

УДК: 616.311-003.039 (075.9)

**Зерчанинова Елена Игоревна**, кандидат медицинских наук,  
доцент кафедры нормальной физиологии,  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Россия, Екатеринбург

**Ткачева Анастасия Андреевна**,  
Врач-стоматолог, ГАУЗ МО СП 12

**Ткачева Виктория Андреевна**,  
Студент, УГМУ

**МЕХАНИЗМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА:  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
КОСТНОЙ ТКАНИ И МЯГКИХ ТКАНЕЙ ДЕСНЫ  
MECHANISMS OF REGENERATION OF PERIODONTAL TISSUES:  
PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF RESTORATION OF BONE  
TISSUE AND SOFT TISSUES OF THE GUM**

**Аннотация:** В работе рассматриваются фундаментальные механизмы регенерации тканей пародонта с акцентом на физиологические процессы восстановления костной ткани альвеолярного отростка и мягких тканей десны. Представлен анализ клеточно-молекулярных взаимодействий, участвующих в регенерации пародонтальных структур, включая роль стволовых клеток, факторов роста и внеклеточного матрикса.

**Abstract:** The paper examines the fundamental mechanisms of periodontal tissue regeneration with an emphasis on the physiological processes of bone restoration of the alveolar process and soft tissues of the gum. The analysis of cellular-molecular interactions involved in the regeneration of periodontal structures, including the role of stem cells, growth factors and extracellular matrix, is presented.

**Ключевые слова:** регенерация пародонта, остеогенез, периодонтальная связка, стволовые клетки пародонта, факторы роста, ангиогенез, внеклеточный матрикс, остеобласты, фибробласты, эпителиальная регенерация.

**Keywords:** periodontal regeneration, osteogenesis, periodontal ligament, periodontal stem cells, growth factors, angiogenesis, extracellular matrix, osteoblasts, fibroblasts, epithelial regeneration.

Исследование механизмов регенерации тканей пародонта представляет собой одно из приоритетных направлений современной стоматологии и регенеративной медицины. Актуальность проблематики обусловлена несколькими факторами. Во-первых, заболевания пародонта характеризуются высокой распространенностью среди населения всех возрастных групп, достигая 90% у взрослого населения.

При этом патологические процессы часто приводят к необратимым изменениям и потере зубов, что существенно снижает качество жизни пациентов и требует сложного комплексного лечения. Во-вторых, современная стоматология сталкивается с необходимостью разработки более эффективных методов восстановления утраченных тканей пародонта. Существующие терапевтические подходы не всегда обеспечивают полноценную регенерацию всех структур пародонтального комплекса, что обуславливает необходимость глубокого понимания физиологических механизмов регенерации.



В-третьих, активное развитие регенеративной медицины и тканевой инженерии открывает новые перспективы в лечении заболеваний пародонта. Однако эффективное применение данных технологий невозможно без детального изучения естественных механизмов восстановления тканей и факторов, регулирующих эти процессы.

**Цель работы:** систематизация и анализ современных научных данных о физиологических механизмах регенерации тканей пародонта для углубления понимания процессов естественного восстановления и разработки эффективных методов стимуляции регенерации при заболеваниях пародонта.

По современным эпидемиологическим данным, заболевания пародонта затрагивают от 20 до 60% мирового населения, при этом тяжелые формы патологии диагностируются у 7,4% [1]. Пародонтит проявляется последовательной деструкцией основных структурных элементов пародонтального комплекса, включая десневую ткань, цемент, костную ткань альвеолярного отростка и периодонтальные связки (ПДС) [2].

Существующие методы лечения преимущественно сфокусированы на снижении микробной обсемененности и подавлении воспалительного процесса, однако не обеспечивают полного восстановления утраченных тканей.

За последние десятилетия были разработаны различные терапевтические стратегии, направленные на оптимизацию регенерации пародонта и улучшение биомеханической интеграции тканей, включая применение ксеногенных и аллогенных костных материалов, технологию направленной тканевой регенерации с использованием барьерных мембран. Многочисленные методики и биоматериалы прошли всестороннее тестирование в лабораторных, доклинических и клинических исследованиях.

При оценке эффективности восстановления пародонтальных тканей ключевое значение приобретает выбор объективных критериев оценки. Наиболее достоверным подтверждением регенерации считаются результаты гистологических и морфометрических исследований [2].

Несмотря на то, что рентгенологические исследования после трансплантации различных костных материалов демонстрируют заполнение костных дефектов и улучшение зубной фиксации, гистологический анализ выявляет ограниченную остеоиндуктивную и цементогенную активность с формированием преимущественно плотной фиброзной ткани в области дефекта.

Важно отметить, что частицы костнозамещающих материалов характеризуются медленной резорбцией и могут визуализироваться в области первоначальных дефектов на протяжении нескольких месяцев, что при рентгенологическом исследовании может быть ошибочно интерпретировано как новообразованная костная ткань.

Механизмы регенерации тканей пародонта представляют собой сложный многоступенчатый процесс, включающий взаимодействие различных клеточных популяций и молекулярных факторов. Регенерация костной ткани начинается с инициации процесса, во время которого происходит активация остеопрогениторных клеток костного мозга и миграция мезенхимальных стволовых клеток в область повреждения [3].

