



Экспериментальная модель баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы

Э.К. Ахинян¹, С.А. Епифанов^{1*}, О.З. Топольницкий², К.Г. Апостолиди¹, Ю.Д. Миронюк¹

¹Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

²Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. В статье рассматриваются особенности баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы.

Материалы и методы. В эксперименте использовались физиодиспенсер, турбинный наконечник, дисковые фрезы, брюшистый скальпель, кровоостанавливающий зажим, анатомический пинцет, биodeградируемая нить, баллонный тампон, аппарат лазерной доплеровской флуометрии ЛАКК-М.

Результаты. В результате эксперимента отработана методика нанесения хирургической травмы передней стенки верхнечелюстной пазухи, установка баллонного катетера в пазуху через носовые ходы. Оценена возможность изучения микроциркуляции в верхнечелюстной пазухе. Проведены макро- и микроскопические исследования комплекса тканей верхнечелюстных пазух кроликов ($n = 3$) массой 3200 ± 600 г в местах контакта баллона с зоной хирургической травмы.

Заключение. Полученные данные подтверждают целесообразность использования кролика массой 3200 ± 600 г в качестве модели для изучения влияния баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы. Результаты исследования актуальны для челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии.

Ключевые слова: кролик, верхнечелюстная пазуха, околоносовые пазухи, экспериментальная модель, травма, баллонирование

Для цитирования: Ахинян ЭК, Епифанов СА, Топольницкий ОЗ, Апостолиди КГ, Миронюк ЮД. Экспериментальная модель баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025; 25(2):130-136. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-885

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Епифанов Сергей Александрович, кафедра челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, 105203, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: cmfsg@yandex.ru

Конфликт интересов: Топольницкий О. З. является заместителем главного редактора журнала «Стоматология детского возраста и профилактика», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Благодарности: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

An experimental model of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma

E.K. Akhinyan¹, S.A. Epifanov^{1*}, O.Z. Topolnitsky², K.G. Apostolidi¹, Yu.D. Mironyuk¹

¹National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

²Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. This study explores the characteristics of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma.

Materials and methods. The experimental setup included a physiodispenser, turbine handpiece, disc burs, bellied scalpel, hemostatic clamp, anatomical forceps, biodegradable suture, balloon tampon, and the LAKK-M laser Doppler flowmetry system.

Results. inducing surgical trauma to the anterior wall of the maxillary sinus and inserting a balloon catheter into the sinus via the nasal passage. The feasibility of investigating microcirculation in the maxillary sinus was assessed.

Macro- and microscopic examinations were performed on the maxillary sinus tissue complex of three rabbits (mean body weight: 3200 ± 600 g) at the sites of balloon contact with the surgically injured area.

Conclusion. The findings confirm that rabbits with a mean body weight of 3200 ± 600 g are a suitable model for studying the effects of maxillary sinus ballooning following surgical trauma. These results are of relevance to both maxillofacial surgery and otorhinolaryngology.

Keywords: rabbit, maxillary sinus, paranasal sinuses, experimental model, trauma, ballooning

For citation: Akhinyan EK, Epifanov SA, Topolnitsky OZ, Apostolidi KG, Mironyuk Yu.D. An experimental model of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025; 25(2):130-136. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-885

***Corresponding author:** Sergey A. Epifanov, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, 70 Nizhnyaya Pervomaiskaya Str., Moscow, Russian Federation, 105203. For correspondence: cmfsg@yandex.ru

Conflict of interests: O. Z. Topolnitsky, the Deputy Editor-in-Chief of the journal *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*, was not involved in the decision to publish this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest.

Acknowledgments: The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

ВВЕДЕНИЕ

Травмы околоносовых пазух, в том числе верхнечелюстной, нередко сопровождаются повреждением ее стенок, включая нижнюю стенку глазницы, и требуют комплексного хирургического лечения. Одним из направлений в челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии является баллонирование, позволяющее одновременно обеспечить надежные гемостаз, фиксацию костных фрагментов и условия для заживления. В связи с недостаточными данными об эффективности методики, изложенной в доступной литературе, возникает необходимость в разработке воспроизводимой экспериментальной модели хирургической травмы и последующего баллонирования верхнечелюстной пазухи. Настоящее исследование направлено на создание такой модели на кроликах для изучения морфологических особенностей заживления поврежденных тканей в условиях локального давления, создаваемого баллонным тампоном.

