

Получена: 20 Августа 2024 / Принята: 10 Апреля 2025 / Опубликовано online: 30 Апреля 2025

DOI 10.34689/SH.2025.27.2.019

УДК 616.31-085



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЦЕССИИ ДЕСНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Светлана Т. Тулеутаева¹, <https://orcid.org/0000-0003-1026-175X>

Ольга А. Понамарева¹, <https://orcid.org/0000-0002-0222-5794>

Жадыра Ж. Аширбекова¹, <https://orcid.org/0000-0002-6303-7869>

Светлана А. Гранько¹, <https://orcid.org/0009-0004-6964-1655>

Бауржан Б. Анапия², <https://orcid.org/0000-0003-2311-7861>

Альмира М. Манатова², <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

¹ НАО «Карагандинский медицинский университет», г. Караганда, Республика Казахстан;

² ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан.

Резюме

Введение. Рецессия десны является распространенной проблемой, характеризующейся атрофическими изменениями пародонта и апикальным смещением маргинальной десны. Эта патология встречается у значительной части взрослого населения и часто вызывает не только эстетический дефект, но и гиперчувствительность у шейки зуба. Причины включают анатомические особенности, патологические состояния и ятрогенные факторы.

Целью исследования является изучение и сравнение различных методов моделирования рецессии десны у лабораторных животных, а также их эффективности для разработки новых методов и материалов для лечения.

Стратегия поиска. Для исследования были выбраны публикации по моделированию рецессии десны в базах данных Medline/PubMed, Cochrane library, Web of Science, eLibrary. При отборе исследований учитывались следующие параметры: дизайн исследования, вид лабораторных животных, локализация рецессии (верхняя или нижняя челюсть), группа зубов, техника и сложность моделирования, сроки формирования рецессии и морфологические характеристики полученного дефекта. Включались экспериментальные исследования, в которых четко описывались методики создания рецессии десны, проводимые на собаках, свиньях, крысах, кроликах или макаках. Рассматривались как механические методы (иссечение костной ткани, наложение лигатур), так и химические способы воздействия. Важным критерием включения являлось наличие объективных данных о размере рецессии, сроках ее формирования и морфологических изменениях тканей.

Исключались исследования, посвященные исключительно воспалительным заболеваниям десны, в которых рецессия формировалась без искусственного моделирования. Не рассматривались клинические исследования, описания отдельных клинических случаев, обзорные статьи без оригинальных данных, а также публикации на языках, отличных от английского и русского.

Результаты. Изучены различные методы моделирования рецессии десны, включая механическое удаление костной ткани, воздействие на круговую связку пародонта, а также использование лигатур и фиксирующих материалов. Эксперименты проводились на свиньях, собаках и крысах с различными результатами по размеру и локализации рецессии.

Выводы. Создание адекватной экспериментальной модели рецессии десны является важным шагом для дальнейшей разработки безопасных и эффективных методов лечения. Моделирование рецессии на животных позволяет оптимизировать методы и материалы для клинического применения, однако остаются вопросы стандартизации данных моделей.

Ключевые слова: рецессия десны, экспериментальное моделирование, пародонтология, лабораторные животные, костная резорбция.

Для цитирования:

Тулеутаева С.Т., Понамарева О.А., Аширбекова Ж.Ж., Гранько С.А., Анапия Б.Б., Манатова А.М. Сравнение методов моделирования рецессии десны на лабораторных животных // Наука и Здоровье. 2025. Vol.27 (2), С.168-227. doi 10.34689/SH.2025.27.2.019

Abstract

COMPARISON OF METHODS OF MODELING GINGIVAL RECESSION IN LABORATORY ANIMALS

Svetlana T. Tuleutayeva¹, <https://orcid.org/0000-0003-1026-175X>

Olga A. Ponamareva¹, <https://orcid.org/0000-0002-0222-5794>

Zhadyra Zh. Ashirbekova¹, <https://orcid.org/0000-0002-6303-7869>

Svetlana A. Granko¹, <https://orcid.org/0009-0004-6964-1655>

Bauyrzhan B. Anapiya², <https://orcid.org/0000-0003-2311-7861>

Almira M. Manatova², <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

¹ NCJSC "Karaganda Medical University", Karaganda, Republic of Kazakhstan;

² LLP "National Research Oncology Center", Astana, Republic of Kazakhstan.

Introduction. Gingival recession is a common problem characterized by atrophic changes in the periodontium and apical displacement of the marginal gingiva. This pathology occurs in a significant proportion of the adult population and often causes not only an aesthetic defect, but also hypersensitivity at the neck of the tooth. The causes include anatomical features, pathological conditions and iatrogenic factors.

The aim of the study is to study and compare various methods of modeling gingival recession in laboratory animals, as well as their effectiveness for the development of new methods and materials for treatment.

Search Strategy. Publications on modeling gingival recession in the Medline / PubMed, Cochrane library, Web of Science, eLibrary databases were selected for the study. The following parameters were considered when selecting studies: study design, type of laboratory animal, localization of the recession (maxilla or mandible), tooth group, technique and complexity of modeling, timing of recession formation, and morphological characteristics of the resulting defect. Experimental studies were included if they provided a clear description of the methods used to induce gingival recession in dogs, pigs, rats, rabbits, or macaques. Both mechanical methods (bone tissue excision, ligature placement) and chemical approaches were considered. An important inclusion criterion was the availability of objective data on the size of the recession, the time required for its formation, and the morphological changes in the tissues.

Studies focusing exclusively on inflammatory periodontal diseases, in which recession developed without artificial modeling, were excluded. Clinical studies, case reports, review articles without original data, and publications in languages other than English and Russian were also not considered.

Results. Various methods of modeling gingival recession were studied, including mechanical removal of bone tissue, impact on the circular ligament of the periodontium, as well as the use of ligatures and fixing materials. Experiments were conducted on pigs, dogs and rats with different results in terms of the size and localization of the recession.

