

© Коллектив авторов, 2023
УДК 616.717.3:021.4
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2023.18095>
ISSN – 2073-8137

РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ПАРОДОНТИТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

С. В. Сирак¹, В. Н. Ленев¹, А. Р. Романенко¹, Е. С. Сирак²,
Е. Е. Щетинина¹, Г. Г. Петросян¹, Е. В. Щетинин¹

¹ Ставропольский государственный медицинский университет,
Российская Федерация

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар,
Российская Федерация

JAW BONE REMODELING AFTER THE SURGICAL TREATMENT OF CHRONIC PERIODONTITIS: EXPERIMENTAL STUDY

Sirak S. V.¹, Lenev V. N.¹, Romanenko A. R.¹, Sirak E. S.²,
Shchetinina E. E.¹, Petrosyan G. G.¹, Shchetinin E. V.¹

¹ Stavropol State Medical University, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Представлены результаты исследования сроков вторичной перестройки тканей пародонта после хирургического лечения пародонтита средней степени тяжести в ближайшем и отдаленном периодах. В эксперименте использовано 70 взрослых белых крыс-самцов, распределенных рандомизированным способом по 3 группам: основной, контрольной (по 30 животных) и интактной (10 животных). После моделирования хронического пародонтита по авторской методике проводили кюретаж для удаления грануляций и патологически измененных тканей с заполнением раны в основной группе гранулами двухфазной кальцийфосфатной керамики. В контрольной группе рану вели под кровяным сгустком, оценивая результаты в ближайшем (7–30 суток) и отдаленном (60–120 суток) периодах. Установлено, что при механическом повреждении компактного слоя челюсти в кости возникают приводящие к длительной перестройке кости деструктивные и регенераторные процессы, которые в основной группе протекают более интенсивно по сравнению с контрольной, где компактизация стенки лунки зуба не завершается даже к 6 месяцам. Удаление соединительнотканых грануляций и патологически измененной межзубной костной перегородки в сочетании с керамикой способствует не только купированию воспаления в пародонте, но и воссозданию пародонтального прикрепления в апикальной и пришеечной частях корня зуба, обеспечивая оптимальные условия для физиологической репаративной регенерации.

Ключевые слова: пародонтит, кюретаж, остеогенез, костная ткань, регенерация, эксперимент

The article presents the results of a study of the secondary restructuring timing of periodontal tissues after surgical treatment the moderate periodontitis in the near and long term. In the experiment, 70 adult white laboratory male rats were used, randomly distributed into 3 research groups: main (30 animals), control (30 animals) and intact (10 animals). After modeling of the chronic periodontitis according to the author's method, curettage was performed to remove granulations and pathologically altered tissues with wound filling in the main group with granules of two-phase calcium phosphate ceramics, in the control group the wound was healed under the blood clot, evaluating the results in the immediate (7–30 days) and distant 60–120 days periods. As a result of the study, it was found that with mechanical damage to the compact layer of the jaw, destructive and regenerative processes occur in the bone, leading to a long-term restructuring, which in the main group proceed more intensively compared to reactive processes in the control group, where the compaction of the wall of the tooth socket does not finished even by 6 months. Removal of the connective tissue granulations, the pathologically altered interdental bone septum and ceramics contributes not only to the relief of inflammation in the periodontium, but also to the restoration of the periodontal attachment in the apical and cervical parts of the tooth root, which provides optimal conditions for physiological reparative regeneration.

Keywords: periodontitis, curettage, osteogenesis, bone tissue, regeneration, experiment

Для цитирования: Сирак С. В., Ленев В. Н., Романенко А. Р., Сирак Е. С., Щетинина Е. Е., Петросян Г. Г., Щетинин Е. В. РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ПАРОДОНТИТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2023;18(4):401-406. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2023.18095>

For citation: Sirak S. V., Lenev V. N., Romanenko A. R., Sirak E. S., Shchetinina E. E., Petrosyan G. G., Shchetinin E. V. JAW BONE REMODELING AFTER THE SURGICAL TREATMENT OF CHRONIC PERIODONTITIS: EXPERIMENTAL STUDY. *Medical News of North Caucasus*. 2023;18(4):401-406. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2023.18095> (In Russ.)

Основная задача при хирургическом вмешательстве в области воспаленного пародонта состоит в удалении инфицированных тканей и обеспечении вторичного заживления с восстановлением разрушенного соединительнотканного пародонтального прикрепления с корнем зуба [1–3].