Цель исследования: экспериментально обосновать возможность использования кролика в качестве модели для изучения баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Кролики $n = 3$, массой 3200 ± 600 г.
2. Физиодиспенсер, турбинный наконечник, дисковые фрезы, брюшистый скальпель, кровоостанавливающий зажим, анатомический пинцет, биодеградируемая нить, баллонный тампон, аппарат лазерной доплеровской флуометрии «ЛАКК-М».
3. Хирургические вмешательства в объеме: моделирование хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиция костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установка баллонного тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации.

4. База для проведения экспериментов на животных – виварий ФГБОУ ВО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. Контроль за выполнением эксперимента осуществляла Служба обеспечения качества Академии.

5. Заседание этического комитета. Выписка из протокола заседания №08 от 31 октября 2017 года, ФГБУ «НМХЦ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России.

6. Все макропрепараты были фиксированы в 10% растворе нейтрального формалина. Для изготовления микропрепаратов применялась стандартная гистологическая техника с окраской срезов гематоксилином и эозином, а также по методу Ван Гизона с использованием пирюфуксиновой смеси с дополнительной окраской железнокислым гематоксилином.

Исходные данные, документация, связанные с данным испытанием материалы, а также копии протоколов были заархивированы и хранятся в архиве ФГБОУ ВО «Смоленской государственной медицинской академии» Минздрава России, что обеспечивает их доступность для последующего анализа и возможной верификации. Исследования и эксперименты, затрагивающие животных, были выполнены в строгом соответствии с основополагающими принципами гуманного обращения с живыми существами, опираясь на международные этические стандарты и нормативные предписания. Подобный подход не только соответствует современным требованиям биоэтики, но и отражает стремление научного сообщества к ответственному и осознанному взаимодействию с окружающим миром.

Нормативные документы:

1. ГОСТ Р ИСО 10993.6-09 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследование местного действия после имплантации».

2. Санитарные правила №1045-73 по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник.

3. Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных [1].

4. Правила лабораторной практики в Российской Федерации (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 708 н от 23.08.2010).

5. Требования Международного комитета по науке по использованию в экспериментальных исследованиях лабораторных животных.

В исследовании *in vivo* использовали трех клинически здоровых самцов кроликов (масса 3200 ± 600 г). Хирургическое вмешательство в объеме моделирования хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиция костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установка баллонного тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации проводилось под общей анестезией [1]. Методика соответствовала нормам гуманного обращения с животными и позволяла провести вмешательство с высокой точностью. Такой подход обеспечивал надежное обезболивание и глубокий наркоз, создавая необходимые условия для манипуляций. Особое внимание уделялось контролю физиологических показателей животных во время оперативного вмешательства. Примечательно, что в ходе хирургических процедур кролики сохраняли способность к самостоятельному дыханию, что устраняло необходимость в использовании аппаратов искусственной вентиляции легких. Это не только снижало риск возможных осложнений, но и способствовало сокращению периода восстановления после наркоза.

Вывод из эксперимента проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 33215-2014, п. 6.11, с последующей аутопсией, включавшей макроскопическое изучение полости верхнечелюстного синуса. Для детального анализа была выполнено гистологическое исследование комплекса тканей верхнечелюстного синуса в месте хирургической травмы и баллонирования, что позволило оценить морфологические изменения тканей и их реакцию на экспериментальное воздействие. Выведение из эксперимента: кролик №1 – выведение на 5 сутки; кролик №2 – выведение на 10 сутки; кролик №3 – выведение на 21 сутки.

