

## МОДЕЛЬ САНОГЕНЕЗА ПОСТЭКСТРАКЦИОННОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ

© 2020 г. <sup>1</sup>М. И. Музыкин, <sup>1,2</sup>А. К. Иорданишвили

<sup>1</sup>ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, г. Санкт-Петербург

В настоящем исследовании с позиции стоматологии и челюстно-лицевой хирургии рассматриваются параллели развития атрофии органов и тканей при взаимодействии с объектами окружающей среды. *Цель* исследования – разработка модели репаративного остеогенеза для наглядного представления процессов постэкстракционной атрофии челюстей. *Методом* теоретического моделирования воспроизведен патологический процесс на «искусственных копиях» болезней – их экспериментальных моделях. *Результаты*. Описана сущность процесса посттравматического остеогенеза костной ткани после удаления зубов, продемонстрированы механизмы развития постэкстракционной атрофии альвеолярного отростка верхней и альвеолярной части нижней челюсти. С помощью рентгенологических методов исследования показан принцип реализации концепции данной модели в клинической практике. Представленные данные позволяют не только интерпретировать принципы постэкстракционного остеогенеза, но и оценить регенераторные возможности того или иного метода костной пластики, направленного на увеличение высоты, ширины или трехмерной коррекции альвеолярного отростка (части) челюсти с целью последующей (или одновременной) установкой дентальных имплантатов. *Вывод*: понимание патофизиологических принципов регенерации костной ткани помогает охарактеризовать метаболическую достаточность стенок дефекта и принять решение о возможности применения ксено-, алло-, синтетических трансплантатов или отдать предпочтение применению аутоотрансплантата для увеличения вероятности прогнозируемого положительного результата.

**Ключевые слова:** саногенез костной ткани, костная пластика, дентальная имплантация, удаление зубов, постэкстракционная атрофия, экология и атрофия

## POST-EXTRACTION REGENERATION OF JAW BONE SANOGENESIS MODEL

**<sup>1</sup>M. I. Muzykin, <sup>1,2</sup>A. K. Iordanishvili**

<sup>1</sup>S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg;

<sup>1,2</sup>International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences, Saint Petersburg, Russia

In this study the parallels of organs and tissue atrophy development in interaction with environmental objects are considered from the perspective of dentistry and maxillofacial surgery. *The aim* was to develop a model of reparative osteogenesis for visual representation of post-extraction atrophy of the jaws. *The method* of theoretical modeling reproduces the pathological process on "artificial copies" of diseases-their experimental models. *Results.* The essence of the process of post-traumatic osteogenesis of the bone tissue after tooth extraction is described, the mechanisms of development of post-extraction atrophy of the maxilla and alveolar part of the lower jaw are demonstrated. Using radiological research methods, the principle of implementing the concept of this model in clinical practice is shown. The presented data allow not only to interpret the principles of post-extraction osteogenesis, but also to evaluate the regenerative capabilities of a particular method of bone grafting aimed at increasing the height, width and 3D-alveolar augmentation of the jaw for the purpose of subsequent (or simultaneous) installation of dental implants. *Conclusion:* understanding the pathophysiological principles of bone regeneration helps to characterize the metabolic sufficiency of the defect walls and make a decision about the possibility of using xeno-, allo-, synthetic grafts or give preference to the use of autograft to increase the probability of a predicted positive result.

**Key words:** bone sanogenesis, bone augmentation, dental implantation, tooth extraction, post-extraction atrophy, ecology and atrophy

**Библиографическая ссылка:**

Музыкин М. И., Иорданишвили А. К. Модель саногенеза постэкстракционной регенерации костной ткани челюстей // Экология человека. 2020. № 8. С. 40–48.

**For citing:**

Muzykin M. I., Iordanishvili A. K. Post-Extraction Regeneration of Jaw Bone Sanogenesis Model. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 8, pp. 40-48.

Вопросы экологии и медицины неразрывно связаны друг с другом. Организм человека является сложной нелинейной системой, структурные составляющие которой (органы и ткани) напрямую или опосредованно находятся в постоянном взаимодействии с окружающей средой [10, 16]. Основой патогенеза многих заболеваний является нарушение биологических функций, которые надстроены над морфологически чистыми системами органов и тканей, среди них: «чистота» межклеточной среды (эндоекология),

функция экзотрофии (питания), гомеостаза, локомоции и адаптации [13]. В настоящем исследовании с позиции стоматологии и челюстно-лицевой хирургии рассматриваются параллели развития атрофии органов и тканей при взаимодействии с объектами окружающей среды.

В процессе жизнедеятельности органы и ткани человека постоянно подвергаются физиологической и патологической атрофии: обратимой, частично обратимой или необратимой, которая обусловлена не

только изменением постоянства его внутренней среды (организма), но и воздействием на последнюю внешних факторов [1, 12, 14]. Например, инволюционные изменения вилочковой железы после реализации ее жизненного цикла приводят к ее атрофии [27, 28]. Возрастные изменения, происходящие в результате старения организма, напрямую связаны с атрофией органов и тканей, а повреждения органов эффекторов приводят к частичной их утрате, нарушению функции и развитию обратимого процесса атрофии в процессе посттравматического восстановления [6]. Изменение компонентов окружающей среды также приводит к изменению структуры органов, перестройке и атрофии входящих в их состав тканей [7, 30].

Челюстно-лицевая область является мощной рефлексогенной зоной, где благодаря широкой сети кровоснабжения, поверхностного расположения афферентных нервных окончаний (замыкающихся сразу на центральную нервную систему) воздействие факторов изменяющейся внешней среды крайне выражено [5, 7, 25, 26]. Так, применение нефизиологичной нагрузки базиса съемного протеза на протезное ложе с формированием гингиво-мышечного рефлекса приводит к инволюционным изменениям костной ткани, потере ее объема и прогрессирующей атрофии [6, 19]. Использование в рационе человеком провернутой, мягкой, обработанной физическими и химическим агентами пищи приводит к эволюционному уменьшению размеров челюстей с развитием ретенции и дистопии зубов, обусловленных недостатком места последним для физиологического прорезывания [2]. Учитывая, что фиксирующий аппарат зуба является сложной анатомо-функциональной структурой, регуляция действий которой осуществляется посредством центральной нервной системы (периодонто-мышечный рефлекс), а удаление зуба приводит не только к инволюционным изменениям челюстей и атрофии

от бездействия (отсутствие физиологической жевательной нагрузки на костную ткань челюстей и костей основания черепа), но и к атрофии от денервации вследствие утраты зуба с окружающими его тканями (пародонтом) — понимание всех механизмов восстановления костной ткани весьма сложно [9, 23, 24].