При этом высвобождаются провоспалительные цитокины и факторы роста. Далее происходит формирование костного матрикса, включающее дифференцировку остеобластов, синтез и секрецию коллагена I типа. На этом этапе происходит отложение неминерализованного остеоида с последующей минерализацией матрикса путем отложения кристаллов гидроксиапатита. Завершающим этапом является ремоделирование кости, при котором



активируются остеокласты для резорбции старой костной ткани, формируется новая костная структура остеобластами и восстанавливается микроархитектура кости.

Регенерация мягких тканей десны проходит через несколько последовательных фаз. Воспалительная фаза характеризуется формированием фибринового сгустка, инфильтрацией нейтрофилами и макрофагами, выделением провоспалительных медиаторов и активацией местного иммунного ответа.

В пролиферативную фазу происходит миграция и пролиферация фибробластов, синтез компонентов внеклеточного матрикса, образование грануляционной ткани и активный ангиогенез. Фаза ремоделирования включает реорганизацию коллагеновых волокон, созревание соединительной ткани, формирование нового эпителиального прикрепления и восстановление зубодесневого соединения.

В процессе регенерации важную роль играют различные молекулярные факторы, такие как факторы роста (PDGF, TGF- $\beta$ , BMP, FGF), матриксные металлопротеиназы, их тканевые ингибиторы, провоспалительные цитокины и хемокины. Особое значение имеет координация между различными типами клеток: остеобластами и остеокластами, фибробластами, эндотелиальными клетками, эпителиальными клетками и иммунными клетками [4].

Временная последовательность событий при регенерации включает острую воспалительную реакцию в первые 24-48 часов, формирование грануляционной ткани на 4-7 день, начало эпителизации на 7-14 день и ремоделирование тканей, которое может продолжаться от 14-30 дней и более. На успешность регенерации влияют различные факторы, включая локальное кровоснабжение, механическую нагрузку, бактериальную обсемененность, наличие системных заболеваний, возраст пациента, особенности питания и образа жизни.

Успешная регенерация тканей пародонта требует синхронизации всех перечисленных процессов и зависит от множества факторов. Нарушение любого из этапов может привести к неполноценному восстановлению тканей или формированию рубцовой ткани вместо функциональной регенерации.

В современной стоматологии для оптимизации регенеративных процессов применяются различные методы, включая направленную тканевую регенерацию, использование факторов роста, применение биоматериалов, клеточную терапию и тканевую инженерию.

Глубокое понимание физиологических механизмов регенерации позволяет разрабатывать более эффективные методы лечения заболеваний пародонта и способствует улучшению прогноза терапии. Современные исследования в области регенеративной медицины продолжают открывать новые возможности для восстановления тканей пародонта и совершенствования существующих методов лечения [5].

**Заключение.** Механизмы регенерации тканей пародонта представляют собой комплексный физиологический процесс, в котором задействованы различные клеточные популяции и молекулярные факторы. Восстановление как костной ткани, так и мягких тканей десны происходит по строго определенным биологическим закономерностям, где каждый этап имеет решающее значение для конечного результата.

Современные достижения в области регенеративной медицины открывают новые перспективы для совершенствования методов лечения заболеваний пародонта. Использование биоматериалов, факторов роста и клеточных технологий в сочетании с пониманием фундаментальных механизмов регенерации создает основу для разработки инновационных терапевтических подходов, направленных на восстановление утраченных тканей пародонта.



*Список литературы:*

1. Kassebaum N.J., Smith A.G., Bernabé E., Fleming T.D. et al. Global, regional, and national prevalence, incidence, and disability-adjusted life years for oral conditions for 195 countries, 1990-2015: a systematic analysis for the global burden of diseases, injuries, and risk factors // *J Dent Res.* 2017;Apr;96 (4):380–7
2. Tonetti M.S., Christiansen A.L., Cortellini P. Vertical subclassification predicts survival of molars with class II furcation involvement during supportive periodontal care // *J. Clin. Periodontol.* 2017;44,1140–4.
3. Lin Z, Rios HF, Cochran DL. Emerging regenerative approaches for periodontal reconstruction: a systematic review from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015 Feb;86 (2 Suppl):S134-52. doi: 10.1902/jop.2015.130689. PMID: 25644297
4. Гизатуллина Э.Р. "Морфологические и клинические аспекты регенеративной стоматологии" *Практическая медицина*, vol. 17, no. 1, 2019, pp. 28-33
5. Щетинин Евгений Вячеславович, Сирак Сергей Владимирович, Григорьянц Леон Андроникович, Вафиади Марина Юрьевна, Дилекова Ольга Владимировна, Петросян Григорий Григорьевич, Паразян Л.А., Гатило Ю.Ю., and Адамчик А.А.. "Репаративная регенерация тканей пародонта – результаты экспериментального исследования" *Медицинский вестник Северного Кавказа*, vol. 10, no. 4 (38), 2015, pp. 411-415