На протяжении всего исследования строго соблюдались принципы гуманного обращения с подопытными животными, что подчеркивает высокую степень ответственности исследователей и соответствие их работы этическим требованиям современной науки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед проведением хирургического вмешательства в объеме моделирования хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиции костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установки баллонного

тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации кроликам устанавливали периферические венозные катетеры для премедикации и мониторинга параметров гемодинамики. Под внутривенной анестезией Sol. Tiletamini hydrochloridi и Sol. Zolazepamii hydrochloridi в дозировке 10 мг/кг проведены укладка животного на операционном столе и обработка операционного поля кожным антисептиком Cutasept F. Брюшным скальпелем №23 выполнен П-образный разрез по носолобной линии в проекции левой верхнечелюстной пазухи длиной 3 см. Послойно рассечены мягкие ткани, скелетирована передняя стенка верхнечелюстной пазухи. Дисковой фрезой нанесены костные пропилы, имитирующие травматические повреждения, рассечены костные и мягкотканые структуры верхнечелюстной пазухи прямоугольной формы размерами 15 x 8 мм. С целью исследования анатомических и гистологических структур верхнечелюстных пазух кролика выполнен забор фрагмента визуально неизменной слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи 5 x 5 мм. Материал отправлен на гистологическое исследование. С целью моделирования тампонады пазухи под визуальным контролем наложено соустье с носовым ходом. Введен датчик лазерной доплеровской флоуметрии «ЛАКК-М» для измерения состояния кровоснабжения слизистой пазухи. Измерения проводили в течение 5 минут в трех точках. Все показатели имели положительные величины (средняя величина потока перфузии крови, дыхательные волны, пульсовая волна сердечного цикла, волны нейrogenного и миогенного тонуса), что подтверждает возможность применения методики в эксперименте с баллонированием верхнечелюстной пазухи. В полости верхнечелюстной пазухи для создания опоры фрагментированным костным структурам, а также с целью дополнительного гемостаза наложен баллонный тампон, наполненный стерильным физиологическим раствором. Смещенный костный отломок репонирован и фиксирован. При повторной компрессии на переднюю стенку верхнечелюстной пазухи смещения не происходило, что свидетельствует о стабильности тампонады. Далее удалена приводящая трубка баллона. Рана ушита послойно биодegradуемой нитью. Гемостаз по ходу операции.

Второй частью нашего исследования было удаление баллонного катетера из полости верхнечелюстной пазухи с последующей регистрацией состояния периферического кровообращения с помощью лазерной доплеровской флоуметрии и аппарата «ЛАКК-М». Премедикация, наркоз, расходный материал, мониторинг жизненно важных функций проводились аналогично первому этапу. Баллонный тампон удаляли через средний носовой ход, предварительно эвакуировав жидкость. Затем, вводя контактный датчик для измерения состояния периферического кровотока через ранее сформированное соустье, оценивали состояние периферического кро-



Рис. 1. Препарирование мягких тканей для создания доступа к верхнечелюстной пазухе

Fig. 1. Dissection of soft tissues to expose the maxillary sinus



Рис. 2. Дисковой фрезой наносятся костные пропилы (3/4 толщины костной ткани), имитирующие травматические повреждения

Fig. 2. Bone cuts (to 3/4 of bone thickness) made using a disc bur to simulate traumatic injury



Рис. 3. Формирование соустья с носовым ходом с использованием пуговчатого проводника:

А) околоносовая пазуха;
Б) пуговчатый проводник, заведенный через носовой ход в околоносовую пазуху (указано стрелкой)

Fig. 3. Creation of an opening into the nasal passage using a button probe:

А) paranasal sinus;
Б) button probe inserted into the paranasal sinus through the nasal passage (indicated by arrow)



Рис. 4. Макропрепарат – срез, проходящий через среднюю треть носового хода кролика:

А) околоносовая пазуха;
Б) перегородка носа

Fig. 4. Macroscopic specimen – section through the middle third of the rabbit's nasal passage:

А) paranasal sinus; Б) nasal septum

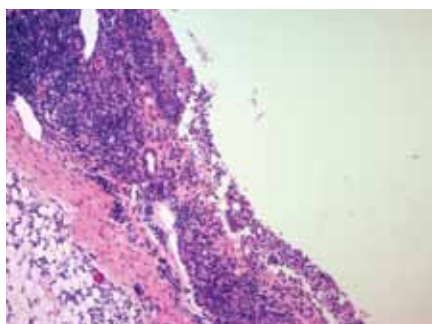


Рис. 5. Гистологическая картина микропрепарата слизистой оболочки

верхнечелюстной пазухи

Fig. 5. Histological section of the maxillary sinus mucosa

вотока аналогично первой части. Измерения также проводились в течение 5 минут в трех точках и оценивались те же параметры микроциркуляции. Все показатели имели положительные величины (средняя величина потока перфузии крови, дыхательные волны, пульсовая волна сердечного цикла, волны нейrogenного и миогенного тонуса), что подтверждает возможность применения методики в эксперименте с баллонированием верхнечелюстной пазухи.