Целью исследования является разработка модели репаративного остеогенеза для наглядного представления процессов постэкстракционной атрофии челюстей.

### Методы

Одним из методов изучения патологических процессов в организме человека является метод моделирования [8, 15]. Данный метод позволяет выявить и описать сущность того, что скрыто от врача при обследовании и лечении пациента: причин и механизмов возникновения, развития и завершения болезни, патологической реакции, процесса или состояния [4, 8, 15, 18, 21]. Метод моделирования позволяет воспроизводить патологический процесс на «искусственных копиях» болезней — их экспериментальных моделях, а также помогает представить суть происходящего с использованием медицинских терминов, представлений и положений, то есть моделировать интеллектуально.

### Результаты

На основании использования теоретического анализа и формализованного моделирования, патофизиологического анализа и метода обобщения предложена модель, позволяющая представить принципы постэкстракционного остеогенеза челюстей. Для наглядной визуализации костный дефект представлен в виде куба, верхняя грань которого является зубом, подлежащим удалению. Прежде чем дать описание модели, отметим, что объем костной регенерации зависит от многих факторов, среди них ширина оста-

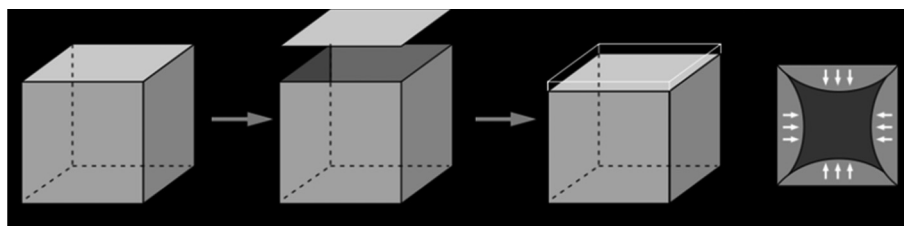


Рис. 1.1. Саногенетический механизм регенерации костной ткани после удаления зуба при сохранении целостности альвеолы (схема)

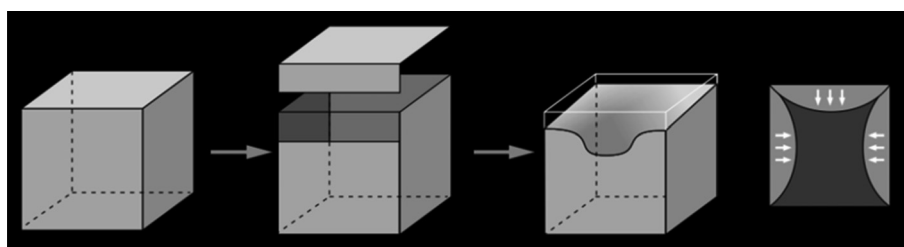


Рис. 1.2. Саногенетический механизм регенерации костной ткани челюсти при отсутствии одной стенки и частичном дефекте второй стенки альвеолы после удаления зуба (схема)

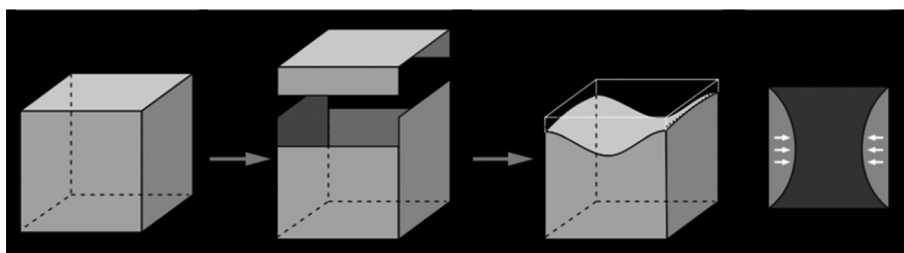


Рис. 1.3. Саногенетический механизм регенерации костной ткани челюсти при отсутствии одной стенки и частичном дефекте двух стенок альвеолы после удаления зуба (схема)

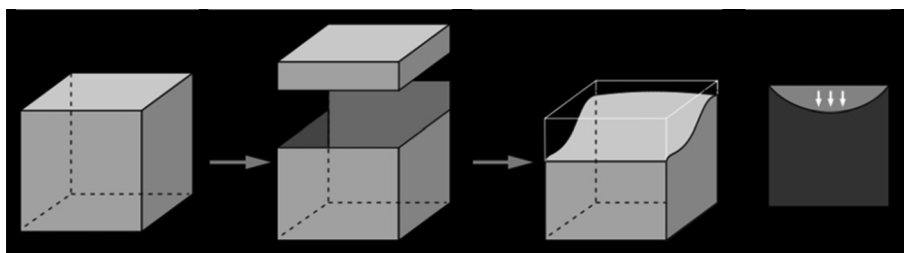


Рис. 1.4. Саногенетический механизм регенерации костной ткани челюсти при отсутствии одной стенки и частичном дефекте трех стенок альвеолы после удаления зуба (схема)

точной костной ткани, наличие инфекции, возраст пациента, сопутствующие заболевания и т. д. На рис. 1.1–1.4 показан общий принцип постэкстракционных изменений без учета индивидуальных факторов, присущих конкретному организму. При простом атравматичном удалении зуба все стенки альвеолы сохранены в полном объеме (см. рис. 1.1). В ходе операции получается костный дефект (лунка удаленного зуба) с отсутствием верхней стенки. Постэкстракционная атрофия костной ткани в таких клинических случаях будет минимальной и равномерной со всех сторон и составит от 1–2 до 4–5 мм [11, 17, 20, 24, 29] в зависимости от групповой принадлежности удаляемого зуба (в дальнейшем для визуализации на модели взята величина атрофии, равная 1–2 мм). Регенераторный потенциал в таких условиях максимальный, а восстановление костной ткани идет от периферии (от стенок лунки) к центру (в сторону дефекта).

