

ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

Обзорная статья

УДК 611.013;591.4;591.3+611.018;591.8
doi:10.18499/2225-7357-2024-13-3-89-96
1.5.22 – клеточная биология



Разработка способов оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки: история, современное состояние и перспективы репаративной отохирургии

Н. Н. Шевлюк✉, В. А. Долгов

¹Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

Аннотация. В статье с использованием данных отечественной и иностранной литературы рассмотрены вопросы оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки (история, современное состояние и перспективы). Одной из причин возникновения тугоухости является нарушение целостности барабанной перепонки, которая возникает в результате ее травмы или развития воспалительных процессов в среднем ухе. Установлено, что образовавшиеся небольшие перфорации барабанной перепонки могут самопроизвольно закрываться в репаративной стадии острого гнойного среднего отита или при стихании обострения хронического гнойного среднего отита. Восстановление больших по площади перфораций барабанной полости требует хирургического вмешательства. Начиная с XVII века стали разрабатывать способы пластики перфораций в барабанной перепонке с использованием различных биологических и небиологических материалов. Однако до начала XX века используемые методы не приводили к полному гистио- и органотипическому восстановлению барабанной перепонки, а обеспечивали только закрытие дефекта. На современном этапе для восстановления целостности барабанной перепонки отохирурги применяют различный пластический материал: аутоотрансплантаты; аллотрансплантаты; имплантаты из небиологического материала. В качестве имплантов используются капроновая сетка, ватно-клеевой диск, безузелковая трикотажная ткань из полиамидного волокна. Из биологических трансплантатов применяются кожа внутренней поверхности плеча и затылочно-височной области, стенка вены, фасция височной мышцы, твердая мозговая оболочка, надхрящница, наноструктурированный биопластический материал, созданный на основе гидроколлоида гиалуроновой кислоты и пептидного комплекса и др. Использование этих современных средств и методов в большинстве случаев приводит к органотипическому, а в ряде случаев и гистиотипическому восстановлению структуры барабанной перепонки, обеспечивает полную эпителизацию ее наружной и внутренней поверхностей. Однако, в вопросах применения того или иного материала для пластики, а также сроков проведения реконструктивных операций на среднем ухе имеется ряд нерешенных проблем.

Ключевые слова: барабанная перепонка; отит; трансплантация; биопластические материалы; регенерация

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шевлюк Н.Н., Долгов В.А. Разработка способов оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки: история, современное состояние и перспективы репаративной отохирургии // Журнал анатомии и гистопатологии. 2024. Т. 13, №3. С. 89–96. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-3-89-96>

REVIEW ARTICLES

Review article

Developing Approaches to Optimise Reparative Histogenesis of the Tympanic Membrane Tissues: History, the State-of-Art and Perspectives of Reparative Otosurgery

N. N. Shevlyuk✉, V. A. Dolgov

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

Abstract. The paper describes the issues to optimize reparative histogenesis of the tympanic membrane tissues (history, state-of-the art and perspectives) based on data from national and foreign scientific literature. One of the causes of hearing loss is the violated integrity of the tympanic membrane, resulting from its injury or the developing inflammatory processes in the middle ear. It has been established that small perforations of the tympanic membrane can spontaneously close in the reparative stage of acute purulent otitis media or when the exacerbation of chronic purulent otitis media subsides. Restoration of large perforations of the tympanic cavity requires surgical intervention. Since 17th century, plastic surgery options for the tympanic membrane perforations with various biological and non-biological materials have been developing. However, until the beginning of

the XX century, the approaches used did not lead to complete histio- and organotypic restoration of the tympanic membrane, but only ensured closure of the defect. At the present stage, otosurgeons use various plastic materials to restore the integrity of the eardrum: autografts; allografts; implants made of non-biological material. Nylon mesh, cotton-adhesive discs, and knotless knitted fabric made of polyamide fiber are applied as implants. Biological transplants applied include the skin of the inner surface of the shoulder and the occipital-temporal region, the wall of the vein, the fascia of the temporal muscle, the dura mater, the perichondrium, nanostructured bioplastic material created on the basis of hyaluronic acid hydrocolloid and a peptide complex, etc. The use of these modern options in most cases leads to organotypic and, in some cases, histiotypic restoration of the eardrum structure, ensuring complete epithelialization of its outer and inner surfaces. However, there are a number of unresolved issues regarding the diverse materials application for plastic surgery, as well as the timing of reconstructive surgeries on the middle ear.

Keywords: tympanic membrane; otitis media; transplantation; bioplastic materials; regeneration

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Shevlyuk N.N., Dolgov V.A. Developing approaches to optimise reparative histogenesis of the tympanic membrane tissues: history, the state-of-art and perspectives of reparative otosurgery. Journal of Anatomy and Histopathology. 2024. V. 13, №3. P. 89–96. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-3-89-96>

Введение

Одной из причин возникновения тугоухости является нарушение целостности барабанной перепонки, которая возникает в результате ее травмы или развития воспалительных процессов в среднем ухе. При наличии перфорации в барабанной перепонке кондуктивная тугоухость может составлять до 40 дБ.