По данным специализированной литературы, а также полученных и изученных нами макропрепаратов животного, мы можем отметить, что у кролика из всей совокупности черепных костей сохраняются лишь верхнечелюстные, тогда как лобные и клиноносовые элементы претерпевают выраженную редукцию, что является характерной анатомической особенностью данного вида. Этот процесс обуславливает определенные изменения в строении черепа, оказывая влияние на формирование воздухоносных полостей. Наибольшей по размеру среди них является верхнечелюстная пазуха (sinus maxillaris), которая представляет собой обширную полость, что актуаль-

но для цели нашего эксперимента. Примечательно, что медиальная часть верхнечелюстной пазухи, располагаясь в проекции пятого и шестого коренных зубов, соединяется с полостью среднего носового хода посредством достаточно широкого носочелюстного прохода, обеспечивающего вентиляцию и взаимодействие с другими воздухоносными пространствами и может быть использовано для введения баллона через носовой ход в sinus. Вентральная ее часть граничит с небной пазухой, тогда как дорсокаудальный отдел контактирует с полостью слезной кости и отчасти контактирует с глазницей, что также актуально для изучения травм этой зоны [2-6]. Основным источником кровоснабжения головы кролика является общая сонная артерия, которая на уровне атлanto-затылочного сустава разделяется на наружную и внутреннюю. Наружная сонная артерия у кролика продолжает ход общей сонной артерии и отличается сравнительно прямолинейным направлением, имея лишь незначительный изгиб. В процессе своего разветвления она последовательно отдает ряд сосудистых ответвлений, среди кото-

рых можно выделить затылочную, язычную, лицевую, каудальную ушную, поверхностную височную и верхнечелюстную артерии. Последняя, являясь ее непосредственным продолжением, играет ключевую роль в кровоснабжении верхнечелюстных пазух, что подчеркивает ее анатомическое и функциональное значение для изучения процессов баллонирования в зоне хирургической травмы в эксперименте [4-6].

По данным гистологического исследования, структура слизистой оболочки полости носа кролика характеризуется сложной организацией и выраженной специализацией клеточных элементов. Установлено, что ее поверхность выстлана многослойным призматическим мерцательным эпителием, высота которого варьируется в пределах 10–50 мкм. Этот эпителиальный слой представлен двумя основными типами клеток: базальными, выполняющими функцию регенерации и поддержания эпителиального пласта, и мерцательными, на поверхности которых располагаются подвижные реснички, обеспечивающие транспорт слизи и очищение дыхательных путей от частиц пыли и микроорганизмов. Эпителиальный слой опирается на прочную базальную мембрану, плавно переходящую в рыхлую соединительную ткань, формирующую собственный слой слизистой оболочки. В этой ткани находятся многочисленные железы, представленные преимущественно слизистыми альвеолярными и альвеолярно-трубчатыми концевыми отделами. Последние отличаются более крупными клетками и светлой цитоплазмой, что подчеркивает их гистологическую специфику [7, 8].

Функциональное состояние желез слизистой зависит от фазы секреторного цикла: в норме большинство клеток активно синтезирует и накапливает секрет, что выражается в просветлении цитоплазмы и появлении оксифильных гранул в перинуклеарной зоне. Несмотря на общую организацию слизистой оболочки в разных отделах носовой полости, ее толщина и насыщенность железистыми структурами варьируют. Наиболее тонкий слой наблюдается в верхнечелюстной пазухе и дыхательном отделе носа, что, вероятно, обусловлено особенностями их функциональной нагрузки. Таким образом, морфологическая картина слизистой оболочки верхнечелюстного синуса кролика богата секреторными элементами, что подчеркивает актуальность изучения влияния баллонной тампонады на ее состояние [7-10].

Главной задачей исследования было изучение возможности определения реакции окружающих тканей в зоне повреждения, динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи с оценкой микроциркуляции в ответ на тампонаду пазухи в динамике, а также влияние баллонирования на процесс регенерации костных структур пазухи после хирургической травмы, в связи с чем выведение из эксперимента осуществлялось на 5, 10 и 21 сутки.