Следующий пример демонстрирует результат удаления зуба с посттравматическим дефектом (отломом) одной из стенок альвеолы. На рис. 1.2 представлен вариант, когда удаляется и верхняя треть передней стенки альвеолы с формированием дефекта двух стенок. Атрофия костной ткани будет идти по тем же принципам — на 1–2 мм ниже относительно наивысшей и наименьшей высоты сохраненных стенок. Вектор посттравматической регенерации будет направлен от наивысшей точки к точке с минимальной высотой с формированием ската в передне-заднем направлении, потому что в верхней трети регенерация будет проходить от периферии (от стенок лунки) к центру (в сторону дефекта) от трех сохраненных стенок.

Рассмотрим вариант, когда во время удаления возникает дефект трех стенок (рис. 51.3), например, при удалении вместе с зубом верхней трети передней и задней стенок альвеолы. Атрофия костной ткани будет на 1–2 мм ниже уровня сохраненных стенок

альвеолы при формировании ямы (желоба) с максимальной высотой в апроксимальных направлениях, так как вектор регенерации в верхней трети альвеолы, направленный в сторону наименьшей высоты костного дефекта, будет проходить от периферии к центру только за счет боковых стенок.

Последний клинический вариант, если после удаления зуба формируется дефект альвеолы с сохраненной одной ее стенкой (рис. 1.4). По регенераторным возможностям такой дефект наименее благоприятный, так как регенерация костной ткани в верхней трети альвеолы будет осуществляться исключительно за счет одной сохраненной стенки альвеолы. При этом атрофия альвеолярного отростка (части) челюсти с формированием скатов в направлении отсутствующих стенок в максимальной по высоте точке составит 1–2 мм.

Важное значение для профилактики постэкстракционной атрофии имеет также и высота оставшихся после удаления костных пиков — точек максимальной амплитуды вектора регенерации костной ткани. Редукция гребня челюсти после удаления зуба не проводится вообще или проводится в минимальном объеме только для устранения острых и выступающих краев костной раны.

Представленный механизм регенерации позволяет с точки зрения метаболической достаточности костных стенок уже на этапе удаления зуба оценить необходимость применения одного из методов профилактики постэкстракционной атрофии (консервации лунки или восстановления альвеолы).

### Обсуждение результатов

Для практикующего хирурга-стоматолога, который занимается восстановлением объемных показателей костной ткани перед дентальной имплантацией вопрос использования костных материалов при дентальной

имплантации всегда актуален. В современной отечественной и зарубежной литературе представлено большое количество примеров использования ауто-, ксено-, алло- и синтетических трансплантатов. Аутогенный костный трансплантат до настоящего времени остается единственным источником остеогенных клеток и считается «золотым стандартом» при реконструктивных операциях в полости рта [11, 20]. Таким образом, даже при восполнении небольших дефектов или при пластике одно- или двухстеночных дефектов, обладающих высоким регенераторным потенциалом, в зоне операции всегда можно получить аутокостную стружку и использовать ее в смеси с костнозамещающим материалом для активации остеобластического остеогенеза. На рис. 2 показаны варианты получения аутокости во время проведения операции костной пластики или установки дентальных имплантатов. Особенностью представленных методов является простота исполнения и отсутствие необходимости создания дополнительной операционной раны.

В повседневной практике достаточно сложно отследить представленные варианты саногенеза, так как в большинстве случаев мы имеем дело с начальной клинической ситуацией и ее исходом: положительным

или отрицательным. Описанная модель регенерации костной ткани наиболее полно подтверждается при проведении конусно-лучевой компьютерной томографии на этапах лечения больших полостных образований челюстей методом декомпрессионного дренирования (марсупиализации) [3, 22]. На рис. 3 и 4 представлены клинические случаи лечения пациентов с обширными кистами на верхней и нижней челюсти. Метод декомпрессионного дренирования позволяет не только сохранить жизнеспособность здоровых зубов, находящихся в проекции кисты, но и осуществить профилактику травмирования сосудисто-нервных пучков зубов и челюстей при проведении радикальной хирургической операции.

*Клинический пример 1.* Пациентка М., 65 лет, обратилась в специализированное отделение многопрофильного стационара с жалобами на отек области верхней губы и периодическое гнойное отделяемое в полость рта из свищевого хода в проекции корней зубов верхней челюсти. Исходная клиническая ситуация представлена на рис. 3.1. В полости рта в проекции корня зуба 2.2 определяется закрывшийся свищевой ход. При рентгенологическом исследовании определяется киста верхней челюсти в проекции зубов 2.1, 2.2, 2.3. Диагноз: радикулярная киста верхней челюсти