Conclusions. The creation of an adequate experimental model of gingival recession is an important step for the further development of safe and effective treatment methods. Modeling recession on animals allows optimizing methods and materials for clinical use, but questions remain about the standardization of these models.

Keywords: *gingival recession, experimental modeling, periodontology, laboratory animals, bone resorption.*

For citation:

Tuleutaeva S.T., Ponamareva O.A., Ashirbekova Zh.Zh., Granko S.A., Anapia B.B., Manatova A.M. Option for surgical treatment of synovial sarcoma of soft tissues of the face // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2025. Vol.27 (2), pp. 168-178. doi 10.34689/SH.2025.27.2.019

Түйіндеме

ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЖАНУАРЛАРДАҒЫ ТІС ТАҢДАУЫН СИМУЛАУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРУ

Светлана Т. Тулеутаева¹, <https://orcid.org/0000-0003-1026-175X>

Ольга А. Понамарева¹, <https://orcid.org/0000-0002-0222-5794>

Жадыра Ж. Аширбекова¹, <https://orcid.org/0000-0002-6303-7869>

Светлана А. Гранько¹, <https://orcid.org/0009-0004-6964-1655>

Бауржан Б. Әнапия², <https://orcid.org/0000-0003-2311-7861>

Альмира М. Манатова², <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

¹ «Қарағанды медицина университеті» КеАҚ, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы;

² «Ұлттық ғылыми онкология орталығы» ЖШС, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Кіріспе. Гингивальды рецессия - атрофиялық периодонтальды өзгерістермен және шеткі қызыл иектің апикальды ығысуымен сипатталатын кең таралған мәселе. Бұл патология ересек тұрғындардың айтарлықтай бөлігінде кездеседі және жиі эстетикалық ақауды ғана емес, сонымен қатар тістің мойын аймағындағы жоғары сезімталдықты тудырады. Себептерге анатомиялық ерекшеліктер, патологиялық жағдайлар және ятрогендік факторлар жатады.

Зерттеудің мақсаты – зертханалық жануарларда қызыл иектің рецессиясын модельдеудің әртүрлі әдістерін, сондай-ақ емдеудің жаңа әдістері мен материалдарын әзірлеудегі тиімділігін зерттеу және салыстыру.

выполнения процедуры удаления части альвеолярной костной пластинки, слизисто-надкостничный лоскут был перемещен на место и зашит. Через 1 месяц после

операции наблюдалось образование рецессии десны. Средние размеры рецессии составили 4 мм в высоту и 5 мм в ширину [37].

Таблица 1.

Методы моделирования рецессии десны / Methods of modeling gum recession

Авторы	Год	Вид животного	Количество	Какая челюсть	Какие зубы	Длительность эксперимента
Nunez J. [37]	2009	мини-свинья	3	Верхняя, нижняя	1 или 3 премоляр	1 месяц
Vignoletti F. [53]	2011	мини-свинья	12	Верхняя, нижняя	1,2,3 и 4 Премоляры в одном из 4 квадрантов	1 месяц
Stähli A. [45]	2023	мини-свинья	6	Нижняя	2,3,4 премоляры	4 недели
Sculean A. [41]	2015	собака	6	Верхняя, нижняя	Клык, 3 и 4 премоляры	8 недели
Suárez-López Del Amo F. [46]	2019	собака	9	Верхняя, нижняя	Клыки	12 недель
de Molon R.S. [7]	2016	крысы	48	Верхняя	моляры	45-60 дней
Mustafa H. [32]	2021	крысы	72	Верхняя	моляры	45-60 дней
Лопатина Н.В. [1]	2022	крысы	10	Нижняя	резцы	1 месяц

В 2011 года *Vignoletti F. и др.* модифицировали метод моделирования рецессии десны на свиньях, созданный *Nunez J. и др.* в 2009 году. Два вертикальных разреза производилась на мезиально-щечной поверхности. В результате данного метода через месяц создавался дефект высотой 5 мм, шириной 4 мм [53].

Группа ученых под руководством *Stähli A.* в своем исследовании также воспроизвела модель рецессии десны у свиней, основываясь на методиках, предложенных в более ранних работах *Nunez J.* (2009) и *Vignoletti F.* (2011) [53]. Хирургические вмешательства включали: удаление слизисто-надкостничного лоскута с щечной поверхности, альвеолярного и корневого цемента с использованием скальпеля, костных долот и медленно вращающихся боров под обильным промыванием стерильным физиологическим раствором в соответствии с ранее описанными протоколами [54].

Моделирование рецессии проводили так же на собаках, так в 2015 году *Sculean A. и др.* создали рецессию десны у 6 собак. Производили иссечение свободной десны при помощи полулунного внутриборозчатого разреза шириной 3 мм. Высота ткани составляла около 2 мм, но учитывалась биологическая ширина, оцененная на каждом участке. Через 7 дней после операции начинали чистку зубов и продолжали использовать зубную щетку три раза в неделю [41].

В 2019 году проводили моделирование рецессии десны на собаках. Отличием от предыдущей методики являлось, то, что (*Sculean A., Mihatovic I., Shirakata Y.*) производились вертикальные разрезы на щечной поверхности. Внутри борозчатый разрез иссекал свободную десну до десневой борозды, соединяясь с вертикальными разрезами с медиальной и дистальной поверхности. Оба вертикальных разреза простирались апикально за пределы мукогингивального соединения (МГС) в косом направлении. Откидывался лоскут в апикальном направлении. Далее с помощью бормашины проводилась остеотомии на расстоянии 3 мм от первого внутриборозчатого разреза. Затем лоскут

смещался в корональном направлении и стабилизирован простыми узловыми и матрачными швами [22].