Оперативные методы лечения пародонтита средней и тяжелой степени проводят по показаниям, среди которых ведущими являются глубина пародонтальных карманов и степень вовлеченности костной составляющей пародонтального комплекса [4, 5]. Такие методы особенно эффективны в сочетании с фармакотерапевтическим воздействием, направленным на повышение защитных сил организма и улучшение местного тканевого обмена. При глубине патологического пародонтального кармана до 5 мм проводят закрытый кюретаж, при глубине более 5 мм – открытый [6, 7]. Главной задачей любого из названных видов кюретажа является удаление соединительнотканной грануляции и патологически измененной межзубной костной перегородки, что определяет не только купирование воспаления, но и способствует воссозданию пародонтального прикрепления в апикальной и пришеечной частях корня зуба, обеспечивая оптимальные условия для физиологической репаративной регенерации [8, 9].

Кюретаж пародонтальных карманов нередко сопровождается посттравматическими изменениями соседних с оперируемыми тканями пародонта и пульпы зубов [10, 11]. Динамика морфологических изменений в пародонтальных тканях в различные периоды после хирургических вмешательств представлена в литературе, вместе с тем выводы зачастую противоречивы, нет единодушия и в оценке степени реактивных изменений, наблюдаемых в твердых тканях зуба и пародонта [12–14]. Недостаточно исследований, содержащих сравнительные данные об изменениях пародонта в отдаленном периоде после операции, а объективная оценка результатов лечения проводится с использованием только рентгенологических методов.

Цель исследования – установить в экспериментальных условиях сроки вторичной перестройки тканей пародонта после проведенного хирургического лечения пародонтита средней степени тяжести в ближайшем и отдаленном периодах.

Материал и методы. В эксперименте использовано 70 взрослых белых лабораторных крыс-самцов весом 150–200 г, распределенных рандомизированным способом по 3 исследовательским группам: основной, контрольной и интактной. Основную группу составили 30 животных, у которых формировали хронический пародонтит по авторской методике [15], затем проводили кюретаж для удаления грануляций и патологически измененных тканей пародонта с помощью специальных инструментов – пародонтальных кюрет и миниэкстракторов (рис. 1 – а), с использованием ротаторасширителя авторской разработки (рис. 1 – б), рану заполняли гранулами двухфазной кальцийфосфатной керамики, состоящей из β -трикальцийфосфата (ТКФ) и гидроксиапатита кальция в соотношении 1:3. В контрольной группе (30 крыс) после формирования пародонтита прово-

дили кюретаж и вели рану под кровяным сгустком, интактную группу составили 10 животных без оперативного вмешательства. Модель хронического пародонтита считали сформированной при наличии патологических пародонтальных карманов глубиной 5 мм, рентгенологических признаков резорбции межзубных костных перегородок (рис. 1 – в) и подвижности зубов 2–3 степени (рис. 1 – г). Животные содержались в индивидуальных проветриваемых клетках под искусственным освещением с 12-часовым циклом день/ночь, без ограничения пищи и воды.

Животных выводили из опыта передозировкой эфира через 7 суток, 1, 2 и 6 месяцев после хирургического лечения пародонтита. Для гистоморфологического исследования отбирались зубочелюстные блоки, которые после декальцинации в Трилоне-Б, проведения по банкам спиртов восходящей плотности заливали в парафин и готовили тонкие срезы, которые окрашивали гематоксилин-эозином и по Маллори. Иммуногистохимическое исследование проводили с использованием мышиных моноклональных антител к CD34 (QEnd/10, маркер CELL MARQUE, США, 1:50 – 1:200 к эндотелиальным и гемопоэтическим стволовым клеткам) и синаптофизину (MRO-40, маркер CELL MARQUE, США, 1:50 – 1:200 к нейросекреторным везикулам в синапсах нейронов).