Барабанная перепонка представляет собой тонкую, соединительнотканную пластинку, которая покрыта с двух сторон эпителием и отделяет наружный слуховой проход от барабанной полости среднего уха. Со стороны наружного слухового прохода барабанная перепонка покрыта многослойным плоским эпителием, переходящим в эпителий наружного слухового прохода. Со стороны среднего уха она выстлана слизистой оболочкой, поверхность которой покрыта однослойным эпителием [16, 27, 28]. В барабанной перепонке выделяют два части: натянутую – центральную (*pars tensa*) и верхнюю – ненапрянутую (*pars flaccida*). В натянутой части между двумя слоями эпителия имеется средний слой, который состоит из плотной соединительной ткани, коллагеновые волокна которой в периферической части перепонки располагаются радиально, а в центральной части – циркулярно. В ненапрянутой части перепонки коллагеновые волокна отсутствуют. Толщина барабанной перепонки составляет около 0,1 мм, а площадь свыше 50 мм² [16, 20, 21, 38, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 57].

Установлено, что образовавшиеся небольшие перфорации барабанной перепонки могут самопроизвольно закрываться в репаративной стадии острого гнойного среднего отита или при стихании обострения хронического гнойного среднего отита [10, 27, 40, 42, 44]. Вместе с тем, при наличии больших по размеру перфораций барабанной перепонки не происходит их полного закрытия, что вызывает необходимость хирургического вмешательства. Исходя из этого, были разработаны способы пластики перфораций в барабанной

перепонке с использованием различных биологических и небиологических материалов [3, 9, 18, 30–32, 36, 39, 42, 50–52].

На современном этапе при восстановлении целостности барабанной перепонки отоларингологи применяют различный пластический материал: аутоотрансплантаты из тканей собственного организма; аллотрансплантаты из тканей другого организма, но того же биологического вида и имплантаты – из небиологического материала. Из биологических трансплантатов чаще всего применяются кожа внутренней поверхности плеча и затылочной височной области, стенка вены, фасция височной мышцы, твердая мозговая оболочка, надхрящница. Для закрытия дефекта в барабанной перепонке используют также наноструктурированный биопластический материал, созданный на основе гидроколлоида гиалуроновой кислоты и пептидного комплекса [1–4, 8, 12, 13, 14, 15, 17]. Однако, в вопросах применения того или иного материала для пластики, а также в вопросах сроков проведения реконструктивных операций на среднем ухе имеется ряд нерешенных проблем. Остаются также дискуссионными многие вопросы оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки.

Целью исследования явился анализ вопросов оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки (на основе материалов отечественной и иностранной литературы), включая историю, современное состояние и перспективы развития.

1. Способы оптимизации репаративных гистогенезов тканей барабанной перепонки в историческом аспекте

Вопросам репаративных гистогенезов в тканях барабанной перепонке посвящена обширная литература. Первые сведения о пластике перфораций барабанной перепонки датируются началом XVII века. Так Marcus Bauzer (1640) предложил использовать фрагменты желчного пузыря свиньи для закрытия перфорации барабанной перепонки у больных

гнойным отитом [3]. В дальнейшем для закрытия перфорации барабанной перепонки использовали различные биологические и небиологические материалы (например, серебряную фольгу, подскорлуповую оболочку куриного яйца). Немецкий врач Berthold (1878) предложил использовать кожные трансплантаты для закрытия перфорации барабанной перепонки. Для этих целей он брал кожу передней поверхности предплечья больного [5].

Термин «мирингопластика» был предложен Schwartze в 1893 году в его «Руководстве по ушным болезням». Этот термин обозначал закрытие дефекта барабанной перепонки пластическим материалом (чаще всего для этого стали использовать кожный лоскут) [5]. Однако в результате этих операций не наблюдалось полного репаративного гистогенеза тканей барабанной перепонки, а происходило только закрытие перфорации. Причем, при этих манипуляциях приживление трансплантатов наблюдалось редко, в большинстве случаев кожные лоскуты нагнаивались и отторгались.

В настоящее время мирингопластика относится к числу распространенных операций, цель которой прекратить обострение хронического гнойного среднего отита, восстановить механизм звукопроводения и улучшить слух. Часто мирингопластика является завершающим этапом лечения хронического туботимпанального гнойного среднего отита (мезотимпанита) [12, 14, 15, 20, 26, 27, 28].

Мирингопластика как самостоятельная операция у больных гнойным средним отитом может выполняться только в том случае, если сохранена целостность костных звукопроводящих структур барабанной полости и отсутствуют очаги тимпаносклероза.

Предпринимались попытки добиться заживления перфораций барабанной перепонки путем прижигания ее краев трихлоруксусной кислотой либо нитратом серебра с последующим закрытием дефекта пленкой для облегчения процесса рубцевания [20, 21, 57]. Данная манипуляция получила название «химической мирингопластики». Этот процесс приводил к восстановлению целостности барабанной перепонки за счет активизации синтетической деятельности фибробластов и разрастания соединительной ткани от краев перфорации к ее центру, но не обеспечивал полной эпителизации ее наружной и внутренней поверхностей. Такой вид лечения применяется у пациентов с центральной перфорацией перепонки (размером менее 4 мм). Противопоказаниями к выполнению химической мирингопластики являются: наличие краевой перфорации, узкий наружный слуховой проход, воспалительный процесс в среднем ухе, присутствие холестеатомы, кондуктивная тугоухость, связанная с ограничением

подвижности слуховых косточек, распространенный тимпаносклероз оставшейся части барабанной перепонки. При использовании этой методики лечения врачи получали положительный результат в 65% случаев [37, 48].