По данным литературы в 2016 году на крысах использовался лигатурный метод, с помощью которого создана модель пародонтита. Модель получена методом установки стерилизованной нейлоновой нити 6.0 (Ethicon, Сомервилл, Нью-Джерси) вокруг первого моляра верхней челюсти с двух сторон, завязывание узлов проводилось мезиобуккально. У всех животных лигатура сохранялась на месте на протяжении всего эксперимента [29]. Применение стерилизованной нейлоновой нити диаметром 6.0 обеспечивало оптимальную прочность и долговечность фиксации, а также исключало возможность ее преждевременного разрушения или вытаскивания в процессе эксперимента.

Группа исследователей под руководством *H. Mustafa* в 2021 году также использовали лигатурный метод для создания модели заболеваний пародонта. Отличие состояло в том, что использовалась более толстая нейлоновая нить, толщиной 4/0 (Ethilon 4/0. W1620, 2018, США), что позволяло создать более выраженную механическую нагрузку на ткани, а также улучшить стабилизацию. Так же фиксирующие узлы размещали на язычной поверхности модели. Лигатуры проверяли каждые 3-4 дня на протяжении всего экспериментального периода [32].

В литературе имеются данные, что при моделировании рецессии десны использован комбинированный метод. Производили механическое иссечения тканей пародонта V-образной формы с вестибулярной поверхности в области резцов нижней челюсти крысы. Далее накладывали ретракционную нить DispodentPak №000 в области нижних центральных резцов в круговой связке зуба на глубину 1,5 мм. С вестибулярной поверхности шейки зуба нижних резцов накладывали стоматологический стеклоиономерный цемент Vitrebond. Рецессия десны составила в среднем $3,4 \pm 0,04$ мм на нижней челюсти [1].

Обсуждение

До начала разработки и клинического внедрения современных методов лечения рецессий десны крайне важным предварительным этапом является создание адекватной, воспроизводимой и патофизиологически обоснованной экспериментальной модели. Такая модель должна максимально точно имитировать клиническую ситуацию, характерную для рецессии десневого края у человека, включая ключевые аспекты анатомии, гистологической структуры, процессов ремоделирования тканей и возможных ятрогенных или воспалительных триггеров. Подобный подход позволяет в контролируемых лабораторных условиях воспроизводить патологическое состояние, сходное с таковым у пациентов, что критически важно для оценки эффективности, безопасности и потенциальной трансляции разработанных методов лечения и регенерации десневых тканей в клиническую практику.

Экспериментальные модели, используемые на животных, особенно на крупных млекопитающих, позволяют исследователям оценить ответ тканей на повреждение, адаптационные реакции, а также процессы восстановления и регенерации десны с применением различных хирургических, фармакологических или биоинженерных вмешательств. Модели, которые анатомически и физиологически приближены к условиям человеческой десны, обеспечивают более высокую степень экстраполяции полученных результатов на практику стоматолога. Это, в свою очередь, повышает научную обоснованность и достоверность создаваемых терапевтических стратегий, включая использование биоматериалов, мембран, факторов роста и методов тканевой инженерии.

Согласно данным, представленным в исследовании *Imber J.C. и соавт.* (2023), механическое удаление альвеолярной костной ткани с использованием высокоскоростного вращающегося инструмента (бормашины) является одним из наиболее надёжных и воспроизводимых способов создания искусственной рецессии десны [10]. В ходе их экспериментов удаление костной опоры на ограниченном участке неизменно приводило к формированию устойчивой и клинически выраженной рецессии на стороне вмешательства. Это наблюдение подтверждает ключевую гипотезу о том, что утрата альвеолярной костной поддержки служит решающим патогенетическим фактором в развитии рецессии краевой десны, независимо от других сопутствующих условий.

Тем не менее, несмотря на высокую предсказуемость результатов, описанная методика требует строго соблюдения технического протокола, высокой степени точности при манипуляциях и участия квалифицированного персонала, обладающего достаточным хирургическим опытом. Малейшие отклонения от протокола или недостаточный контроль глубины и площади удаления костной ткани могут привести к вариативным результатам или избыточной травматизации тканей. Поэтому такие модели, хотя и ценны с исследовательской точки зрения, требуют внимательной подготовки и стандартизации при их использовании в доклинических испытаниях.

Альтернативный подход к моделированию рецессии десны, предложенный в работе *Gasner N.S. и соавт.* (2023), основывается на концепции длительного воздействия механического давления на круговую (десневую) связку пародонта с целью вызвать постепенные структурные изменения в опорных тканях, в частности — резорбцию альвеолярной кости [17]. В отличие от методов, предусматривающих прямое хирургическое вмешательство и удаление костной ткани, данная методика ориентирована на создание хронической механической нагрузки, которая инициирует естественный процесс перестройки пародонта и, как следствие, приводит к формированию рецессии.

Суть метода заключается в том, что к зубу прикрепляется элемент, оказывающий постоянное давление на ограниченный участок маргинального пародонта. Чаще всего для этой цели используется лигатура — тонкая нить, фиксируемая вокруг зуба или его шейки. Воздействие лигатуры приводит к сдавлению сосудисто-нервного пучка, нарушению микроциркуляции и постепенной атрофии окружающей костной ткани. Авторы отмечают, что одним из значительных преимуществ этого метода является возможность точно контролировать локализацию дефекта за счёт варьирования места фиксации лигатуры. Например, при расположении её исключительно на вестибулярной (губной) поверхности зуба создается направленное воздействие на вестибулярную часть пародонта, что позволяет спровоцировать рецессию строго в данной зоне, без вовлечения язычной или межзубной области.

Такой избирательный подход особенно важен при разработке локализованных терапевтических методик, позволяющих оценить эффективность вмешательства в строго ограниченной анатомической области. Однако метод, несмотря на свою физиологическую обоснованность и относительную неинвазивность, сопряжён с определёнными техническими трудностями. В частности, надёжная фиксация лигатуры в полости рта лабораторного животного требует дополнительных стабилизирующих мероприятий. Для этого, как правило, применяют стеклоиономерные цементы, которые обеспечивают удержание лигатуры в заданной позиции на протяжении всего периода воздействия. Однако использование подобных материалов может затруднить повторное вмешательство, вызывать раздражение окружающих тканей или непреднамеренно изменять направление давления, что, в свою очередь, влияет на воспроизводимость результатов.

