shape memory in the dental treatment of patients with diabetes mellitus]. Tomsk, MITs, 2010. 168 p. (in Russ.).
28. Gunther S.V., Dambaev G.Ts., Gunther V.E., et al. *Novye tehnologii sozdaniya medicinskih materialov, implantatov i apparatov na osnove nikelida titana s ispol'zovaniem infrakrasnogo izlucheniya* [New technologies for creating medical materials, implants and devices based on titanium nickelide using infrared radiation]. Tomsk, MITs., 2017. 234 p. (in Russ.).

Сведения об авторе

Радкевич Андрей Анатольевич – д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой стоматологии Института последипломного образования ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России (Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1); ведущий научный сотрудник отдела стоматологии НИИ медицинских проблем Севера ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» (Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3г).
e-mail: radkevich.andrey@yandex.ru

Information about author

Andrey A. Radkevich, Dr. Med. sci., Associate Professor, head of the Department of Dentistry, Institute of Postgraduate Education, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky (1, Partizan Zheleznyak st., Krasnoyarsk, 660022, Russia); Leading Researcher, the Department of Dentistry, Scientific Research Institute for Medical Problems of the North, Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (3g, Partizan Zheleznyak st., Krasnoyarsk, 660022, Russia).
e-mail: radkevich.andrey@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022; одобрена после рецензирования 12.02.2023; принята к публикации 20.02.2023
The paper was submitted 10.11.2022; approved after reviewing 12.02.2023; accepted for publication 20.02.2023