Первые успешные результаты по приживлению свободных трансплантатов после хирургических вмешательств на среднем ухе получил Х. Вульштейн [5]. Он покрывал трепанационные полости, которые получались после выполнения общеполостных (радикальных) операций на среднем ухе, свободными кожными трансплантатами, достигая при этом их полной эпидермизации, а в ряде случаев и улучшения слуха.

Таким образом был заложен фундамент операциям, которые Х. Вульштейн назвал тимпанопластикой. Он выделил пять типов тимпанопластики, из которых первый тип был обозначен как тимпаномирингопластика. Операция заключалась в ревизии барабанной полости, удалении патологических образований и пластики дефекта барабанной перепонки. При отсутствии барабанной перепонки, но частичной сохранности слуховых косточек, проводилась тимпанопластика с укладкой меатотимпанального лоскута и образованием малой тимпанальной полости. Целью таких операций является улучшение слуха у больных, перенесших воспаление среднего уха. В настоящее время отохирурги выполняют тимпаноластику одномоментно после saniрующих хирургических вмешательств на среднем ухе [1, 2, 15, 17, 22, 40, 41] или вторым этапом – на «сухом ухе» через определенный срок после первой операции [13, 26, 35, 47].

Одним из основных условий выполнения данной операции является наличие «сухого уха». В понятие «сухого уха» Х. Вульштейн включал «наличие центральной перфорации барабанной перепонки без признаков раздражения, сухой, невоспаленной полости среднего уха, подтвержденной рентгенологическим контролем соседнего отростка, полной проходимости евстахиевой трубы и четкое улучшение слуха при временном закрытии перфорации ватой, пропитанной раствором антибиотиков, как доказательство функциональной полноценности косточек и окон» [5, 20, 21].

2. Современные средства для реконструктивных операций на поврежденной барабанной перепонке

2.1. Органические, неорганические и биологические материалы

Неорганические, органические и биологические материалы используются в качестве мостика, по которому с краев перфорации по наружной и внутренней поверхностям транс-

плантата происходит миграция клеток соединительной ткани и эпителия, которая способствует закрытию дефекта и восстановлению целостности барабанной перепонки.

Неорганические материалы в пластической отоларингологии используются редко. В качестве имплантов используются, например, капроновая сетка, ватно-клеевой диск, безузелковая трикотажная ткань из полиамидного волокна [15, 20]. В период ремиссии хронического гнойного среднего отита данный материал укладывается на барабанную перепонку и фиксируется с помощью клея БФ.

Хорошие результаты достигаются при закрытии дефекта в барабанной перепонке с использованием наноструктурированных материалов, созданных на основе гиалуроновой кислоты [8, 12, 13, 14, 23]. Данные пластиковые материалы представляют собой тонкую прозрачную пластинку, через которую видны края перфорации барабанной перепонки, что позволяет оперирующему хирургу контролировать процесс его укладки на подготовленное ложе. Эти материалы по своей структуре сходны с межклеточным веществом соединительной ткани, и они обладают высокими адгезивными свойствами, а после укладки на дефект барабанной перепонки плотно «прилипают» к тканям подготовленного ложа [8, 12, 13, 14, 23].

Используемые биологические материалы хорошо приживляются с окружающими тканями барабанной перепонки. В качестве аутооттрансплантата используют: слизистую оболочку щеки пациента [17, 22]; стенку вены [25]; кожу затылочно-височной области [2, 5]; фасцию височной мышцы оперируемого больного [21, 26, 35].

Из аллотрансплантатов для пластики дефекта барабанной перепонки наиболее часто используют: твердую мозговую оболочку, склеру, хрящ и надхрящницу, барабанную перепонку трупа [1, 2, 21, 24, 25, 33]; пуповину плода [13]; амнион [4].

Для пластического закрытия перфораций иногда используют многослойный трансплантат, представляющий комбинацию 3 тканей (пример: аутофасция височной мышцы и меатальный лоскут, а каркас – различные хрящевые основы). Преимущество этого материала в том, что аутофасция содержит сеть тонких коллагеновых волокон, между которыми располагаются эластические, что делает ее схожей по строению с фиброзным слоем барабанной перепонки. В течение трех месяцев коллаген фасции рассасывается, фасция растягивается, в результате чего улучшаются резонаторно-акустические качества неотимпанальной мембраны [6].

2.2. Клеточные технологии

В конце XIX – начале XX века для оптимизации репаративных гистогенезов в по-

врежденной барабанной перепонке отоларингологи стали применять культуру аллофибробластов человека на полимерной пленке [19, 29]. При этом в качестве опоры и соединительной основы для полимерной пленки с аллофибробластами, авторы используют пластинку аутохряща в виде мостика, поверх которой укладывают аутофасцию височной мышцы, полностью закрывая перфорацию. Культивированные аллофибробласты выступают как стимуляторы репаративных процессов в ране и способствуют смене воспалительной стадии раневого процесса на репаративную в более короткие сроки, обеспечивая лучшие условия для приживания неотимпанальной мембраны, а также сокращает число рецидивов перфорации барабанной перепонки в послеоперационном периоде [19, 29]. Использование клеточных культур фибробластов создает оптимальные условия для гисто- и органотипической регенерации барабанной перепонки. Фибробласты после трансплантации в зону повреждения барабанной перепонки начинают синтезировать волокна и основное аморфное вещество соединительной ткани. Наличие молодой соединительной ткани является одним из ведущих условий пролиферации, цитодифференцировки и миграции эпителиальных клеток. Эпителиальные пласты со стороны наружной и внутренней поверхностей формирующейся неотимпанальной мембраны в этих условиях активно мигрируют с периферии, со стороны здоровых тканей, обеспечивая двустороннюю эпителизацию неотимпанальной мембраны.