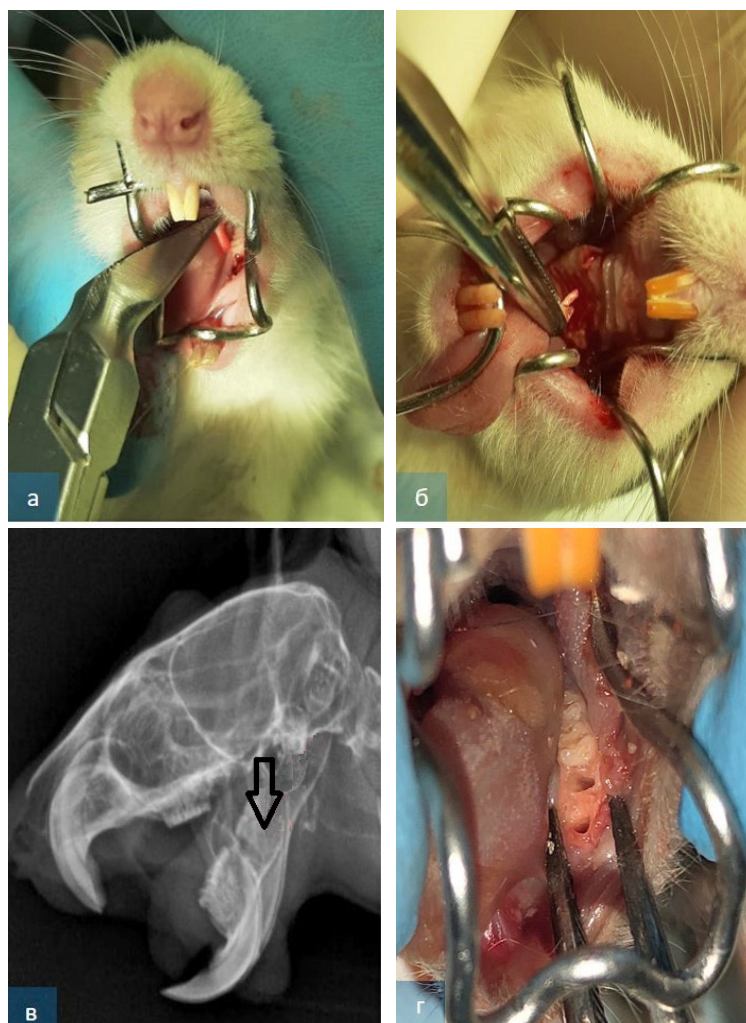


Рис. 1. Этапы хирургического вмешательства: а – использование пародонтального миниэкстрактора; б – ротаторасширитель авторской разработки; в – рентгенологические признаки резорбции межзубных костных перегородок (отмечено стрелкой); г – лунки зубов, удаленных из-за подвижности 2–3 степени

Статистический анализ полученных данных включал описательный этап при определении главной тенденции и дисперсию для количественных переменных.

Результаты и обсуждение. При гистологическом исследовании многосерийных срезов через 7 суток в контрольной группе установлено, что кюретаж патологических карманов приводит к образованию дефектов в компактном слое кости и множественных очагов некроза, которые крайне медленно замещаются новообразованной костью (рис. 2 – а). Процесс ее перестройки продолжителен и к максимальному сроку наблюдения – 6 месяцев не завершается.

Выявление этой закономерности имеет важное значение для практики, поскольку незавершенность перестройки кости не позволяет проводить пародонтологическое либо одноэтапное лечение или продолжать начатое двухэтапное имплантологическое лечение при вынужденном длительном его перерыве. Кроме того, установлено, что при кюретаже возможны краевые повреждения твердых тканей корней соседних зубов, которые наблюдались только на вестибулярной поверхности корня и в некоторой степени связаны с тонкостью стенки альвеолы. Впоследствии такие краевые изъяны в цементе корня зуба выстилаются цементоподобным веществом (рис. 2 – б).

В основной серии опытов после кюретажа в тканях пародонта отмечалось типичное расположение

зон давления и растяжения с резорбцией внутренней стенки альвеолы на стороне давления и новообразования кости со стороны растяжения, что проявлялось на гистологических срезах в форме активации остеобластов с новообразованием остеоида (рис. 2 – в).

На ранних сроках опыта (7 суток – 1 месяц) отчетливо видно, что резорбция в зонах давления и напластование новообразованной кости в зонах растяжения происходят значительно интенсивнее на оперированной челюсти по сравнению с неоперированной (в интактной группе), что свидетельствует об интенсификации репаративных процессов (рис. 2 – г). Позже обнаружены и другие реактивные сдвиги, которые принято считать признаками передозировки жевательных нагрузок: резорбция цемента корня зуба, очаги соединения лунки с цементом корня и беспорядочное расположение периодонтальных волокон. Такие изменения найдены в некоторых серийных срезах в зонах давления и чаще на неоперированной челюсти у интактных животных.

Все эти изменения, происходящие при полнокровных сосудах пульпы и периодонта, хорошо прослеживались только в ранние послеоперационные сроки (7 суток – 1 месяц). В более поздние сроки, спустя 2 и 6 месяцев, на первое место выдвигались процессы восстановления гистологических структур