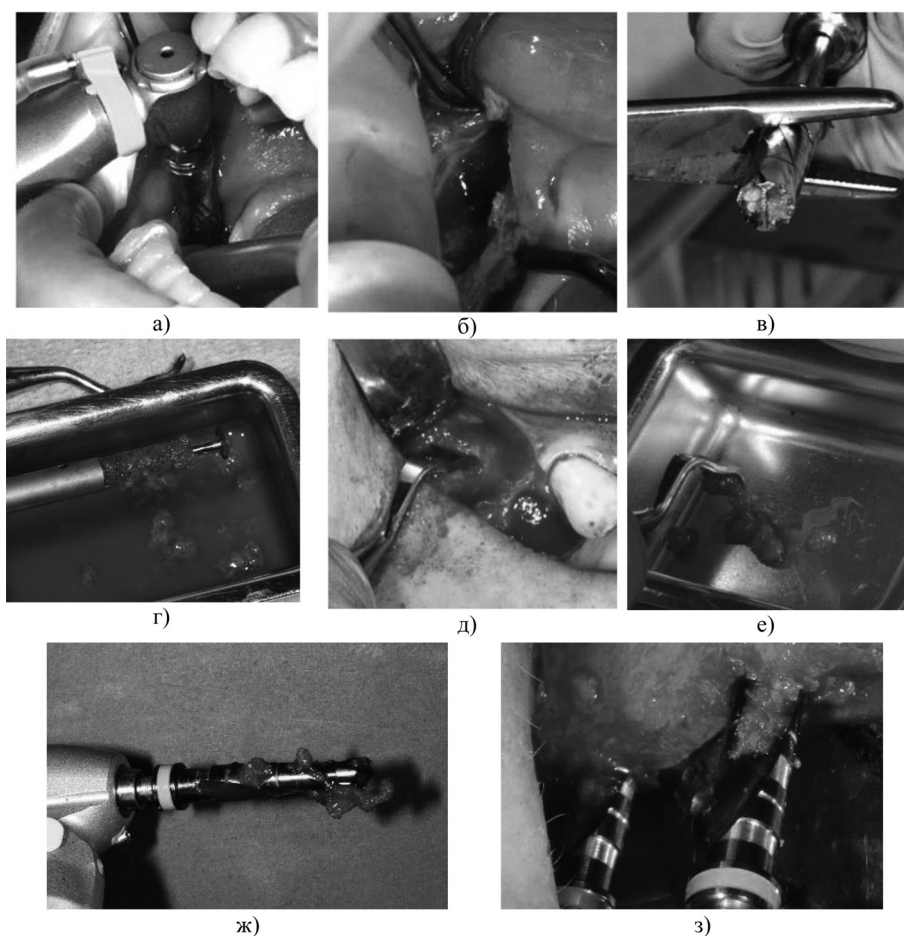


Рис. 2. Варианты получения аутокостного материала без создания дополнительных операционных ран: а, б, в — использование трепана с костной мельницей, взятие костного материала в области наружной косой линии нижней челюсти; г — использование одноразового скребка; д, е — использование многолезвчатого скребка; ж, з — получение материала во время подготовки имплантационного ложа.

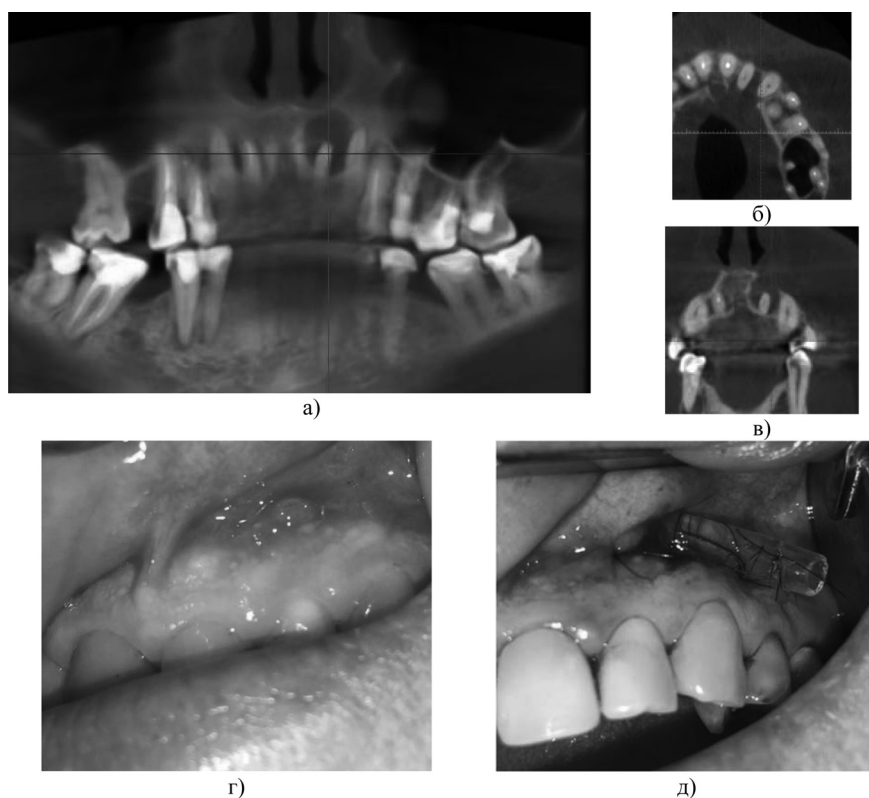


Рис 3.1. Пациентка М., 65 лет, исходная клиническая картина: а, б, в — срезы компьютерных томограмм, г — свищевой ход в области вершины зуба 2.2; д — декомпрессионный дренаж