3. Выбор оптимальных сроков выполнения мирингопластики

До настоящего времени среди отоларингологов не существует единого мнения о выборе срока выполнения тимпано-мирингопластики в период ремиссии хронического гнойного среднего отита. В большинстве случаев выбор срока операции осуществляется произвольно с учетом состояния среднего уха и стабильности ремиссии. Наиболее ранние сроки операции соответствуют 10-12 дням после стихания воспалительных явлений в среднем ухе, позднее – 6-12 месяцам ремиссии заболевания [1, 7, 12, 30, 34, 49]. Положительный результат от выполненных операций колеблется в пределах 80–94%.

Вместе с тем в послеоперационном периоде иногда наблюдались осложнения: нагноение раны, отторжение трансплантата и рецидив дефекта тимпанальной мембраны [4, 11, 33, 35, 38, 46]. В числе причин развития послеоперационных осложнений, приводящих к отторжению трансплантата, могут быть технические погрешности хирурга при выполнении операции, наличие вирулентных микроорганизмов в барабанной полости, день производства операции от начала ремиссии

хронического среднего отита и свойства используемого пластического материала [6, 8, 38, 40].

При выборе сроков мирингопластики учитывают состояние микробного биоценоза на разных сроках ремиссии гнойного среднего отита [8, 14]. Срок 6 месяцев стабильной ремиссии по мнению многих отохирургов, является наиболее оптимальным для выполнения мирингопластики. Ряд авторов [8, 14] на основе анализа микрофлоры барабанной полости предлагают сократить подготовительный период к мирингопластике с 6–12 месяцев ремиссии до срока в 1–1,5 месяца «сухого уха» и считать его наиболее оптимальным для выполнения операции по состоянию показателей микробного биоценоза барабанной полости. Они полагают, что сокращение подготовительного периода к мирингопластике с 6–12 месяцев ремиссии до срока в 1–1,5 месяца, снижает риск возникновения повторного обострения хронического гнойного среднего отита и прогрессирования тугоухости [8, 14].

Подтверждением целесообразности выполнять реконструктивные операции на более ранних сроках ремиссии хронического гнойного среднего отита послужили экспериментально-клинические исследования на подопытных животных [8, 14]. На модели экспериментального хронического гнойного среднего отита у собак было выявлено, что репаративные гистогенезы в тканях барабанной перепонки были наиболее выражены у животных, которым мирингопластика была выполнена в первые две недели от начала ремиссии хронического среднего отита. При этом наблюдалась полная эпителизация трансплантата как со стороны среднего, так и наружного уха, приводящая к органотипическому и гистиотипическому закрытию дефекта в барабанной перепонке. Прролиферативная активность многослойного плоского эпителия была более высокой, чем однослойного. В соединительной ткани, сохранившейся части барабанной перепонки, располагалось большое количество клеточных элементов фибробластического дифферона, причем, доля малодифференцированных и дифференцированных фибробластов была или равной, или наблюдалось небольшое преобладание дифференцированных фибробластов над малодифференцированными.

Вместе с тем, несмотря на значительные успехи реконструктивной отохирургии, вопросы применения того или иного материала для пластики дефектов барабанной перепонки, а также вопросы сроков (дней) проведения слухоулучшающих операций на среднем ухе от начала ремиссии хронического гнойного среднего отита продолжают оставаться дискуссионными и находятся в стадии постоянного изучения и совершенствования.

Заключение

Первое упоминание о пластике поврежденной барабанной перепонки у людей датируется XVII веком. Для пластики дефектов барабанной перепонки использовались как органические, так и неорганические материалы. При этом в большинстве случаев использованный материал отторгался. На современном этапе для восстановления целостности барабанной перепонки отохирурги применяют различный пластический материал: ауто-трансплантаты, приготовленные из ткани собственного организма; аллотрансплантаты – из ткани другого организма, но того же биологического вида и имплантаты – из ткани небиологического материала. Неорганические материалы (импланты) в пластической отохирургии используются редко. Наиболее оптимальные результаты мирингопластики достигаются при использовании биологических трансплантатов. Из биологических трансплантатов применяются кожа внутренней поверхности плеча и затылочно-височной области, стенка вены, фасция височной мышцы, твердая мозговая оболочка, надхрящница, наноструктурированный биопластический материал, созданный на основе гидроколлоида гиалуроновой кислоты и пептидного комплекса и др. Весьма перспективными методами в пластической реконструктивной отохирургии являются клеточные технологии.

Остаются дискуссионными вопросы применения материалов для пластики дефектов барабанной перепонки, а также сроков проведения слухоулучшающих операций на среднем ухе от начала ремиссии хронического гнойного среднего отита. Перспективными методами в пластической реконструктивной отохирургии являются клеточные технологии.