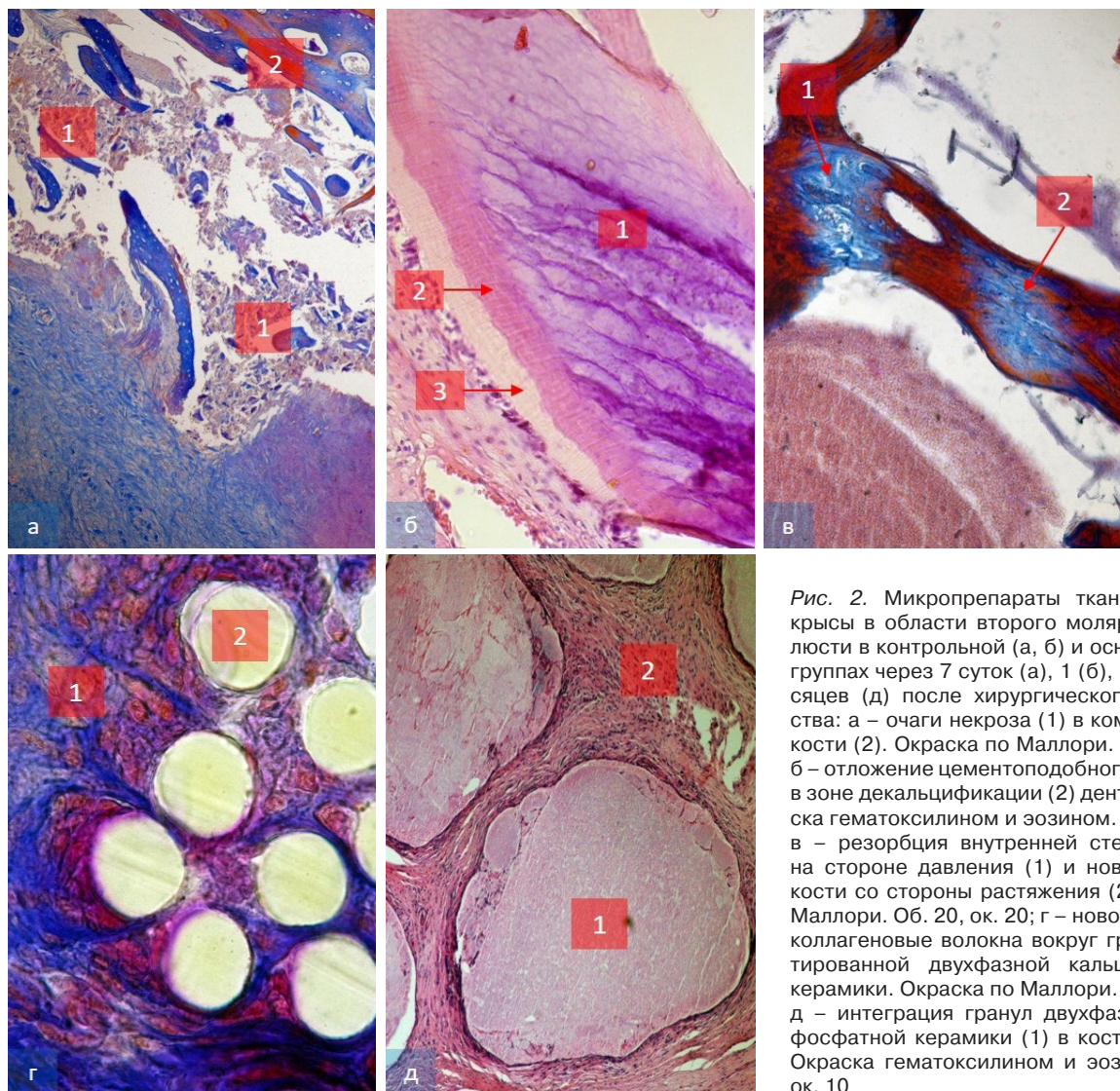


Рис. 2. Микропрепараты тканей пародонта крысы в области второго моляра нижней челюсти в контрольной (а, б) и основной (в, г, д) группах через 7 суток (а), 1 (б), 2 (в, г) и 6 месяцев (д) после хирургического вмешательства: а – очаги некроза (1) в компактном слое кости (2). Окраска по Маллори. Об. 40, ок. 10; б – отложение цементоподобного вещества (1) в зоне декальцификации (2) дентина (3). Окраска гематоксилином и эозином. Об. 20, ок. 20; в – резорбция внутренней стенки альвеолы на стороне давления (1) и новообразование кости со стороны растяжения (2). Окраска по Маллори. Об. 20, ок. 20; г – новообразованные коллагеновые волокна вокруг гранул имплантированной двухфазной кальцийфосфатной керамики. Окраска по Маллори. Об. 20, ок. 20; д – интеграция гранул двухфазной кальцийфосфатной керамики (1) в костной ткани (2). Окраска гематоксилином и эозином. Об. 40, ок. 10

этих тканей, которые вместе с гранулами имплантированной двухфазной кальцийфосфатной керамики образуют прочный каркас (рис. 2 – д). В эти сроки состояние костной ткани вокруг корней зубов и окружающих тканей пародонта в основной группе становится наиболее близким к интактным животным: восстанавливается непрерывность костных стенок лунки, которые местами имеют компактное строение, неотличимое от структуры челюсти интактных животных. В контрольной группе к 6 месяцам наблюдения периодонтальная щель расширена, корни зубов неравномерно покрыты слоем цемента, волокна периодонта ориентированы хаотично, среди них много сосудов, заполненных кровью.