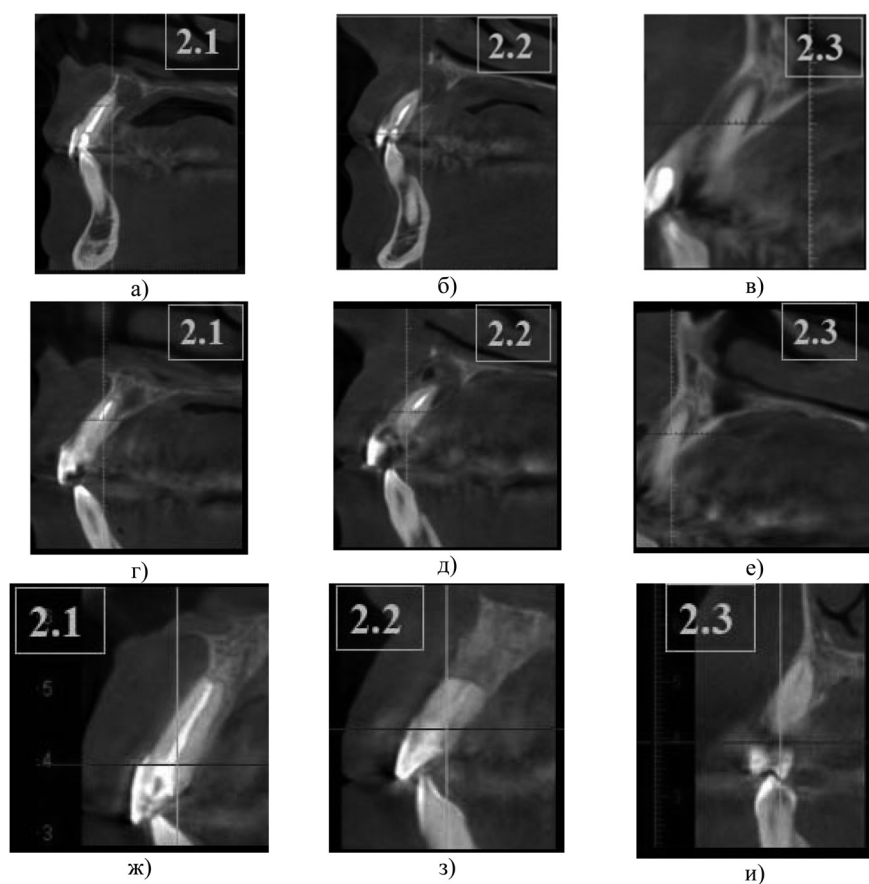


Рис. 3.2. Срезы компьютерных томограмм пациентки М., 65 лет в процессе лечения: а, б, в — исходная клиническая ситуация; г, д, е — через 4 месяца декомпрессионного дренирования перед удалением дренажа; ж, з, и — 1,5 года после операции цистэктомии с резекцией вершины корня зуба 2.2



Рис. 3.3. Пациентка М., 65 лет, результат лечения через 1,5 года

от зуба 2.2. По данным электроодонтометрии зуб 2.3 витальный, зубы 2.1 и 2.2 после эндодонтического лечения. Пациентке было выполнено декомпрессионное дренирование кисты верхней челюсти через свищевое отверстие, установлен трубчатый дренаж. В дальнейшем пациентка самостоятельно 2 раза в день промывала полость кисты антисептическими растворами. Через 4 месяца была выполнена компьютерная томограмма (рис. 3.2) и удален дренаж. В сравнении с результатом до декомпрессионного дренирования наблюдается прогрессирующий оппозиционный рост костной ткани от периферии к центру полости кисты, небная пластинка в области зуба 2.2 восстановилась, объем полости сокращен на 50 %. По истечении 2 месяцев после полного заживления мягких тканей выполнена цистэктомия с резекцией верхушки корня зуба 2.2. Полученный костный дефект заполнен костно-пластическим материалом и перекрыт барьерной

мембраной. В результате проведенного лечения зуб 2.3 сохранен витальным. Контрольная компьютерная томограмма и вид полости рта через 1,5 года после операции представлены на рис. 3.2 и 3.3.

**Клиническое наблюдение 2.** Пациент И. 58 лет. Обратился в специализированное отделение многопрофильного стационара с жалобами на подвижность зубов нижней челюсти слева, онемение области угла рта слева. Вид полости рта до начала лечения представлен на рис. 4.1. При проведении компьютерной томограммы обнаружена киста нижней челюсти с деструктирующим ростом в проекции зубов 3.3–3.7. Диагноз: радикулярная киста нижней челюсти от зубов 3.3, 3.4. Выполнено эндодонтическое лечение зуба 3.3, удаление зуба 3.4 (III степень подвижности), через лунку удаленного зуба выполнено дренирование трубчатым дренажем (материал взят для цитологического и гистологического исследования). Дальнейший уход был таким же, как и в предыдущем клиническом наблюдении. Раз в 3–4 месяца из гигиенических соображений производилась замена дренажной трубки. Спустя 3 месяца у пациента исчезает онемение в зоне иннервации нижнего альвеолярного нерва. На серии срезов компьютерных томограмм через 3, 6, 9 и 12 месяцев наблюдается оппозиционный рост костной ткани. К концу 12 месяца полость кисты заполняется новообразованной костной тканью на 60–70 %.

Приведенные клинические наблюдения служат примером отражения этапов репаративного остеогенеза челюсти с учетом предложенной модели постэкстракционного саногенеза и иллюстрируют влияние изменяющихся условий среды полости рта

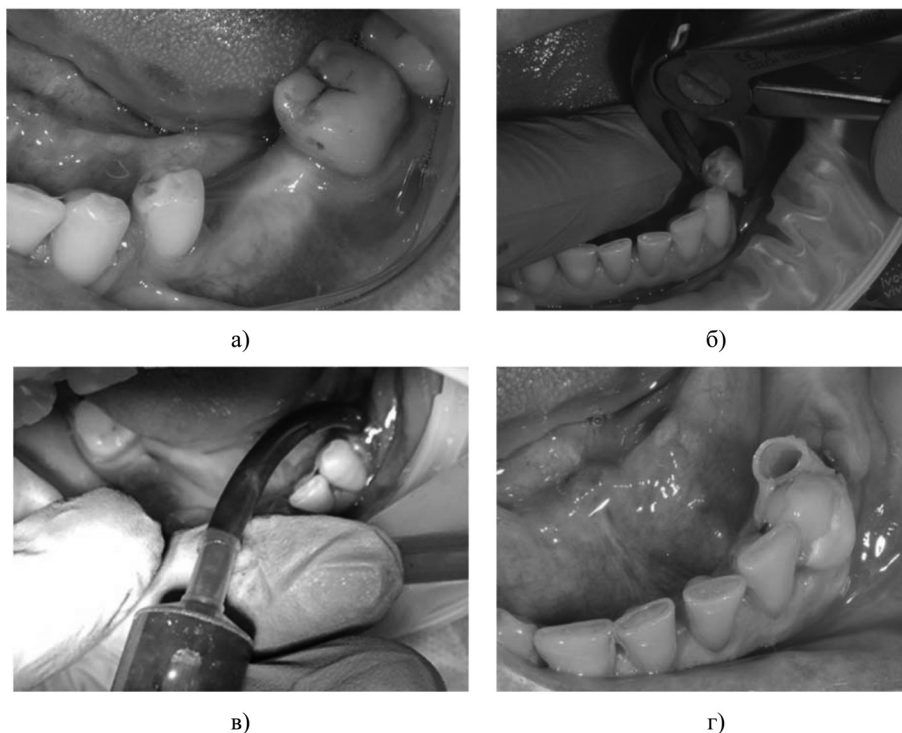


Рис. 4.1. Пациент И., 58 лет, этапы лечения: а — исходная клиническая ситуация; б — удаление зуба 3.4; в — активное аспирационное дренирование содержимого кисты; г — установлена и фиксирована силиконовая трубка для декомпрессионного дренирования