Список источников / References

1. Аникин М.И., Долгов В.А., Багаутдинов А.А., Иванова Н.И. Оперативный доступ при мирингопластике в зависимости от клинической анатомии наружного слухового прохода. Морфология. 2019;155(2):19–20.
Anikin MI, Dolgov VA, Bagautdinov AA, Ivanova NI. Surgical Access in Myringoplasty Depending on the Clinical Anatomy of the External Auditory Canal. Morphology. 2019; 155(2): 19 – 20 (In Russ.).
2. Баранов В.П. Пластика обширного дефекта барабанной перепонки аллотрансплантатом твердой мозговой оболочки. Вестник оториноларингологии. 1981;1:69–72.
Baranov VP. Plastika obshirnogo defekta barabannoi pereponki allotransplantatom tverdoi mozgovo obolochki. Vestnik otorinolaringologii. 1981;1:69–72 (In Russ.).
3. Бертенев А.А., Козлов М.Я. Проблемы тимпанопластики. Ленинград: Медицина; 1974.
Berteneva AA, Kozlov MYa. Problemy timpano-

- plastiki. Leningrad: Meditsina; 1974 (In Russ.).
4. Бобров В.М., Кошечева Л.Е., Малышева Л.А. Опыт применения закрытия перфорации барабанной перепонки амнионом куриного яйца. Матер. XVII съезда оториноларингологов России. Нижний Новгород; 2006:88–9.
Bobrov VM, Koshcheeva LE, Malysheva LA. Opyt primeneniya zakrytiya perforatsii barabannoi pereponki amnionom kurinogo yaitsa. Mater. XVII s'ezda otorinolaringologov Rossii. Nizhnii Novgorod; 2006:88–9 (In Russ.).
5. Вульштейн Х. Слухоулучшающие операции. М.; 1972. Vul'shtein Kh. Slukhouluchshayushchie operatsii. M.; 1972 (In Russ.).
6. Дворянчиков В. В., Кочергин Г. А., Сыроежин Ф. А. Современные возможности фиксации многослойных трансплантатов при мирингопластике. Вестник оториноларингологии. 2012;4:51–3.
Dvorianchikov VV, Kochergin GA, Syroezhin FA. The Currently Available Possibilities for Fixation of Many-Layer Transplants in Myringoplasty. Vestnik otorinolaringologii. 2012;4:51–3 (In Russ.).
7. Долгов В.А., Иванова Н.И., Лунькова Л.Б. Сравнительная морфофункциональная характеристика репаративных гистогенезов в барабанной перепонке в ранние и поздние сроки ремиссии экспериментального хронического гнойного среднего отита. Морфология. 2019;155(2):102.
Dolgov VA, Ivanova NI, Lun'kova LB. Comparative Morpho-Functional Characteristics of Reparative Histogenesis in the Tympanic Membrane in the Early and Late Stages of Remission of Experimental Chronic Purulent Otitis Media. Morphology. 2019;155(2):102 (In Russ.).
8. Долгов В.А., Шевлюк Н.Н., Иванова Н.И., Лунькова Л.Б., Чесноков В.П., Мажарцева Н.А. Морфофункциональная характеристика тканей барабанной перепонки и результаты мирингопластики на разных сроках ремиссии хронического гнойного среднего отита. Практическая медицина. 2015;2(87):60–3.
Dolgov VA, Shevlyuk NN, Ivanova NI, Lunkova LB, Chesnokov VP, Mazhartseva NA. Morphological And Functional Characteristic Tissues Of The Tympanic Membrane And Results Of Miringoplastic At Different Stages Of Remission After Purulent Otitis Media. Practical Medicine. 2015;2(87):60–3 (In Russ.).
9. Долгов В.А., Шевлюк Н.Н., Иванова Н.И., Лунькова Л.Б. Морфофункциональные, микробиологические и хирургические аспекты репаративных гистогенезов при лечении повреждений барабанной перепонки в условиях ремиссии экспериментального хронического гнойного среднего отита. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018;6:299–303.