При иммуногистохимическом исследовании были выявлены маркеры – CD34⁺ и синаптофизин⁺. В основной группе интенсивность экспрессии иммунореактивного материала CD34⁺ к сроку наблюдения 7 суток и 1 месяц – интенсивная (3 балла), к 2 месяцам – умеренно интенсивная (от 2 до 3 баллов). Тип экспрессии – мембранный, равномерное распределение иммунореактивности по всей клеточной мембране, CD34⁺-клетки регистрируются в стенках сосудов микроциркуляторного русла, которые находятся в состоянии аутогенного неогенеза, а также в сосудах, расположенных в гемопозитической соединительной ткани формирующихся межтрабекулярных пространств (рис. 3 – а).

Такое расположение подтверждает наличие в тканях групп пролиферативных стволовых клеток гемопозитического происхождения – недифференцированных эндотелиальных клеток, которые формируют щели, дающие начало стенке сосуда.

В отдаленные сроки наблюдения (6 месяцев) в некоторых зонах CD34⁺-клетки локализованы вдоль пластов ретикулофиброзной костной ткани в виде цепочки клеток, что является важным морфологическим признаком увеличения популяции прогениторных клеток, участвующих в формировании тканей пародонта (рис. 3 – б).

В основной группе интенсивность экспрессии иммунореактивного материала синаптофизин⁺ интенсивная (3 балла), материал мелко-гранулярный цитоплазматический. Экспрессия синаптофизин⁺ регистрируется повсеместно в собственной пластинке в нервных терминалях, окружающих кровеносные сосуды и формирующих инкапсулированные пластинчатые нервные окончания (рис. 3 – в).

В контрольной группе синаптофизин⁺ нервные терминали длинные и имеют слабо-извитой вид, между ними локализованы единичные с длинным ветвистым или коротким отростком и крупным овальным ядром синаптофизин⁺-клетки (рис. 3 – г), расположенные только одиночно, что указывает, по нашему мнению, на слабую дифференцировку синаптической связи (формирование синапсов) нейронов в контрольной группе.

Таким образом, при механическом повреждении компактного слоя челюсти в кости возникают деструктивные и регенераторные процессы, приводящие к длительно протекающей перестройке кости. В основной группе после проведенного юретажа в ходе хирургического лечения пародонтита средней степени тяжести реактивные процессы в лунке зуба протекают более интенсивно по сравнению с реактивными процессами в контрольной группе, что согласуется с уже известными данными о сокращении сроков активного периода перестройки костно-периодонтального комплекса в костных дефектах, замещаемых двухфазной кальцийфосфатной керамикой [16–18]. В контрольной группе при ведении раны после юретажа под кровяным сгустком компактизация стенки лунки зуба не заканчивается даже к 6 месяцам. У животных основной группы все реактивно-деструктивные изменения твердых тканей зуба и стенок лунки, наблюдаемые в ранние сроки (7 суток – 1 месяц),