Таким образом, хотя методика, предложенная *Gasner N.S. и коллегами*, обладает потенциальной гибкостью и позволяет моделировать рецессию с высокой степенью пространственного контроля, её реализация требует строгого соблюдения протоколов фиксации и постоянного мониторинга положения используемых конструкций. Это делает её полезной, но технически более сложной в сравнении с методами, основанными на прямом хирургическом вмешательстве [17].

Выбор лабораторных животных также играет ключевую роль в моделировании рецессии десны. Согласно работе *Aragonese J. и др.* (2021), мини-свиньи

являются оптимальной моделью благодаря схожести их пародонтальной структуры с человеческой [4]. Их зубы и десны обладают подходящими размерами для выполнения хирургических манипуляций, а физиологические процессы регенерации тканей сопоставимы с процессами у людей. Тем не менее, содержание и уход за мини-свиньями требуют значительных финансовых затрат, что является ограничивающим фактором.

Работы на собаках, такие как исследование *Chitipothu M.D. и др.* (2022), также подтверждают их высокую ценность в качестве модели для изучения рецессий десны [12]. Однако исследователи отмечают сложности, связанные с безопасностью: собаки могут проявлять агрессивное поведение, что усложняет проведение экспериментов.

В контексте экспериментальных исследований, крысы, безусловно, представляют собой значительно более доступную и экономически выгодную модель для лабораторного содержания по сравнению с другими животными, что подробно обосновано в работе *Guvva S. и коллег* (2021) [18, 59]. Их повсеместное использование в доклинических исследованиях, особенно в стоматологии и пародонтологии, обусловлено быстрым репродуктивным циклом, компактными размерами и низкими затратами на содержание. Однако критическим ограничением данной модели выступают анатомические особенности грызунов: миниатюрные размеры зубных рядов, тонкая структура десневых тканей и ограниченная площадь операционного поля создают существенные технические сложности при проведении микрохирургических вмешательств или точных измерений, что неизбежно приводит к снижению воспроизводимости экспериментов и погрешностям в интерпретации данных.

Не менее важным аспектом, требующим тщательного анализа, остается вопрос валидности экстраполяции полученных результатов. Несмотря на выраженную экономическую эффективность использования крысиных моделей, их анатомо-физиологические отличия от человека — включая особенности строения периодонта, состав оральной микробиоты, различия в минерализации эмали и скорости репаративных процессов — формируют серьезные методологические ограничения. Как следствие, данные, полученные в ходе таких исследований, часто демонстрируют низкую прогностическую ценность при переходе к клиническим испытаниям, что подчеркивает необходимость осторожного подхода к интерпретации результатов и комбинирования с альтернативными методами исследований. Эти фундаментальные расхождения, затрагивающие как гистологическую организацию тканей, так и молекулярные механизмы патогенеза, существенно сужают область применения крысиных моделей в медицине, несмотря на их бесспорное удобство в эксплуатации.

Безусловно, современный научный ландшафт демонстрирует выраженный дисбаланс в изучении патологий пародонта, где подавляющее количество публикаций, включая метаанализы и

рандомизированные контролируемые испытания, фокусируется преимущественно на терапевтических стратегиях коррекции уже сформированных рецессий десны или анализе системных эффектов пародонтита как мультифакторного воспалительного состояния. Ярким примером служит масштабное исследование *Moraschini V. и соавторов* (2020), в котором проведен сравнительный анализ эффективности современных хирургических методик, таких как аутохонные соединительнотканые трансплантаты, аллогraftы, ксеногенные материалы и резорбируемые мембраны с направленной тканевой регенерацией [31]. Авторы не только подтвердили высокую предсказуемость лоскутных операций с применением биоматериалов, но и выделили ключевые факторы, влияющие на долгосрочную стабильность результатов, включая толщину кератинизированной десны и технику наложения швов [11].

Однако парадоксальным образом фундаментальный аспект создания воспроизводимых экспериментальных моделей рецессий, критически важный для доклинической оценки новых методов, остается периферийной темой в научной литературе. Пионерские работы, подобные исследованию *Vrontos S.D. и коллег* (2020), предложивших протокол контролируемой ишемии десневого края с использованием лигатурной техники и локального применения про-воспалительных цитокинов, подчеркивают не только методические сложности стандартизации (поддержание одинаковой глубины рецессии, учет вариабельности кровоснабжения), но и отсутствие консенсуса в выборе критериев оценки динамики процесса [56]. Этот дисбаланс отражает системную проблему экспериментальной пародонтологии: разработка терапевтических инноваций опережает создание унифицированных платформ для их объективного тестирования, что создает риски некорректной интерпретации данных в отсутствие контролируемых условий моделирования.

Указанные пробелы актуализируют необходимость междисциплинарных исследований, объединяющих методы тканевой инженерии (3D-биопечать десневых конструкторов с заданной архитектурой), цифровое моделирование биомеханических нагрузок и разработку генетически модифицированных животных линий с фенотипом, имитирующим прогрессирование рецессий у человека. Только такой интегративный подход позволит преодолеть существующие ограничения и создать методологическую базу для персонализированной профилактики и терапии деструктивных изменений пародонта, минимизируя разрыв между доклиническими и клиническими этапами исследований.

Необходимо подчеркнуть, что одним из крайне важных аспектов в области экспериментального моделирования рецессий десны является детальное и всестороннее изучение морфологических изменений, которые закономерно происходят в тканях пародонта в процессе создания данной патологии. В настоящее время в имеющейся научной литературе наблюдается существенный недостаток систематизированных данных, описывающих подобные морфологические трансформации, что, безусловно, значительно затрудняет обоснованный выбор наиболее

оптимального и адекватного метода для проведения экспериментальных исследований в этой области.