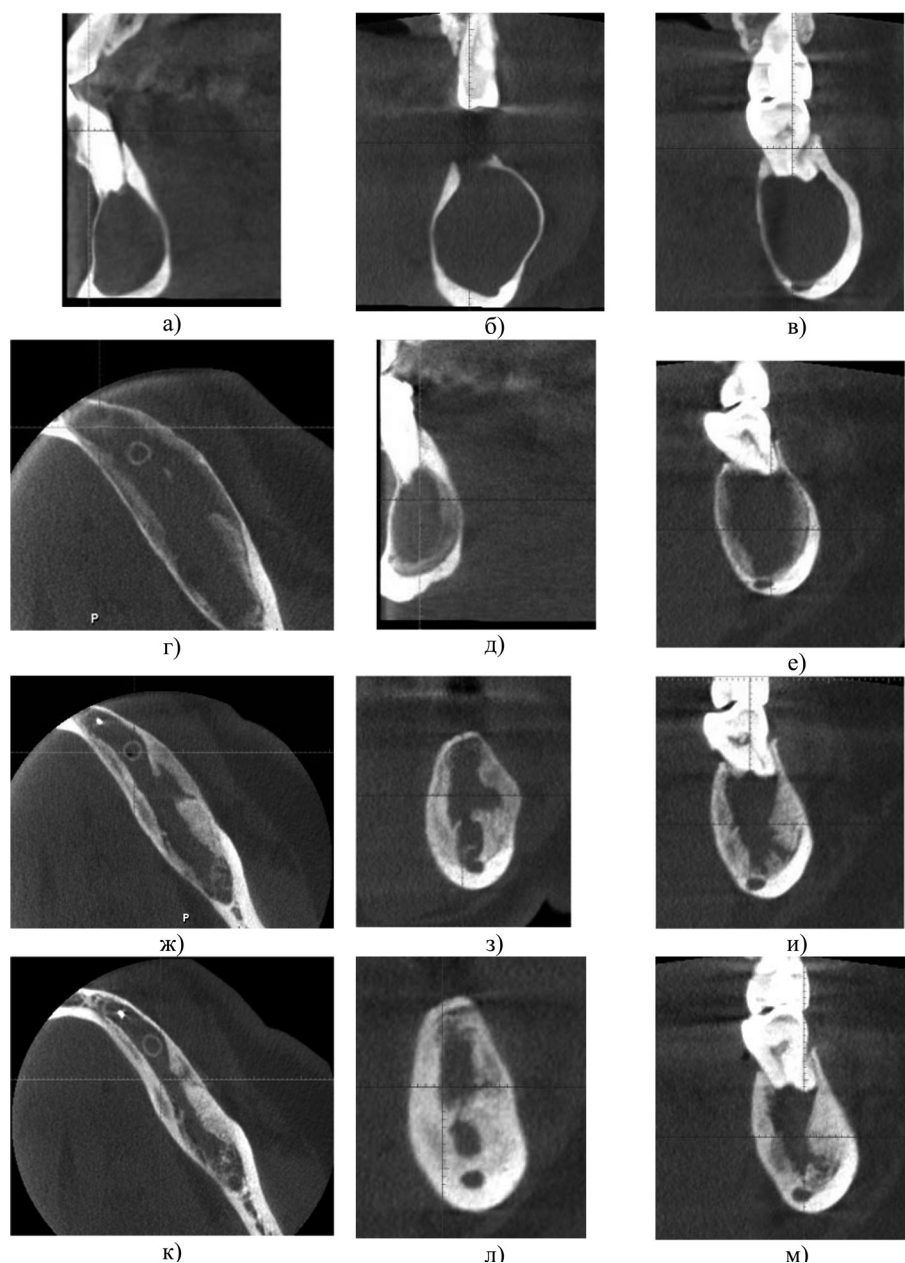


Рис. 4.2. Пациент И., 58 лет. Рост костной ткани в область дефекта на этапах декомпрессионного дренирования, срезы компьютерной томограммы: а, б, в — исходная клиническая ситуация; г, д, е — через 3 месяца; ж, з, и — через 6 месяцев; к, л, м — через 12 месяцев

на способность формирования костной ткани в объемных полостях челюстей.

### Выводы

Организм человека постоянно находится под воздействием окружающей среды, что вызывает в нем обратимые и необратимые изменения. На основании представленных данных возможны не только изучение принципов посттравматического остеогенеза костной ткани после удаления зубов и развития атрофии, но и оценка регенераторных возможностей того или иного метода костной пластики, направленного на увеличение высоты, ширины или трехмерной коррекции альвеолярного отростка (части) челюсти с целью последующей (или одновременной) установки дентальных имплантатов. Понимание патофизиологи-

ческих принципов регенерации костной ткани помогает охарактеризовать метаболическую достаточность стенок дефекта и с целью увеличения вероятности прогнозируемого положительного результата принять решение о возможности применения ксено-, алло-, синтетических трансплантатов или отдать предпочтение применению аутоотрансплантата (несмотря на большую травматичность операции при необходимости получения большого объема аутокости).

### Авторство

Музыкин М. И. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, подготовил первый вариант статьи; Иорданишвили А. К. участвовал в анализе данных, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись.