Кролик №1 (выведение на 5 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое по-

ложение и оставались зафиксированными баллонным тампоном. Отмечались признаки первичной фиброзной стабилизации костных фрагментов, что свидетельствует о начавшемся процессе заживления. Послеоперационных кровотечений не наблюдалось, что также свидетельствует о его эффективной гемостатической функции. Это указывает на надежное прижатие мягких тканей и сосудов, что способствует остановке кровотечения и предотвращает развитие гематом.

Исследование периферического кровотока определяли сразу после удаления баллонного тампона из верхнечелюстной пазухи. После сбора и анализа данных получены следующие результаты. На 5 сутки отмечалось значительное снижение кровенаполнения и нарушение оттока крови с нарушением микроциркуляции в тканях слизистой оболочки. Можно предположить, что это защитно-компенсаторный процесс после оперативного вмешательства, однако уровень нарушения не составляет ишемии тканей.

Кролик №2 (выведение на 10 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое положение и оставались зафиксированными баллонным тампоном, признаков воспаления нет. Отмечались признаки фиброзной стабилизации костных фрагментов, что свидетельствует о процессе заживления. Отмечается улучшение оттока крови и увеличении притока.

Кролик №3 (выведение на 21 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое положение и оставались зафиксированными баллонным тампоном, признаков воспаления нет. Отмечались признаки фиброзной стабилизации костных фрагментов, образованием кальцификатов, что свидетельствует о процессе восстановления. Отмечается отчетливое улучшение микроциркуляции, восстановлении тонуса и эластичности кровеносных сосудов.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Анатомическое строение верхнечелюстных пазух кролика позволяет выполнить экспериментальную травму комплекса тканей пазухи и ее баллонирование через носовой ход.

2. Макро- и микроскопическое изучение комплекса тканей верхнечелюстной пазухи после нанесения экспериментальной хирургической травмы и ее тампонады позволяют оценить реакцию тканей на баллонирование в сроки на 5, 10 и 21 сутки.

3. Изучение динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи с оценкой микроциркуляции в ответ на баллонирование в динамике позволяет оценить зоны ишемии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, учитывая анатомическое строение верхнечелюстных пазух кролика, разработана

методика нанесения хирургической травмы комплекса тканей синуса и последующее баллонирование пазухи. Экспериментально продемонстрирована возможность изучения микроциркуляции, макро- и микроизменений в структурах тканей синуса в ответ

на баллонную тампонаду. Использование кролика в качестве модели для изучения влияния баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы может быть применено в расширенном исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпов ОЭ, Епифанов СА, Балин ВН, Апостолиди КГ. Хирургическое лечение больных с травмой назоорбитоэтмоидального комплекса в условиях гибридной операционной. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2014; 9(2):48-52. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=272854182>
2. Пискунов СЗ, Пискунов ИС, Мезенцева ОЮ, Абраменко МА, Левченко АС, Пономарева М.Н. Анатомические и морфологические особенности носа и околоносовых пазух кролика. *Российская ринология*. 2015;23(3):36-41. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25440093>
3. Шустова ВМ. Анатомия скелета головы кролика. *Теоретические и прикладные основы ветеринарной науки*. 2024;384-386. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67919492&selid=67919625>
4. McGoldrick P, Joyce PI, Fisher EM, Greensmith L. Rodent models of amyotrophic lateral sclerosis. *Biochim Biophys Acta*. 2013;1832(9):1421-1436. doi: 10.1016/j.bbadis.2013.03.012
5. Mapara M, Thomas BS, Bhat KM. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960

- han). 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960
6. Schanaider A, Silva PC. Use of animals in experimental surgery. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-447. doi: 10.1590/S0102-86502004000400014
7. Макарова МН, Макаров ВГ. Использование кроликов в доклинических исследованиях. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2023; 6(3):18-43. doi: 10.57034/2618723X-2023-03-02
8. Рыбакова АВ, Макарова МН, Макаров ВГ. Использование кроликов в доклинических исследованиях. *Международный вестник ветеринарии*. 2016;(4):113-117. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27594552>
9. Bosze ZS, Houdebine LM. Application of rabbits in biomedical research: a review. *World Rabbit Sci*. 2006;14(1):1-14. doi: 10.4995/wrs.2006.712
10. Pekow CA Basic Experimental Methods in the Rabbit. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. London: Academic Press; 2012:243-258. doi: 10.1016/B978-0-12-380920-9.00010-9