Таким образом, в настоящее время моделирование рецессии десны в условиях экспериментального исследования представляет собой весьма актуальную и значимую задачу, которая, безусловно, требует дальнейшей стандартизации применяемых подходов и активной разработки инновационных методологий. Принимая во внимание существующее разнообразие доступных экспериментальных методов и разработанных моделей рецессии десны, представляется крайне важным осуществлять их выбор, тщательно учитывая конкретные цели проводимого исследования, а также принимая во внимание аспекты экономической целесообразности и фактической доступности необходимых ресурсов. Разработка единых и унифицированных стандартов для процедур моделирования рецессий десны, несомненно, позволит существенно повысить уровень надежности результатов, получаемых в ходе доклинических исследований, и тем самым значительно ускорить процесс внедрения перспективных и инновационных терапевтических подходов в повседневную клиническую практику.

Выводы

В ходе настоящего исследования проведен анализ существующих доклинических моделей рецессии десны, позволяющих изучать механизмы ее формирования и разрабатывать эффективные методы лечения. Полученные результаты подтверждают, что рецессия десны является сложной патологией, требующей комплексного подхода к ее моделированию и лечению.

Доклинические исследования показали, что наиболее воспроизводимые модели рецессии десны создаются хирургическим путем, включая отделение слизисто-надкостничного лоскута, удаление альвеолярной кости и цемента корня. Эти методы позволяют контролировать глубину и ширину дефекта, что делает их наиболее подходящими для изучения современных методов регенерации тканей пародонта. Эксперименты на мини-свиньях и собаках подтвердили клиническую релевантность таких моделей.

Лигатурные методы моделирования рецессии, распространенные в экспериментах на крысах, позволяют изучать воспалительные процессы, предшествующие развитию рецессии, однако они не всегда обеспечивают стабильное воспроизведение морфологических изменений, характерных для данной патологии у человека. Комбинированные методики, включающие механическое иссечение тканей и наложение ретракционной нити, продемонстрировали большую эффективность в моделировании рецессии.

Таким образом, выбор экспериментальной модели зависит от целей исследования, вида лабораторных животных и требуемой степени воспроизведения патологического процесса. Хирургические методы остаются наиболее предпочтительными для изучения методов восстановления десневого края, тогда как лигатурные модели могут применяться для изучения воспалительных механизмов рецессии.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию доклинических моделей рецессии десны, а также на разработку и тестирование новых терапевтических стратегий, включая применение биологических материалов и клеточных технологий для регенерации тканей пародонта.

Вклад авторов: все авторы в равной мере принимали участие в написании статьи.

Конфликт интересов: конфликт интересов не заявлен.

Сведения о публикации: статья не была опубликована ранее в других журналах и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Финансирование публикации: данная работа не получала никакой финансовой поддержки.

Литература:

1. Лопатина Н.В., Хайбуллина Р.Р., Данилко К.В., Шангина О.Р., Тухватуллина Д.Н., Курбанова К.А. Разработка модели рецессии десны в эксперименте. Эндодонтия today. 2022. Т. 20, № 4. С. 323-327. DOI: 10.36377/1683-2981-2022-20-4-323-327.
2. Abdel-Fatah R, Saleh W. Efficacy of amniotic membrane with coronally advanced flap in the treatment of gingival recession: an updated systematic review and meta-analysis, (in eng), BMC Oral Health, vol. 24, no. 1, p. 133, Jan 25 2024, 10.1186/s12903-023-03825-y - PMC - PubMed
3. Aguirre-Zorzano L.A., García-De La Fuente A.M., Estefanía-Fresco R., Marichalar-Mendía X. Complications of harvesting a connective tissue graft from the palate. A retrospective study and description of a new technique. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 2017. Vol. 9, No. 12. pp. e1439–e1445.
4. Aragonese J., Suárez A., Rodríguez C., Aragonese J.M. Histomorphometric Comparison between Two Types of Acellular Dermal Matrix Grafts: A Mini Pig Animal Model Study. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, No. 8. P. 3881. – DOI: 10.3390/ijerph18083881.
5. Bhattacharya HS, Gummaluri SS, Rani A, Verma S, Bhattacharya P, Rayashetty G, Gurushanth S.M. Additional benefits of titanium platelet-rich fibrin (T-PRF) with a coronally advanced flap (CAF) for recession coverage: A case series, (in eng). Dent Med Probl. Apr-Jun 2023;60(2):279–85. 10.17219/dmp/141919. - PubMed
6. Burkhardt R., Hammerle C.H., Lang N.P. Research group on oral soft tissue biology & wound healing. Self-reported pain perception of patients after mucosal graft harvesting in the palatal area. Journal of Clinical Periodontology. 2015. Vol. 42, No. 3. pp. 281–287.
7. Chmitt C.M., Matta R.E., Moest T. et al., "Soft tissue volume alterations after connective tissue grafting at teeth: the subepithelial autologous connective tissue graft versus a porcine collagen matrix - a pre-clinical volumetric analysis," Journal of Clinical Periodontology, vol. 43, no. 7, pp. 609–617, 2016
8. Chambrone L., Tatakis D.N. Periodontal soft tissue root coverage procedures: a systematic review from the AAP Regeneration Workshop. J Periodontol. 2015. 86(2 Suppl):S8–51. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]