Dolgov VA, Shevlyuk NN, Ivanova NI, Lunkova LB. Morphofunctional, Microbiological and Surgical Aspects of Reparative Histogenesis in the Treatment of Injuries of the Tympanic Membrane in Conditions of Remission of Experimental Chronic Purulent Otitis Media. Journal of New Medical Technologies, eEdition. 2018;6:299–303 (In Russ.).
10. Дубинец И.Д., Куренков Е.Л., Кофанов Р.В. Влияние характера морфологических изменений слизистой оболочки среднего уха на течение репаративных процессов в неотимпанальной мембране при реконструктивно-санирующей операции у больного с хроническим средним отитом. Вестник оториноларингологии. 2007;5:11–3.
Dubinets ID, Kurenkov EL, Kofanov RV. Effects of Morphological Changes in the Middle Ear Mucosa on Reparative Processes in the Neotympanic Membrane in Reconstructive Sanative Operation in Patients with Chronic Otitis Media. Vestnik otorinolaringologii. 2007;5:11–3 (In Russ.).
11. Егоров В.И., Козаренко А.В. Возможно ли улучшить приживляемость трансплантатов при тимпанопластике. Вестник оториноларингологии. 2007;5:56–7.
Egorov VI, Kozarenko AV. Vozmozhno li uluchshit' prizhivlyaemost' transplantatov pri timpanoplastikakh. Vestnik otorinolaringologii. 2007;5:56–7 (In Russ.).
12. Забиров Р.А., Карькаева С.М., Щетинин В.Н., Акимов А.В. Неотложная пластика дефектов барабанной перепонки посттравматической и ятрогенной этиологии наноструктурированным биопластическим материалом. Вестник оториноларингологии. 2014;5:14–6.
Zabirov RA, Kar'kaeva SM, Shchetinin VN, Akimov AV. The Emergency Plastic Reconstruction Of The Tympanic Membrane Defects Of Post-Traumatic And Iatrogenic Etiology With The Application Of The Nanostructured Bioplastic Material. Vestnik otorinolaringologii. 2014;5:14–6 (In Russ.).
13. Забиров Р.А., Щетинин В.Н., Рахматуллин Р.Р., Гарифзянова С.М., Шевлюк Н.Н. Пластика дефектов барабанной перепонки отопростом у больных хроническим мезотимпанитом. Российская оториноларингология. 2007;3:40–5.
Zabirov RA, Shchetinin VN, Rakhmatullin RR, Garifzyanova SM, Shevlyuk NN. Plastika defektov barabannoi pereponki otoplastom u bol'nykh khronicheskim mezo-timpanitom. Rossiiskaya otorinolaringologiya. 2007;3:40–5 (In Russ.).
14. Иванова Н.И., Долгов В.А., Шевлюк Н.Н. Состояние регенеративной активности тканей барабанной перепонки и результаты мирингопластики на разных сроках ремиссии экспериментального среднего отита. Вестник оториноларингологии. 2014;5:11–3.
Ivanova NI, Dolgov VA, Shevlyuk NN. The State of the Regenerative Activity of the Tympanic Membrane Tissues and the Results of Myringoplasty at Different Time Points of Remission of Experimental Otitis Media. Vestnik otorinolaringologii. 2014;5:11–3 (In Russ.).
15. Иванова Н.И., Шевлюк Н.Н., Долгов В.А., Лунькова Л.Б. Особенности репаративного гистогенеза барабанной перепонки в условиях ремиссии экспериментального хронического гнойного отита. Морфология. 2017;151(3):72–3.
Ivanova NI, Shevlyuk NN, Dolgov VA, Lun'kova LB. Osobennosti reparativnogo gistogeneza barabannoi pereponki v usloviyakh remissii eksperimental'nogo khronicheskogo gnoynogo otita. Morphology. 2017;151(3):72–3 (In Russ.).
16. Лычаков Д.В. Орган равновесия и слуха. В кн.: Руководство по гистологии в двух томах. Под ред. Р.К. Данилова. 2-е издание, исправленное и дополн. Т. 1. Санкт-Петербург: Спец Лит; 2011.
Lychakov DV. Organ ravnovesiya i slukha. V kn.: Rukovodstvo po gistologii v dvukh tomakh. Pod