REFERENCES

1. Karpov OE, Epifanov SA, Balin VN., Apostolidi KG. Surgical treatment of patients with injury of nazoorbithoetmoidal complex in the hybrid operating. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2014; 9(2):48-52(In Russ). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=272854182>
2. Piskunov SZ, Piskunov IS, Mezentseva OJu, Abramenko MA, Levchenko AS, Ponomareva MN. Anatomical and morphological characteristics of the rabbit nose and paranasal sinuses. *Russian rhinology*. 2015;23(3):36-41 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25440093>
3. Shustova VM. Anatomy of the skeleton of the rabbit head. *Theoretical and applied bases of veterinary science*. 2024:384-386 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67919492&selid=679196254>
4. McGoldrick P, Joyce PI, Fisher EM, Greensmith L. Rodent models of amyotrophic lateral sclerosis. *Biochim Biophys Acta*. 2013;1832(9):1421-1436. doi: 10.1016/j.bbadis.2013.03.012
5. Mapara M, Thomas BS, Bhat KM. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960

6. Schanaider A, Silva PC. Use of animals in experimental surgery. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-447. doi: 10.1590/S0102-86502004000400014
7. Makarova MN, Makarov VG. Rabbits in preclinical research. *Laboratory Animals for Science*. 2023; 6(3):18-43 (In Russ.). doi: 10.57034/2618723X-2023-03-02.
8. Rybakova AV, Makarova MN, Makarov VG.. Using rabbits in pre-clinical trials. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*. 2016;(4):113-117 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27594552>
9. Bosze ZS, Houdebine LM. Application of rabbits in biomedical research: a review. *World Rabbit Sci*. 2006;14(1):1-14. doi:10.4995/wrs.2006.712
10. Pekow CA Basic Experimental Methods in the Rabbit. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. London: Academic Press; 2012:243-258. doi: 10.1016/B978-0-12-380920-9.00010-9

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ахинян Эдуард Каренович, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3588-0333>

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Епифанов Сергей Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6247-957X>

Топольницкий Орест Зиновьевич, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской челюстно-лицевой

хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: proftopol@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3896-3756>

Апостолиди Константин Георгиевич, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой оториноларингологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3206-0950>

Миронюк Юлия Дмитриевна, лаборант кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7164-6478>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Eduard K. Akhinyan, DDS, Assistant Professor, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3588-0333>

Corresponding author:

Sergey A. Epifanov, DDS, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6247-957X>

Orest Z. Topolnitsky, DDS, PhD, DSc, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation Head of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: proftopol@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3896-3756>

Konstantin G. Apostolidi, MD, PhD, DSc, Docent, Head of the Department of Otorhinolaryngology, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3206-0950>

Yulia D. Mironyuk, MD, laboratory assistant, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7164-6478>

Поступила / Article received 10.02.2025

Поступила после рецензирования / Revised 20.03.2025

Принята к публикации / Accepted 22.04.2025

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Ахинян Э. К. – разработка концепции, проведение исследования, разработка методологии, формальный анализ, валидация результатов, написание черновика рукописи; Епифанов С. А. – разработка концепции, проведение исследования, разработка методологии, формальный анализ, валидация результатов, курирование данных, научное руководство, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Топольницкий О. З. – научное руководство, административное руководство исследовательским проектом, написание рукописи – рецензирование и редактирование рукописи; Апостолиди К. Г. – научное руководство, административное

руководство исследовательским проектом, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Миронюк Ю. Д. – формальный анализ, валидация результатов, написание черновика рукописи.

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agrees to take responsibility for all aspects of the work: E. K. Akhinyan – conceptualization, investigation, methodology, formal analysis, validation, writing – original draft preparation; S. A. Epifanov – conceptualization, investigation, methodology, formal analysis, validation, data curation, supervision, project administration, resources, writing – review & editing; O. Z. Topolnitsky – project administration, supervision; writing – review & editing; K. G. Apostolidi – project administration, supervision; writing – review & editing; Yu. D. Mironyuk – formal analysis, validation, writing – original draft preparation.