9. *Chambrone L., Chambrone L.A.* Gingival recessions caused by lip piercing: Case report. *J Can Dent Assoc.* – 2003. – Vol. 69. – Pp. 505–508;
10. *Chambrone L., Salinas Ortega M.A., Sukekava F., Rotundo R., Kalemaj Z., Buti J., Pini Prato G.P.* Root Coverage Procedures for Treating Localised and Multiple Recession-Type Defects. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018, 10, CD007116
11. *Chan H.L., Chun Y.H., MacEachern M., Oates T.W.* Does Gingival Recession Require Surgical Treatment? (in eng). *Dent Clin North Am.* Oct 2015;59(4):981–96. 10.1016/j.cden.2015.06.010. - PMC - PubMed
12. *Chitipothu M.D., Deepika Chowdary S., Chandrashekar P., Nartey N.O.* Animal Models of Relevance to Dentistry. *Open Access Library Journal.* 2022. Vol. 9. pp. 1–13. DOI: 10.4236/oalib.1108673.
13. *Cortellini P., Bissada N.F.* Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018 Jun;89 Suppl 1:S204-S213. doi: 10.1002/JPER.16-0671. PMID: 29926948
14. *de Molon R.S., Mascarenhas V.I., de Avila E.D., Finoti L.S., Toffoli G.B., Spolidorio D.M., Scarel-Caminaga R.M., Tetradis S., Cirelli J.A.* Long-term evaluation of oral gavage with periodontopathogens or ligature induction of experimental periodontal disease in mice. *Clin Oral Investig.* 2016. Vol.20, No.6. pp. 1203–1216. – DOI: 10.1007/s00784-015-1607-0.
15. *Fragkioudakis I., Tassou D., Sideri M., Vouros I.* Prevalence and clinical characteristics of gingival recession in Greek young adults: A cross-sectional study. *Clin. Experimental Dent. Res.* 2021.p. 1–7
16. *Gao Y., Wang S., Shi B., Wang Y., Chen Y., Wang X., Lee E.-S., Jiang H.-B.* Advances in modification methods based on biodegradable membranes in guided bone/tissue regeneration: A review. *Polymers.* 2022;14:871. doi:10.3390/polym14050871
17. *Gasner N.S., Schure R.S.* Periodontal Disease. In: *StatPearls [Internet].* – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554590/>. [Updated 2023 Apr 10].
18. *Guvva S., Patil M.B., Mehta D.S.* Rat as laboratory animal model in periodontology. *International Journal of Oral Health Sciences.* 2017. Vol. 7, No. 2. pp. 68–75. DOI: 10.4103/ijohs.ijohs_47_17.
19. *Halim F.C., Sulijaya B.* Allogenic Acellular Dermal Matrix and Xenogeneic Dermal Matrix as Connective Tissue Graft Substitutes for Long-Term Stability Gingival Recession Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Dent.* 2024 May;18(2):430-440. doi: 10.1055/s-0043-1772778. Epub 2023 Oct 17. PMID: 37848072; PMCID: PMC11132762.
20. *Imber J.C., Kasaj A.* Treatment of Gingival Recession: When and How? *Int Dent J.* 2021. Jun; 71(3):178-187. DOI: 10.1111/idj.12617.
21. *Imber J.C., Kasaj A.* Treatment of Gingival Recession: When and How? *Int Dent J.* 2021. 71(3):178–187. <https://doi.org/10.1111/idj.12617>
22. *Jati A.S., Furquim L.Z., Consolaro A.* Gingival recession: its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2016. Jun; 21(3):18-29. DOI: 10.1590/2177-6709.21.3.018-029.oin.
23. *Kasaj A.* Etiology and Prevalence of Gingival Recession. In: *Kasaj, A. (eds) Gingival Recession Management.* Springer, Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70719-8_3
24. *Kavitha J., Navarasu M., Srikanth V.* Treatment of gingival recession using coronally advanced flap-case reports. *Int J Dental Sci Res* 2014. 2(1):1–4. <https://doi.org/10.12691/ijdsr-2- 1-1>
25. *Lahham C., Ta'a M.A.* Clinical comparison between different surgical techniques used to manage advanced gingival recession (Miller's class III & IV). *Heliyon.* 2022. Aug 12; 8(8):e10132. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e10132.
26. *Löe H., Anerud A., Boysen H.* The natural history of periodontal disease in man: Prevalence, severity, and extent of gingival recession. *J Periodontol.* 1992. Vol. 63. Pp. 489–495.
27. *Mamedov Ad.A., Harke V.V., Sedel'nikova V.V.* Planning orthodontic treatment for patients with thin periodontal biotype. *Russian dentistry.Russian Journal of Stomatology.* 2016. 9(1):74-75.
28. *Mascardo K.C., Tomack J., Chen C.Y., Mancini L., Kim D.M., Friedland B., Barootchi S., Tavelli L.* Risk indicators for gingival recession in the esthetic zone: A cross-sectional clinical, tomographic, and ultrasonographic study. *J Periodontol.* 2024 Jan 9. doi: 10.1002/JPER.23-0357. Epub ahead of print. PMID: 38196327
29. *Mathur A., Jain M., Jain K., Samar M., Goutham B., Swamy P.D., et al.* Gingival recession in school kids aged 10-15 years in Udaipur, India. *J Indian Soc Periodontol.* 2009. Vol. 13. pp. 16–20.
30. *Miguel M.M.V., Ferraz L.F.F., Rossato A., Cintra T.M.F., Mathias-Santamaria I.F., Santamaria M.P.* Comparison between connective tissue graft and xenogeneic acellular dermal matrix to treat single gingival recession: A data reanalysis of randomized clinical trials. *J Esthet Restor Dent.* 2022 Dec;34(8):1156-1165. doi: 10.1111/jerd.12936. Epub 2022 Jun 7. PMID: 35670134.
31. *Moraschini V., Calasans-Maia M.D., Dias A.T., De Carvalho Formiga M., Sartoretto S.C., Sculean A., Shibli J.A.* Effectiveness of connective tissue graft substitutes for the treatment of gingival recessions compared with coronally advanced flap: a network meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2020. Vol.24, no.10. P. 3395-3406. DOI: 10.1007/s00784-020-03547-3.
32. *Mustafa H., Cheng C.H., Radzi R., Fong L.S., Mustapha N.M., Dyary H.O.* Induction of periodontal disease via retentive ligature, lipopolysaccharide injection, and their combination in a rat model. *Pol J Vet Sci.* 2021. Vol. 24, no. 3. P. 365-373. DOI: 10.24425/pjvs.2021.138727.
33. *Mythri S., Arunkumar S. M., Hegde S., Rajesh S. K., Munaz M., Ashwin D.* Etiology and occurrence of gingival recession - An epidemiological study. *J Indian Soc Periodontol.* 2015. Vol. 19, no. 6. P. 671-675. DOI: 10.4103/0972-124X.156881.
34. *Meza-Mauricio J, Cortez-Gianezzi J, Duarte PM, Tavelli L, Rasperini G, de Faveri M.* Comparison between a xenogeneic dermal matrix and connective tissue graft for the treatment of multiple adjacent gingival recessions: a

- randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2021 Dec. 25(12):6919-6929. doi: 10.1007/s00784-021-03982-w. Epub 2021 May 21. PMID: 34021404.
- Nadal L., Nassar P.O., Bin L.R., Rothen S.K., Silva E.O., Nassar C.A. Comparison Between the Use of Advanced Platelet-Rich Fibrin (A-PRF) and Connective Tissue Graft In the Treatment of Cairo Type 1 Gingival Recession Associated with the Coronally Advanced Flap. *Current Research in Dentistry* 2024. 15(1), 8-15. <https://doi.org/10.3844/crdsp.2024.8.15>
35. Narayan S., Kaarthikeyan G. Three-Dimensional Collagen Membranes Challenging the Gold Standard in Gingival Recession, (in eng), *Contemp Clin Dent.* Jan-Mar. 2023. 14(1):79–80. 10.4103/ccd.ccd_327_21. - PMC - PubMed
36. Nuñez J., Caffesse R., Vignoletti F., Guerra F., San Roman F., Sanz M. Clinical and histological evaluation of an acellular dermal matrix allograft in combination with the coronally advanced flap in the treatment of Miller class I recession defects: an experimental study in the mini-pig. *J Clin Periodontol.* 2009. Vol. 36. P. 523-531.
37. Rasperini G., Acunzo R., Cannalire P., Farronato G. Influence of Periodontal Biotype on Root Surface Exposure during Orthodontic Treatment: A Preliminary Study. *Int. J. Periodontics Restor. Dent.* 2015, 35, 665–675.
38. Romandini M., Soldini M.C., Montero E., Sanz M. Epidemiology of mid-buccal gingival recessions in NHANES according to the 2018 World Workshop Classification System. *J. Clin. Periodontol.* 2020. 47, 1180–1190
39. Saleh W., Abdelhaleem M., Elmeadawy S. Assessing the effectiveness of advanced platelet rich fibrin in treating gingival recession: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2024 Nov 19;24(1):1400. doi: 10.1186/s12903-024-05115-7. PMID: 39563291; PMCID: PMC11575048.
40. Sculean A., Mihatovic I., Shirakata Y., Bosshardt D. D., Schwarz F., Iglhaut G. Healing of localized gingival recessions treated with coronally advanced flap alone or combined with either a resorbable collagen matrix or subepithelial connective tissue graft. A preclinical study. *Clin Oral Investig.* 2015. Vol. 19, no. 4. P. 903-909. DOI: 10.1007/s00784-014-1299-x.
41. Silva E.O., Nadal L., Rothen S.K., Nassar C.A. Research, Advanced Platelet-Rich Fibrin (A-PRF) Associated with the Tunneling Technique in the Treatment of Cairo Type 1 Gingival Recessions: Randomized and Blinded Clinical Study, vol. 35, no. 22, pp. 301–315, 2023.
42. Starzyńska A., Kaczoruk-Wieremczuk M., Lopez M.A., Passarelli P.C., Adamska P. The Growth Factors in Advanced Platelet-Rich Fibrin (A-PRF) Reduce Postoperative Complications after Mandibular Third Molar Odontectomy, (in eng). *Int J Environ Res Public Health.* Dec 18 2021. 18(24). 10.3390/ijerph182413343. - PMC - PubMed
43. Snyder D.L., Sullivan N., Schoelles K.M. Skin substitutes for treating chronic wounds. *Technology Assessment Report.* – ECRI Institute Evidence-based Practice Center, 2012.
44. Stähli A., Párkányi L., Aroca S., Stavropoulos A., Schwarz F., Sculean A., Bosshardt D.D. The effect of connective tissue graft or a collagen matrix on epithelial differentiation around teeth and implants: a preclinical study in minipigs. *Clin Oral Investig.* 2023. Vol. 27, no. 8. P. 4553-4566. DOI: 10.1007/s00784-023-05080-5.
45. Suárez-Lopéz Del Amo F., Rodríguez J.C., Asa'ad F., Wang H.L. Comparison of two soft tissue substitutes for the treatment of gingival recession defects: an animal histological study. *J Appl Oral Sci.* 2019. Vol. 27. P. e20180584. DOI: 10.1590/1678-7757-2018-0584.
46. Tadepalli A., Chekurthi S., Kavassery Balasubramanian S., Parthasarathy H., Ponnaiyan D. Comparative Evaluation of Clinical Efficacy of Leukocyte-Rich Platelet-Rich Fibrin with Advanced Platelet-Rich Fibrin in Management of Gingival Recession Defects: A Randomized Controlled Trial, (in eng), *Med Princ Pract.* vol. 31, no. 4, pp. 376–383, 2022, 10.1159/000525560 - PMC - PubMed
47. Tatakis D.N., Chambrone L., Allen E.P., Langer B., Mcguire M.K., Richardson C.R. Periodontal soft tissue root coverage procedures: a consensus report from the AAP Regeneration Workshop. *J Periodontol.* 2015. Vol. 86(2Suppl). P. S52-55.
48. Teixeira D.N.R., Zeola L.F., Machado A.C., Gomes R.R., Souza P.G., Mendes D.C., Soares P.V. Relationship between noncarious cervical lesions, cervical dentin hypersensitivity, gingival recession, and associated risk factors: A cross-sectional study. *J Dent.* 2018 Sep. 76:93-97. doi: 10.1016/j.jdent.2018.06.017. Epub 2018 Jun 22. PMID: 29940290.
49. Thamaraiselvan M., Elavarasu S., Thangakumaran S., Gadagi J.S., Arthie T. Comparative clinical evaluation of coronally advanced flap with or without platelet rich fibrin membrane in the treatment of isolated gingival recession. *J Indian Soc Periodontol.* 2015. 19(1):66–71. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.145790>
50. Thoma D.S., Zeltner M., Hilbe M., Hammerle C. H., Husler J., Jung R.E. Randomized controlled clinical study evaluating effectiveness and safety of a volume-stable collagen matrix compared to autogenous connective tissue grafts for soft tissue augmentation at implant sites. *Journal of Clinical Periodontology.* 2016. 43, 874–885. <https://doi.org/10.1111/jcpe.2016.43.issue-10>
51. Tonetti M.S., Cortellini P., Pellegrini G. et al. Xenogenic collagen matrix or autologous connective tissue graft as adjunct to coronally advanced flaps for coverage of multiple adjacent gingival recession: Randomized trial assessing non-inferiority in root coverage and superiority in oral health-related quality of life. *J Clin Periodontol.* 2018. 45:78–88. <https://doi.org/10.1111/jcpe.1283>
52. Vignoletti F., Nuñez J., Discepoli N., De Sanctis F., Caffesse R., Muñoz F., Lopez M., Sanz M. Clinical and histological healing of a new collagen matrix in combination with the coronally advanced flap for the treatment of Miller class-I recession defects: an experimental study in the minipig. *J Clin Periodontol.* 2011. Vol. 38, no. 9. P. 847-855. – DOI: 10.1111/j.1600-051X.2011.01767.x.
53. Vignoletti F., Di Martino M., Clementini M., Di Domenico G.L., de Sanctis M. Prevalence and risk indicators of gingival recessions in an Italian school of dentistry and dental hygiene: a cross-sectional study. *Clin. Oral Invest.* 2020. 24, 991–1000.
54. Vikender S.Y., Bhumika G., Kanika M., et al., Global prevalence of gingival recession: A systematic