- red. RK Danilova. 2-e izdanie, ispravlennoe i dopoln. T. 1. Sankt-Peterburg: Spets Lit; 2011 (In Russ.).
17. Макарова Л.А. Свободный аутоотрансплантат слизистой оболочки щеки в реставрационной хирургии среднего уха. VII съезд оторинолар. СССР: Тез. докл. Москва; 1975:267–8. Makarova LA. Svobodnyi autotransplantat slizistoi obolochki shcheki v restavratsionnoi khirurgii srednego ukha. VII s'ezd otorinol. SSSR: Tez. dokl. Moskva; 1975:267–8 (In Russ.).
18. Овчинников И.А. Закрытие стойких перфораций барабанной перепонки и неотимпанальной мембраны с помощью протезов из золотой фольги. Матер. XVII съезда оториноларингологов России. СПб. 2006:128–9. Ovchinnikov IA. Zakrytie stoikikh perforatsii barabannoi pereponki i neotimpanal'noi membrany s pomoshch'yu protezov iz zolotoi fol'gi. Mater. XVII s'ezda otorinolaringologov Rossii. SPb. 2006:128–9 (In Russ.).
19. Поматилов А.А. Оценка эффективности трансплантации культивированных аллофибробластов человека при лечении перфорации барабанной перепонки в зависимости от возраста пациента. Вестник оториноларингологии. 2006;5:121. Pomatillov AA. Otsenka effektivnosti transplantatsii kul'tivirovannykh allofibroblastov cheloveka pri lechenii perforatsii barabannoi pereponki v zavisimosti ot vozrasta patsienta. Vestnik otorinolaringologii. 2006;5:121 (In Russ.).
20. Потапов И.И., Зберовская Н.В., Калина В.О. Тимпаноластика. Москва: Медицина; 1963. Potapov II, Zberovskaya NV, Kalina VO. Timpanoplastika. Moskva: Meditsina; 1963 (In Russ.).
21. Преображенский Ю.Б. Тимпаноластика. Москва: Медицина; 1973. Preobrazhenskii YuB. Timpanoplastika. Moskva: Meditsina; 1973 (In Russ.).
22. Протосевич Г.С. Формирование воздухоносной полости при тимпаноластике. Вестник оториноларингологии. 1976;4:90–7. Protosevich GS. Formirovanie vozdukhonosnoi polosti pri timpanoplastike. Vestnik otorinolaringologii. 1976;4:90–7 (In Russ.).
23. Рахматуллин Р.Р., Гарифзянова С.М., Забиров Р.А., Шевлюк Н.Н. Новый биопластический материал на основе протеогликанового комплекса. Медицинская наука и образование Урала. 2007;5:110–1. Rakhmatullin RR, Garifzyanova SM, Zabirov RA, Shevlyuk NN. Novyi bioplasticheskiy material na osnove proteoglikanovogo kompleksa. Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala. 2007;5:110–1 (In Russ.).
24. Родин В.И., Боенко С.К., Ткач Ю.Н. Пластика барабанной перепонки с применением твердой мозговой оболочки эмбриона. Вестник оториноларингологии. 1990;3:60–2. Rodin VI, Boenko SK, Tkach YuN. Plastika barabannoi pereponki s primeneniem tverdoi mozgovoi obolochki embriona. Vestnik otorinolaringologii. 1990;3:60–2 (In Russ.).
25. Родин В.И., Нечипоренко В.П., Андреев В.Н. Реконструктивные операции на среднем ухе с применением аллотрансплантатов. Вестник оториноларингологии. 1981;3:25–9. Rodin VI, Nechiporenko VP, Andreev VN. Rekonstruktivnye operatsii na srednem ukhe s primeneniem allotransplantatov. Vestnik otorinolaringologii. 1981;3:25–9 (In Russ.).
26. Ситников В.П., Кин Т.И., Александровский Ю.К. Способ миринголастики у лиц с обширными дефектами барабанной перепонки. Вестник оториноларингологии. 1992;3:31–3. Sitnikov VP, Kin TI, Aleksandrovskii YuK. Sposob miringoplastiki u lits s obshirnymi defektami barabannoi pereponki. Vestnik otorinolaringologii. 1992;3:31–3 (In Russ.).
27. Солдатов И.Б. Лекции по оториноларингологии. М.: Москва; 1990. Soldatov IB. Lektsii po otorinolaringologii. M.: Moskva; 1990 (In Russ.).
28. Тос М. Руководство по хирургии среднего уха. В 4-х томах. Т. 1. Подходы, миринголастика и тимпаноластика. Пер. с англ. Под ред. А.В. Старохи. Томск; 2004. Tos M. Rukovodstvo po khirurgii srednego ukha. V 4-kh tomakh. T. 1. Podkhody, miringoplastika i timpanoplastika. Per. s angl. Pod red. AV Starokhi. Tomsk; 2004 (In Russ.).
29. Туманов В.П., Пальчун В.Т., Поматилов А.А. Морфологическая характеристика трансплантируемых аллофибробластов. Матер. III научно-практической конф. Наука и практика в оториноларингологии. М.; 2004:59–60. Tumanov VP, Pal'chun VT, Pomatillov AA. Morfologicheskaya kharakteristika transplantiruemyykh allofibroblastov. Mater. III nauchno-prakticheskoi konf. Nauka i praktika v otorinolaringologii. M.; 2004:59–60 (In Russ.).
30. Янов Ю.К., Ситников В.П., Аникин И.А. Отдаленные результаты миринголастики двуслойным трансплантатом у пациентов с обширными дефектами барабанной перепонки. Российская оториноларингология. 2005;4(17):139–45. Yanov YuK, Sitnikov VP, Anikin IA. Otdalennyye rezul'taty miringoplastiki dvusloinym transplantatom u patsientov s obshirnymi defektami barabannoi pereponki. Rossiiskaya otorinolaringologiya. 2005;4(17):139–45 (In Russ.).
31. Bigelow DC, Swanson PB, Saunders JC. The Effect of Tympanic Membrane Perforation Size on Umbo Velocity in the Rat. The Laryngoscope. 1996 Jan;106(1):71–6. doi: 10.1097/00005537-199601000-00014
32. Decraemer WF, Khanna SM, Funnell WR, Robert J. Interferometric measurement of the amplitude and phase of tympanic membrane vibrations in cat. Hearing Research. 1989 Mar;38(1-2):1–17. doi: 10.1016/0378-5955(89)90123-8
33. Dvoryanchikov VV, Yanov YuK, Kireev PV, Balatskaya KA, Tkachuk IV, Korovin PA. Use of multi-layer auto- and allografts for repair of tympanic membrane defects. Russian Otorhinolaryngology. 2021;20(6):41–7. doi: 10.18692/1810-4800-2021-6-41-47
34. Fish U. Tympanoplasty, Mastoidectomy and Stapes Surgery. New York: Thieme Medical Publishers; 1994.
35. Jesic SD, Dimitrijevic MV, Nesic VS, Jotic AD, Slijepcevic NA. Temporalis Fascia Graft Perforation and Retraction After Tympanoplasty for Chronic Tubotympanic Otitis and Attic Retraction Pockets. Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery. 2011 Feb 21;137(2):139. doi: 10.1001/archoto.2010.242
36. Kruger B, Tonndorf J. Middle ear transmission in