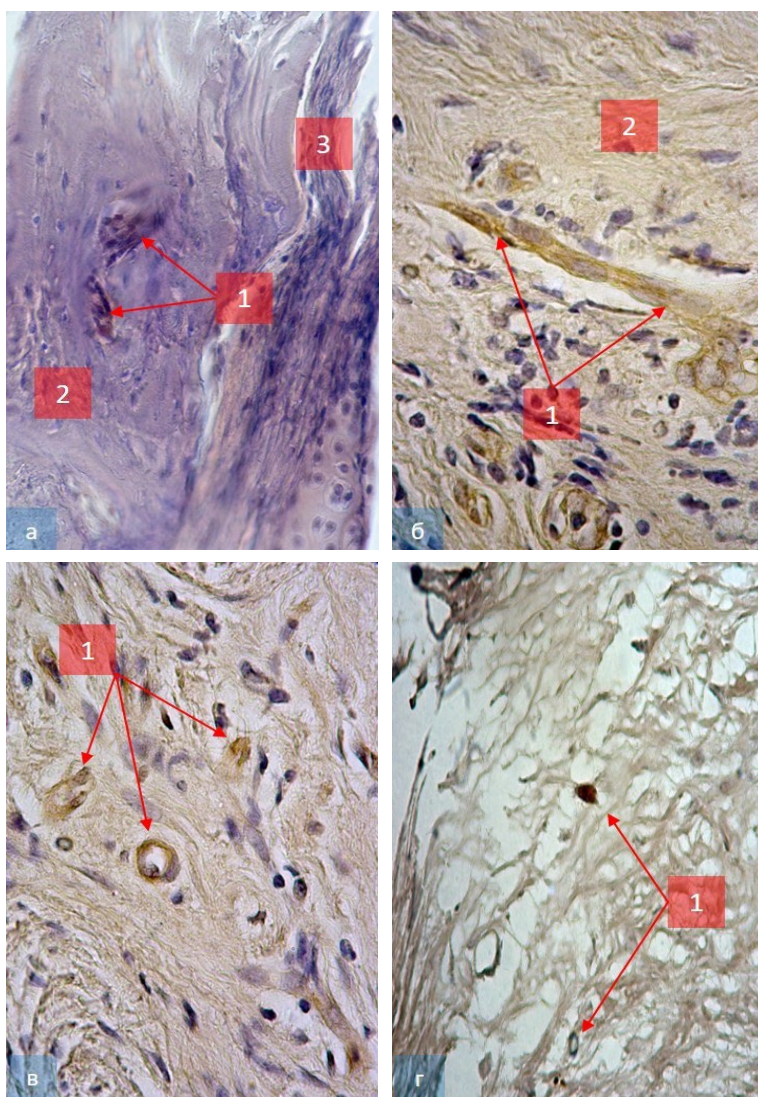


Рис. 3. Микропрепараты тканей пародонта крысы в области первого моляра в основной (б, в, д) и контрольной (а, г) группах через 7 суток (а), 1 (б), 2 (в) и 6 (г) месяцев после начала эксперимента: а – CD34⁺-клетки в стенках сосудов микроциркуляторного русла (1) в гемопозитической соединительной ткани (2) и формирующихся межтрабекулярных пространствах (3). ИГХ реакция на CD34⁺. Продукт реакции коричневого цвета. Ок. 10. Об. 100; б – локализация CD34⁺-клеток (1) вдоль пластов ретикулофиброзной костной ткани (2) в виде цепочки клеток (1). ИГХ-реакция на CD34⁺. Продукт реакции коричневого цвета. Ок. 10. Об. 40; в – экспрессия синаптофизин⁺ в собственной пластинке в нервных терминалях, окружающих кровеносные сосуды (1). ИГХ-реакция на синаптофизин. Продукт реакции коричневого цвета. Ок. 10. Об. 40; г – единичные иммуноположительные клетки, расположенные вокруг крупного кровеносного сосуда (1). ИГХ-реакция на синаптофизин. Продукт реакции коричневого цвета. Ок. 10. Об. 40

носят обратимый характер и завершаются полным восстановлением гистологических структур пародонтального комплекса к 6 месяцам после операции.

Полученные результаты подтверждают необходимость поиска новых патогенетически обоснованных подходов для использования репарантов при оптимизации остеогенеза. В частности, мелатонин, обеспечивая интенсификацию функциональной и морфологической перестройки клеток на ранних стадиях репаративной регенерации [19], может быть дополнительно рекомендован для исследования в комбинации с двухфазной кальцийфосфатной керамикой, поскольку препараты оптимизируют различные механизмы остеогенеза в разные сроки.

Заключение. При гистологическом исследовании серийных срезов и анализе тканевой реакции на кюретаж пародонтальных карманов на ранних сроках (7 суток – 1 месяц) и на жевательную нагрузку в отдаленном периоде (2–6 месяцев) установлены сроки вторичной перестройки тканей пародонта, показано оптимизирующее действие на регенеративные процессы двухфазной кальцийфосфатной керамики, а также обоснованы

новые подходы для дальнейшего изучения патогенетически обоснованных комбинаций препаратов с различными механизмами саногенетической коррекции, реализуемые в разные сроки регенерации.

Информированное согласие: Экспериментальное исследование проведено в полном соответствии с требованиями надлежащей лабораторной практики (изложенными в национальном стандарте «Принципы надлежащей лабораторной практики» ГОСТ Р 53434–2009), с соблюдением Международных принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей (Страсбург, 1986), в соответствии с Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (1985), Общими этическими принципами экспериментов на животных (Россия, 2011), правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003) и положительным заключением этического комитета.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