review and meta-analysis. *Oral Dis.* 2023 Nov; 29(8):2993-3002

55. *Vrontos S.D., Galakis J., Vrontos I.D.* Modeling and predicting U.S. recessions using machine learning techniques. *International Journal of Forecasting.* 2021. Vol. 37, no.2. pp. 647-671. ISSN 0169-2070. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2020.08.005.

56. *Zawawi K.H., Al-Zahrani M.S.* Gingival biotype in relation to incisors' inclination and position. *Saudi Med J.* 2014. 35:1378–1383

57. *Zeltner M., Jung R.E., Hammerle C.H., Husler J., Thoma D.S.* Randomized controlled clinical study comparing a volume- stable colla gen matrix to autogenous

connective tissue grafts for soft tissue augmentation at implant sites: Linear volumetric soft tissue changes up to 3 months. *Journal of Clinical Periodontology,* 2017. 44, 446–453. <https://doi.org/10.1111/jcpe.2017.44.issue-4>

58. *Zolocinska A., Siennicka K., Debski T., Gut G., Mazur S., Gajewska M., Kaminski A., Pojda Z.* Comparison of mouse, rat and rabbit models for adipose-derived stem cells (ASC) research. *Current Research in Translational Medicine.* 2020. Vol. 68, no. 4. pp. 205-210. – ISSN 2452-3186. DOI: 10.1016/j.retram.2020.07.001.

59. *Zucchelli G., De Sanctis M.* Modified two-stage procedures for the treatment of gingival recession. *Eur J Esthet Dent.* 2013. Vol. 8, no. 1. P. 24-42.

Сведения об авторах:

Тулетаева Светлана Тулеуовна – к.м.н., профессор школы стоматологии, НАО Карагандинский Медицинский Университет, г.Караганда, Республика Казахстан. e-mail: tuleutaeva@qmu.kz, Тел.: +7 778 421 3870, <https://orcid.org/0000-0003-1026-175X>;

Понамарева Ольга Анатольевна – к.м.н., ассоциированный профессор кафедры биологической химии, НАО Карагандинский Медицинский Университет, г.Караганда, Республика Казахстан. e-mail: ponamareva@qmu.kz, Тел.: +7 701 771 4620, <https://orcid.org/0000-0002-0222-5794>;

Аширбекова Жадыра Жанамаевна – PhD докторант, школы стоматологии, НАО Карагандинский Медицинский Университет, г.Караганда, Республика Казахстан. e-mail: Жадыра Аширбекова zhadyra_ashirbekova93@mail.ru, Тел.: +7 775 667 9350, <https://orcid.org/0000-0002-6303-7869>;

Гранько Светлана Антоновна – доцент кафедры терапевтической стоматологии, Белорусская Медицинская Академия Последипломного Образования, г. Минск, Республика Беларусь. e-mail: svetlana.granko@gmail.com, Тел.: +375 29 178-08-74, <https://orcid.org/0009-0004-6964-1655>;

Энапия Бауржан Бегалиұлы – старший ординатор, Сектора опухолей кожи и мягких тканей, реконструктивной хирургии, ТОО Национальный Научный Онкологический Центр, г. Астана, Республика Казахстан. e-mail: alaydo@mail.ru, Тел.: 8 707 226 2728, <https://orcid.org/0000-0003-2311-7861>;

Манатова Альмира Манатқызы - PhD, главный специалист отдела науки, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан. Тел.: 8 702 880 20 22, e-mail: m.almira@cancercenter.kz, <https://orcid.org/0009-0007-6460-5606>

Автор-корреспондент:

Манатова Альмира Манатқызы - PhD, главный специалист отдела науки, ТОО «Национальный научный онкологический центр», г. Астана, Республика Казахстан.

Почтовый адрес: Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Керей и Жанибек хандар 3.

E-mail: m.almira@cancercenter.kz

Телефон: 8 702 880 20 22