- cats with experimentally induced tympanic membrane perforations. The Journal of the Acoustical Society of America. 1977 Jan;61(1):126–32. doi: 10.1121/1.381275
37. Kumar RD. Application of Platelet Rich Fibrin Matrix to Repair Traumatic Tympanic Membrane Perforations: A Pilot Study. Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. 2017 Dec 2;71(S2):1126–34. doi: 10.1007/s12070-017-1239-6
 38. Lim DJ. Structure and function of the tympanic membrane: a review. Acta Otorhinolaryngol Belg. 1995;49(2):101-15.
 39. Lou Z cai. Endoscopic myringoplasty: comparison of double layer cartilage-perichondrium graft and single fascia grafting. Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery. 2020 Jun 22;49:40. doi: 10.1186/s40463-020-00440-7
 40. Lou ZC, Lou ZH, Zhang QP. Traumatic tympanic membrane perforations: a study of etiology and factors affecting outcome. American Journal of Otolaryngology. 2012 Sep;33(5):549–55. doi: 10.1016/j.amjoto.2012.01.010
 41. Lou ZC ., Tang YM ., Yang J. A prospective study evaluating spontaneous healing of aetiology, size and type-different groups of traumatic tympanic membrane perforation. Clinical Otolaryngology. 2011 Oct;36(5):450–60. doi: 10.1111/j.1749-4486.2011.02387.x
 42. Luers JC, Hüttenbrink KB. Surgical anatomy and pathology of the middle ear. Journal of Anatomy. 2015 Oct 19;228(2):338–53. doi: 10.1111/joa.12389
 43. Mandour MF, Elsheikh MN, Khalil M F. Platelet-Rich Plasma Fat Graft versus Cartilage Perichondrium for Repair of Medium-Size Tympanic Membrane Perforations. Otolaryngology and head and neck surgery/Otolaryngology--head and neck surgery. 2018 Jul 24;160(1):116–21. doi: 1177/0194599818789146
 44. Marchioni D, Molteni G, Presutti L. Endoscopic Anatomy of the Middle Ear. Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. 2011 Feb 23;63(2):101–13. doi: 10.1007/s12070-011-0159-0
 45. Michaels L, Soucek S. Development of the stratified squamous epithelium of the human tympanic membrane and external canal: The origin of auditory epithelial migration. American Journal of Anatomy. 1989 Apr;184(4):334–44. doi: 10.1002/aja.1001840408
 46. Mirza S, Richardson H. Otic barotrauma from air travel. The Journal of Laryngology & Otology. 2005 May;119(5):366–70. doi: 10.1258/0022215053945723
 47. Mouna B, Khalifa M, Ghammem M, Limam M, Meherzi A, Kermani W, et al. Cartilage and Fascia Graft In Type 1 Tympanoplasty. Journal of Craniofacial Surgery. 2019 Jun 1;30(4):e297–300. doi: 10.1080/00016489.2016.1195013
 48. Goldman NC. Chemical closure of chronic tympanic membrane perforations. ANZ Journal of Surgery. 2007 Aug 30;77(10):850–1. doi: 10.1111/j.1445-2197.2007.04256.x
 49. Orji FT, Agu CC. Determinants of spontaneous healing in traumatic perforations of the tympanic membrane. Clinical Otolaryngology. 2008 Oct;33(5):420–6 doi: 10.1111/j.1749-4486.2008.01764.x
 50. Smith N, Greinwald J. To tube or not to tube: indications for myringotomy with tube placement. Current Opinion in Otolaryngology & Head & Neck Surgery. 2011 Oct;19(5):363–6. doi: 10.1097/MOO.0b013e3283499fa8
 51. Tonndorf J, Khanna SM. Tympanic Membrane Vibrations in Human Cadaver Ears Studied by Time-Averaged Holography. The Journal of the Acoustical Society of America. 1972 Oct;52(4B):1221–33. doi: 10.1121/1.1913236
 52. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SN, Peake WT. How do Tympanic-membrane Perforations Affect Human Middle-ear Sound Transmission? Acta Oto-Laryngologica. 2001 Jan;121(2):169–73. doi: 10.1080/000164801300043343
 53. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SN, Peake WT. Middle-ear function with tympanic-membrane perforations. I. Measurements and mechanisms. The Journal of the Acoustical Society of America. 2001 Sep;110(3):1432–44. doi: 10.1121/1.1394195
 54. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SN, Peake WT. Middle-ear function with tympanic-membrane perforations. II. A simple model. The Journal of the Acoustical Society of America. 2001 Sep;110(3):1445–52. doi: 10.1121/1.1394196
 55. Weaver EG, Lawrence M. Physiological Acoustics. Princeton University Press; 2015.
 56. Wielinga EW, Peters TA, Tonnaer EL, W Kuijpers, Curfs JH. Middle Ear Effusions and Structure of the Tympanic Membrane. The Laryngoscope. 2001 Jan 1;111(1):90–5. doi: 10.1097/00005537-200101000-000163
 57. Wright WK. Repair of chronic central perforations of the tympanic membrane: By repeated acid cautery; by skin grafting. The Laryngoscope. 1956 Nov;66(11):1464–87. doi: 10.1002/lary.5540661104

Информация об авторах

✉Шевлюк Николай Николаевич – д-р. биол. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Оренбургского государственного медицинского университета. Ул. Советская, 6, Оренбург, 460000; k_histology@orgma.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9299-0571>
SPIN 6952-0466
Долгов Вячеслав Александрович – д-р мед. наук, профессор кафедры оториноларингологии Оренбургского государственного медицинского университета; k_lor@orgma.ru
SPIN 7838-5053

Information about the authors

✉Nikolai N. Shevlyuk – Doct. Sci. (Biol.), Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Professor of Histology, Cytology and Embryology department of the Orenburg State Medical University. Ul. Sovetskaya, 6, Orenburg, 460000; k_histology@orgma.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9299-0571>
SPIN 6952-0466
Vyacheslav A. Dolgov – Doct. Sci. (Med.), Professor of Otolaryngology Department of Orenburg State Medical University; k_lor@orgma.ru
SPIN 7838-5053