Музыкин Максим Игоревич — SPIN 7169-1489; ORCID 0000-0003-1941-7909

Иорданишвили Андрей Константинович — SPIN 6752-6698  
ORCID 0000-0003-0052-3277

### Список литературы

1. Ахмедов А. А., Толлибоев Д. М. Современная экология: структура экологической области знаний // Школа Науки. 2019. № 7 (18). С. 39–42.
2. Васильченко Г. А. Анатомические предпосылки затруднённого прорезывания нижних третьих моляров: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2012. 34 с.
3. Годунова И. В., Щипский А. В., Серова Н. С. Роль лучевых методов исследования в оценке восстановления костной ткани после проведения цистотомии у пациентов с обширными кистами челюстей // Russian El. J. Radiology. 2016. № 6 С. 22–28.
4. Голиков В. А. Проблемы моделирования адаптационных процессов в организме человека // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2005. № 2. С. 37–41.
5. Горбатова М. А., Гржибовский А. М., Горбатова Л. Н., Зинченко Г. А., Владимиров А. С. Алиментарные факторы риска стоматологического здоровья и кариес зубов у 15-летних подростков Архангельской области // Клиническая стоматология. 2019. № 1 (89). С. 4–10.
6. Иорданишвили А. К. Возрастные физиологические и патофизиологические особенности жевательного аппарата взрослого человека // Успехи геронтологии. 2019. Т. 32, № 5. С. 824–828.
7. Калашиников И. Н., Шербатюк Т. Г. Основы медицинской экологии и экологии человека. Нижний Новгород, 2018. С. 30–42.
8. Лепехова С. А., Судаков Н. П., Жаркая А. В. Моделирование патологических процессов в эксперименте — первый шаг в трансляционную медицину // Актуальные вопросы трансляционной медицины. Иркутск, 2017. С. 6–9.
9. Музыкин М. И., Иорданишвили А. К., Лосев Ф. Ф. Остео-мускулярный физиологический рефлекс жевательного аппарата и его характеристика // Пародонтология. 2017. Т. 22, № 4 (85). С. 9–13.
10. Неумывакин И. П., Неумывакина А. С. Эндозоология здоровья. СПб., 2019. С. 24–27.
11. Поплавский Д. В., Музыкин М. И., Иорданишвили А. К. Методы костной пластики в амбулаторных стоматологических учреждениях // Институт стоматологии. 2015. № 4 (69). С. 32–34.
12. Рыжак Г. А., Иорданишвили А. К., Музыкин М. И., Никитенко В. В. Факторы риска в патогенезе одонтогенного периостита челюстей у взрослых людей в различных возрастных группах // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2012. Т. 13, № 3. С. 641–649. URL: <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art53.html> (дата обращения: 12.01.2020).
13. Титов В. Н. Теории биологических функций и ее применение при выяснении патогенеза распространенных заболеваний человека // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128, № 5. С. 435–452.
14. Устинова О. И. Составляющие экологической готовности организма человека к приспособлению (обзор литературы) // Научная дискуссия: вопросы медицины. 2016. № 11 (41). С. 79–88.
15. Цыган В. Н. Патофизиология. Клиническая патофизиология. СПб, 2018. Т. 1. С. 38–42.
16. Чащин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд И. О., Ковшов А. А. Характеристика основных фак-

торов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.

17. Araújo M. G., Silva C. O., Souza A. B. Socket healing with and without immediate implantplacement // Periodontology 2000. 2019. Vol. 79. P. 168–177.

18. Bradbury P., Wu H., Choi J. U., Rowan A. E., Zhang H. Modeling the Impact of Microgravity at the Cellular Level: Implications for Human Disease // Front Cell Dev. Biol. 2020. N 21. P. 93–96

19. Casteren A., Strait D. S., Swain M. V. Hard plant tissues do not contribute meaningfully to dental microwear: evolutionary implications // Sci. Rep. 2020. N 10 P. 582–584.

20. Chappuis, V., Araújo M. G., Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites // Periodontology 2000. 2017. Vol. 23, N 7. P. 73–83.

21. Darcy J. L., Washburne A. D., Robeson M. S. A phylogenetic model for the recruitment of species into microbial communities and application to studies of the human microbiome // ISME J. 19.02.2020 Doi: 10.1038/s41396-020-0613-7). URL: <https://www.nature.com/articles/s41396-020-0613-7>.

22. Oh S. J., You J. S., Kim S. G. Clinical and histomorphometric evaluation of decompression followed by enucleation in the treatment of odontogenic keratocyst // Journal of dental sciences. 2018. N 13. P. 329–333.

23. Marchesan J. T., Girnary M. S., Moss K. Role of inflammasomes in the pathogenesis of periodontal disease and therapeutics // Periodontol 2000. 2020. N 82 (1). P. 93–114.

24. Neumayer S. The Tissue Master Concept (TMC): innovations for alveolar ridge preservation // Int. J. Esthet. Dent. 2017. Vol. 12. P. 246–257.

25. Ohashi N., Nonami J., Kodaira M., Yoshida K., Sekijima Y. Taste disorder in facial onset sensory and motor neuropathy: a case report // BMC Neurol. 2020. N 20. P. 71–75.

26. Proctor D. M., Shelef K. M., Gonzalez A., Davis C. L. Microbial biogeography and ecology of the mouth and implications for periodontal diseases // Periodontol. 2000. N 82 (1). P. 26–41.

27. Rezzani R., Nardo L., Favero G., Peroni M., Rodella L. F. Thymus and aging: morphological, radiological, and functional overview // Age (Dordr.). 2014. N 36. P. 313–351.

28. Thapa P., Farber D. L. The Role of the Thymus in the Immune Response // Thorac. Surg. Clin. 2019. N 29 (2). P. 123–131.

29. Trombelli, L. Modeling and remodeling of human extraction sockets // Journal of Clinical Periodontology. 2008. Vol. 35, N 7. P. 630–639.

30. Wells M. L., Karlson B., Wulff A., Kudela R., Trick C. Future HAB science: Directions and challenges in a changing climate // Harmful Algae 2020. N 91. P. 1–18. Doi: 10.1016/j.hal.2019.101632.

### References

1. Akhmedov A. A., Tolliboev D. M. Modern ecology: the structure of the ecological field of knowledge. *Shkola Nauki* [School of Science.] 2019, 7 (18), pp. 39-42. [In Russian]
2. Vasil'chenko G. A. *Anatomicheskie predposylki zatrudnennogo prorezyvaniya nizhnikh tret'ikh molyarov (avtoref. cand. diss.)* [Anatomical prerequisites for difficult eruption of the lower third molars. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Saint Petersburg, 2012, p. 34.