- Lin W., Li Q., Zhang D., Zhang X., Qi X. [et al.]. Mapping the immune microenvironment for mandibular alveolar bone homeostasis at single-cell resolution. *Bone Res.* 2021;1(9):17. <https://doi.org/10.1038/s41413-021-00141-5>
- Tiffany A. S., Harley B. A. C., Dewey M. J. Sequential sequestrations increase the incorporation and retention of multiple growth factors in mineralized collagen scaffolds. *RSC Adv.* 2020;45(10):26982-26996. <https://doi.org/10.1039/d0ra03872e>
- Filipowska J., Tomaszewski K. A., Niedźwiedzki Ł., Walocha J. A., Niedźwiedzki T. The role of vasculature in bone development, regeneration and proper systemic functioning. *Angiogenesis.* 2017;20(3):291-302. <https://doi.org/10.1007/s10456-017-9541-1>
- Сипкин А. М., Ченосова А. Д., Модина Т. Н., Епифанов С. А. Применение нестабилизированной гиалуроновой кислоты у пациентов с атрофией альвеолярной отростка верхней челюсти, альвеолярной части нижней челюсти. *Клиническая стоматология.* 2021;24(3):104-108. [Sipkin A. M., Chenosova A. D., Modina T. N., Epifanov S. A. Primenenie nestabilizirovannoj gialuronovoj kisloty u pacientov s atrofiy al'veoljarnogo otrostka verhnej cheljusti, al'veoljarnoj chasti nizhnej cheljusti. *Klinicheskaja stomatologija.* – *Clinical Dentistry.* 2021;24(3):104-108. (In Russ.).] https://doi.org/10.37988/1811-153X_2021_3_104
- Косач Г. А., Кутукова С. И., Власов Т. Д., Яременко А. И. Биомаркеры костной регенерации в челюстно-лицевой хирургии: критический обзор литературы. *Пародонтология.* 2021;26(4):284-288. [Kosach G. A., Kutukova S. I., Vlasov T. D., Jaremenko A. I. Biomarkery kostnoj regeneracii v cheljustno-licevoj hirurgii: kriticheskij obzor literatury. *Parodontologija.* – *Periodontology.* 2021;26(4):284-288. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2021-26-4-284-288>
- Брайловская Т. В., Вербо Е. В., Дениев А. М., Надточий А. Г., Абрамян С. В. [и др.]. Динамика процессов ремоделирования реваскуляризованных аутоотрансплантатов после проведения операций по реконструкции и восстановлению челюстей у пациентов с дефектами и деформацией. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* 2022;1:5-15. [Brajlovskaja T. V., Verbo E. V., Deniev A. M., Nadtochij A. G., Abramjan S. V. [et al.]. Dinamika processov remodelirovanija revaskuljarizirovannyh autotransplantatov posle provedenija operacij po rekonstrukcii i vosstanovleniju cheljustej u pacientov s defektami i deformaciej. *Plasticheskaja hirurgija i jesteticheskaja medicina.* – *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* 2022;1:5-15. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/plast.hirurgia20220115>
- Soares M. Q. S., Van Dessel J., Jacobs R., Yaedú R. Ya. F., Sant'Ana E. [et al.]. Morphometric evaluation of bone regeneration in segmental mandibular bone defects filled with bovine bone xenografts in a split-mouth rabbit model. *Int. J. Implant Dent.* 2019;5(1):32. <https://doi.org/10.1186/s40729-019-0187-1>
- Lechner J., von Baehr V., Zimmermann B. Osteonecrosis of the jaw beyond bisphosphonates: are there any unknown local risk factors? *Clin. Cosmet. Investig. Dent.* 2021;13:21-37. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S288603>
- Huang X., Xie M., Xie Y., Mei F., Lu X. [et al.]. The roles of osteocytes in alveolar bone destruction in periodontitis. *J. Transl. Med.* 2020;18(1):479. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02664-7>
- Беленова И. А., Митронин В. А., Сударева А. В., Старцева С. В., Васильева М. С., Олейник Е. А. Сохранить молодость пародонта: правда или миф? Стратегия и тактические подходы в периодонтологии на основе профилактической, предиктивной, персонализированной медицины. *Эндодонтия Today.* 2022;20(1):90-98. [Belenova I. A., Mitronin V. A., Sudareva A. V., Starceva S. V., Vasilyeva M. S., Olejnik E. A. Sohraniti' molodost' parodonta: pravda ili mif? Strategija i takticheskie podhody v periodontologii na osnove profilakticheskoy, prediktivnoj, personalizirovannoj mediciny. *Endodontia Today.* – *Endodontics Today.* 2022;20(1):90-98. (In Russ.).] <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-1-90-98>
- Rubnikov S. P., Khomich I. S., Denisova Yu. L. Morphological changes in the bone tissue around dental implants after low-frequency low-intensity ultrasound applications. *Proc. Nat. Acad. Sci. Belarus. Med. Ser.* 2020;17(1):20-27. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-1-20-27>
- Yang S., Wang N., Guo S., Sun H., Ma Y. Immunomodulatory effects and mechanisms of distraction osteogenesis. *Int. J. Oral Sci.* 2022;14(1):4. <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00156-y>
- Щетинин Е. В., Сирак С. В., Григорьянц Л. А., Вафиади М. Ю., Дилекова О. В. [и др.]. Репаративная регенерация тканей пародонта – результаты экспериментального исследования. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2015;10(4):411-415. [Shchetinin E. V., Sirak S. V., Grigor'janc L. A., Vafiadi M. Yu., Dilekova O. V. [et al.]. Reparativnaja regeneracija tkanej parodonta – rezul'taty jeksperimental'nogo issledovanija. *Meditsinskij vestnik Severnogo Kavkaza.* 2015;10(4):411-415. (In Russ.).] <https://doi.org/10.14300/mnnc.2015.10100>
- Iezzi G., Mangano C., Barone A., Tirone F., Baggi L. [et al.]. Jawbone remodeling: a conceptual study based on synchrotron high-resolution tomography. *Sci. Rep.* 2020;10(1):3777. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60718-8>
- Сирак С. В., Щетинин Е. В., Быкова Н. И., Вафиади М. Ю., Петросян Г. Г., Диденко Н. Н. Способ получения экспериментальной модели пародонтита. Патент на изобретение RU 2676649, 09.01.2019. [Sirak S. V., Shchetinin E. V., Bykova N. I., Vafiadi M. Yu., Petrosjan G. G., Didenko N. N. Sposob poluchenija jeksperimental'noj modeli parodontita. Patent na izobretenie RU 2676649, 09.01.2019. (In Russ.).]
- Monje A., Pons R., Rocuzzo A., Salvi G. E., Nart J. Reconstructive therapy for the management of peri-implantitis via