3. Godunova I. V., Shchipskii A. V., Serova N. S. The role of radiation research methods in assessing bone recovery after cystotomy in patients with extensive jaw cysts. *Russian El. J. Radiology*. 2016, 6, p. 22-28.
4. Golikov V. A. Problems of modeling adaptive processes in the human body. *Aktual'nye problemy transportnoi meditsiny* [Current problems of transport medicine]. 2005, 2, pp. 37-41. [In Russian]
5. Gorbatova M. A., Grzhibovskii A. M., Gorbatova L. N., Zinchenko G. A., Vladimirova A. S. Alimentary risk factors for dental health and dental caries in 15-year-olds in the Arkhangelsk region. *Klinicheskaya stomatologiya* [Clinical dentistry]. 2019, 1 (89), pp. 4-10. [In Russian]
6. Iordanishvili A. K. Age-related physiological and pathophysiological features of the adult chewing apparatus. *Uspekhi gerontologii* [Advances in gerontology]. 2019, 32 (5), pp. 824-828. [In Russian]
7. Kalashnikov I. N., Shcherbatyuk T. G. *Osnovy meditsinskoi ekologii i ekologii cheloveka* [Fundamentals of medical ecology and human ecology]. Nizhnii Novgorod, 2018, p. 30-42.
8. Lepekhova S. A., Sudakov N. P., Zharkaya A. V. Modeling pathological processes in an experiment is the first step in translational medicine. *Aktual'nye voprosy translyatsionnoi meditsiny* [Current issues of translational medicine]. Irkutsk, 2017, pp. 6-9.
9. Muzykin M. I., Iordanishvili A. K., Losev F. F. Osteo-muscular physiological reflex of the chewing apparatus and their characteristics. *Parodontologiya* [Parodontology]. 2017, 22 (4, 85), pp. 9-13. [In Russian]
10. Neumyvakin I. P., Neumyvakin A. S. *Endoekologiya zdorov'ya* [Health endoecology]. Saint-Petersburg, 2019, pp. 24-27.
11. Poplavskii D. V., Muzykin M. I., Iordanishvili A. K. Methods of bone augmentation in outpatient dental institutions. *Institut stomatologii* [Institute of dentistry]. 2015, 4 (69), pp. 32-34. [In Russian]
12. Ryzhak G. A., Iordanishvili A. K., Muzykin M. I., Nikitenko V. V. Risk factors in the pathogenesis of odontogenic jaw periostitis in adults in different age groups. *Medline.ru. Rossiiskii biomeditsinskii zhurnal* [Russian biomedical journal]. 2012, 13 (3), pp. 641-649. [In Russian] Available at: <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art53.html> (accessed: 12.01.2020). [In Russian]
13. Titov V. N. Theory of biological functions and its application in determining the pathogenesis of common human diseases. *Uspekhi sovremennoi biologii* [Advances in modern biology]. 2008, 128 (5), pp. 435-452. [In Russian]
14. Ustinova O. I. Components of the ecological readiness of the human body to accommodate (literature review). *Nauchnaya diskussiya: voprosy meditsiny* [Scientific discussion: questions of medicine]. 2016, 11 (41), pp. 79-88. [In Russian]
15. Tsygan V. N. *Patofiziologiya. Klinicheskaya patofiziologiya* [Pathophysiology. Clinical pathophysiology]. Saint Petersburg, 2018, vol. 1, pp. 38-42.
16. Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland I. O., Kovshov A. A. Characteristics of the main risk factors for health disorders of the population living in the territories of active nature use in the Arctic]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [In Russian]
17. Araújo M. G., Silva C. O., Souza A. B. Socket healing with and without immediate implantplacement. *Periodontology* 2000. 2019, 79, pp. 168-177.
18. Bradbury P., Wu H., Choi J. U., Rowan A. E., Zhang H. Modeling the Impact of Microgravity at the Cellular Level: Implications for Human Disease. *Front Cell Dev. Biol.* 2020. № 21. P. 93-96
19. Casteren A., Strait D. S., Swain M. V. Hard plant tissues do not contribute meaningfully to dental microwear: evolutionary implications. *Sci. Rep.* 2020, 10, pp. 582-584.
20. Chappuis, V., Araújo M. G., Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontology* 2000. 2017, 23 (7), pp. 73-83.
21. Darcy J. L., Washburne A. D., Robeson M. S. A phylogenetic model for the recruitment of species into microbial communities and application to studies of the human microbiome. *ISME J.* 19.02.2020. Doi: 10.1038/s41396-020-0613-7).
22. Oh S. J., You J. S., Kim S. G. Clinical and histomorphometric evaluation of decompression followed by enucleation in the treatment of odontogenic keratocyst. *Journal of dental sciences.* 2018, 13, pp. 329-333.
23. Marchesan J. T., Girnary M. S., Moss K. Role of inflammasomes in the pathogenesis of periodontal disease and therapeutics. *Periodontology* 2000. 2020, 82 (1), pp. 93-114.
24. Neumayer S. The Tissue Master Concept (TMC): innovations for alveolar ridge preservation. *Int. J. Esthet. Dent.* 2017, 12, pp. 246-257.
25. Ohashi N., Nonami J., Kodaira M., Yoshida K., Sekijima Y. Taste disorder in facial onset sensory and motor neuropathy: a case report. *BMC Neurol.* 2020, 20, pp. 71-75.
26. Proctor D. M., Shelef K. M., Gonzalez A., Davis C. L. Microbial biogeography and ecology of the mouth and implications for periodontal diseases. *Periodontol.* 2000, 82 (1), pp. 26-41.
27. Rezzani R., Nardo L., Favero G., Peroni M., Rodella L. F. Thymus and aging: morphological, radiological, and functional overview. *Age (Dordr.)*. 2014, 36, pp. 313-351.
28. Thapa P., Farber D. L. The Role of the Thymus in the Immune Response. *Thorac. Surg. Clin.* 2019, 29 (2), pp. 123-131.
29. Trombelli L. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *Journal of Clinical Periodontology*. 2008, 35 (7), pp. 630-639.
30. Wells M. L., Karlson B., Wulff A., Kudela R., Trick C. Future HAB science: Directions and challenges in a changing climate. *Harmful Algae.* 2020, 91, pp. 1-18. Doi: 10.1016/j.hal.2019.101632.

#### Контактная информация:

Музыкин Максим Игоревич — кандидат медицинских наук, докторант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова»

Адрес: 194044, г. Санкт Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

E-mail: Muzikinm@gmail.com