- submerged guided bone regeneration: A prospective case series. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* 2020;22(3):342-350. <https://doi.org/10.1111/cid.12913>
17. Lin C.-Y., Chen Z., Chiang H.-L., Pan W.-L., Wang H.-L. The impact of implantoplasty in regenerated and non-regenerated treatment modalities in peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 2022;37(5):859-868. <https://doi.org/10.11607/jomi.9436>
18. Labussiere M., Badran Z., Rethore G., Verner C., Soueidan A., Struillou X. Combination of bone substitutes and vectors in periodontology and implantology: A systematic review. *Dent. Mater. J.* 2021;40(5):839-852. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-361>
19. Щетинин Е. В., Сирак Е. С., Афанасьева Г. А., Петросян Г. Г., Щетинина Е. Е., Сирак С. В. Влияние мелатонина на репаративную регенерацию костной ткани челюстных костей в эксперименте. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2020;15(4):570-572. [Shchetinin E. V., Sirak E. S., Afanaseva G. A., Petrosyan G. G., Shchetinina E. E., Sirak S. V. Effect of melatonin on reparative regeneration of bone tissue in the jaw bones experiment. *Meditsinskii vestnik Severnogo Kavkaza. – Medical News of North Caucasus.* 2020;15(4):570-572. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15135>

Поступила 20.09.2023

Сведения об авторах:

Сирак Сергей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии; тел.: +7(8652)350551; e-mail: sergejsirak@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4924-5792>

Ленев Вадим Николаевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры; тел.: +7(8652)350551; e-mail: lenvadim@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2189-7147>

Романенко Алина Рашитовна, ассистент кафедры; тел.: +79283228644; e-mail: 09-kit-kat@mail.ru

Сирак Екатерина Сергеевна, студентка; тел.: +7(8652)350551; e-mail: sergejsirak@yandex.ru

Щетинина Елизавета Евгеньевна, студентка; тел.: +7(8652)352684; e-mail: patphysiology@stgmu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8035-2641>

Петросян Григорий Григорьевич, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры патологической физиологии; тел.: +7(8652)352684; e-mail: patphysiology@stgmu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0052-4077>

Щетинин Евгений Вячеславович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии; тел.: +7(8652)352684; e-mail: ev.cliph@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6193-8746>

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.717.3:021.2

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2023.18096>

ISSN – 2073-8137

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОСОМ МЕЗЕНХИМНЫХ СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК И ДЕФЕНЗИНА НА БИОСОВМЕСТИМОСТЬ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВЫХ ДЕФЕКТОВ

Н. Н. Диденко¹, Е. М. Бойко², А. А. Чагаров¹,
А. Д. Болатчиев¹, Д. В. Бобрышев¹, А. А. Долгалев¹

¹ Ставропольский государственный медицинский университет,
Российская Федерация

² Пятигорский медико-фармацевтический институт, Российская Федерация

INFLUENCE OF THE MESENCHYMAL STEM CELLS EXOSOMES AND DEFENSIN ON THE BIOCOMPATIBILITY OF MATERIAL FOR REPLACEMENT OF OSTEOCARTILAGE DEFECTS

Didenko N. N.¹, Boyko E. M.², Chagarov A. A.¹,
Bolatchiev A. D.¹, Bobryshev D. V.¹, Dolgalev A. A.¹

¹ Stavropol State Medical University, Russian Federation

² Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, Russian Federation

Проведена оценка пролиферативной активности первичных культур мезенхимных стромальных клеток жировой ткани кролика при использовании экспериментальных образцов на основе коллагена из подслизистого тонкого кишечника свиньи, содержащего экзосомы мезенхимных стволовых клеток (МСК) и дефензины (DEFb103A). Материалы не обладают цитотоксичностью, не препятствуют пролиферативной активности клеток. Полученные результаты позволяют проводить исследования биосовместимости материалов *in vivo*.

Ключевые слова: коллагеновый гель, внеклеточный матрикс, имплантация