

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ОТОХИРУРГИИ

Н. В. Горбунова¹, И. И. Морозов^{1,2}¹ ФКУЗ Главный клинический госпиталь МВД России, Москва² Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

За последнее десятилетие наблюдается быстрый рост и развитие эндоскопической хирургии уха при лечении болезней среднего уха и латеральных отделов основания черепа как у детей, так и у взрослых. В обзорной статье представлены современные тенденции в области применения эндоскопии в отохирургии. К преимуществам эндоскопии относятся превосходная эргономика, малотравматичный доступ к среднему уху через наружный слуховой проход. Трансканальная эндоскопическая хирургия уха продемонстрировала сравнимые результаты при лечении холестеатомы, перфорации барабанной перепонки и отосклероза по сравнению с микроскопическими доступами, при этом используются менее инвазивные хирургические доступы и снижается потребность в ретроаурикулярных разрезах. Эндоскопическая асистенция также полезна при различных поражениях основания черепа, включая гломусные опухоли, менингиомы и вестибулярные шванномы. Вне операционной эндоскопию можно использовать при осмотре наружного и среднего уха, а также для визуального контроля при обработке сложных полостей сосцевидного отростка в послеоперационном периоде. Всесторонняя оценка применения эндоскопической ассистенции в отохирургии явилась целью данного обзора литературы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эндоскопическая отохирургия, эндоскопическая тимпаноластика, хронический гнойный средний отит, холестеатома

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ: Морозов Иван Ильич, e-mail: ivmoro@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Горбунова Н.В., Морозов И.И. Современные тенденции в эндоскопической отохирургии.

Вестник медицинского института непрерывного образования. — 2023. — Т. 3, № 2. — С. 33–38. — DOI 10.36107/2782-1714_2023-3-2-33-38

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

MODERN TRENDS IN ENDOSCOPIC OTOSURGERY

N. V. Gorbunova¹, I. I. Morozov^{1,2}¹ Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow² Medical Institute of Continuing Education of Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

ABSTRACT

Over the past decade, there has been a rapid growth and development of endoscopic otosurgery in the treatment of diseases of the middle ear and lateral parts of the skull base in both children and adults. The literature review presents the current trends in the field of endoscopy in otosurgery. The advantages of endoscopy include excellent ergonomics, a less traumatic access to the middle ear through the external auditory canal. Transcanal endoscopic ear surgery has shown the results in the treatment of cholesteatoma, tympanic membrane perforation, and otosclerosis compared to the microscopic approaches, using the less invasive surgical approaches and reducing the need for retroauricular incisions. Endoscopic assistance is also useful in a variety of skull base lesions, including glomus tumors, meningiomas, and vestibular schwannomas. Outside the operating room, endoscopy can be used to examine the outer and middle ear, as well as to treat complex mastoid cavities in the postoperative period. The aim of this literature review was the comprehensive evaluation of the use of endoscopic assistance in otosurgery.

KEYWORDS: endoscopic otosurgery, endoscopic tympanoplasty, chronic suppurative otitis media, cholesteatoma

CORRESPONDENCE: Morozov Ivan Ilyich, e-mail: ivmoro@mail.ru

FOR CITATIONS: Gorbunova N. V., Morozov I. I. Modern trends in endoscopic otosurgery. Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education. — 2023. — V. 3, № 2. — P. 33–38. — DOI 10.36107/2782-1714_2023-3-2-33-38

FUNDING SOURCE: The authors declare no funding for the study.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: The authors declare no conflicts of interest.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия эндоскоп превратился в мощный хирургический инструмент для малоинвазивной хирургии, позволяющий получить не только доступ к труднодоступным зонам и улучшить визуализацию, но и значительно уменьшить объем иссечения или коррекции окружающих интактных мягких тканей или височной кости [1–5]. Активное использование эндоскопии в ринологии и ларингологии и результаты хирургии с ее использованием позволили перенести накопленный опыт в область отологии, которая в настоящее время претерпевает аналогичную эволюцию, продвигая преимущества эндоскопа как в диагностике, так и в хирургии [6]. В последнее десятилетие наблюдается быстрое распространение эндоскопической хирургии для лечения болезней среднего уха и латеральной части основания черепа у детей и взрослых. Таким образом, целью данного обзора литературы явилась всесторонняя оценка аспектов применения эндоскопов в хирургии среднего уха.

Бинокулярный микроскоп произвел революцию в отологии благодаря способности освещать и увеличивать операционное поле, освобождая при этом руки хирурга и позволяя проводить диссекцию двумя руками. Однако микроскоп обеспечивает прямое изображение с узким полем зрения, которое ограничено размером и формой наружного слухового прохода (НСП) и ушной воронки при эндоуральном подходе (рис. 1) [5–7]. Чтобы получить доступ к пространствам среднего уха, которые плохо визуализируются под микроскопом, таким как аттик, лицевой карман и гипотимпанум, нередко приходится выполнять более травматичный заушный доступ или доступ через сосцевидный отросток. Ретроаурикулярные доступы требуют дополнительной ретракции мягких тканей и сверления кости, что может привести к дизестезии или анестезии ушной раковины, гипертрофическим рубцам, келоидам или раневой инфекции, а также необходимостью восполнять утраченную костную ткань с целью профилактики «болезни оперированного уха» [6–8]. Уход за сосцевидным отростком может быть особенно сложным у детей, а трансканальный подход может помочь избежать смены повязок сосцевидного отростка, снятия швов и необходимости частых послеоперационных процедур [2, 3].

Эндоскопы лишены многих ограничений бинокулярного микроскопа за счет обеспечения обзора вне прямой видимости, который менее ограничен размером и формой НСП или ушной воронки, при этом как освещение, так и захват изображения происходят на дистальном конце эндоскопа в непосредственной близости от операционного поля (рис. 2). Это имеет особое преимущество у пациентов с извилистыми или узким НСП. Эндоскопическое изображение также имеет оптимальную глубину резкости с широким углом обзора (в зависимости от вида эндоскопа), что позволяет хирургам «заглянуть за угол» в скрытые углубления, недоступные для микроскопа [3, 5, 6, 8].

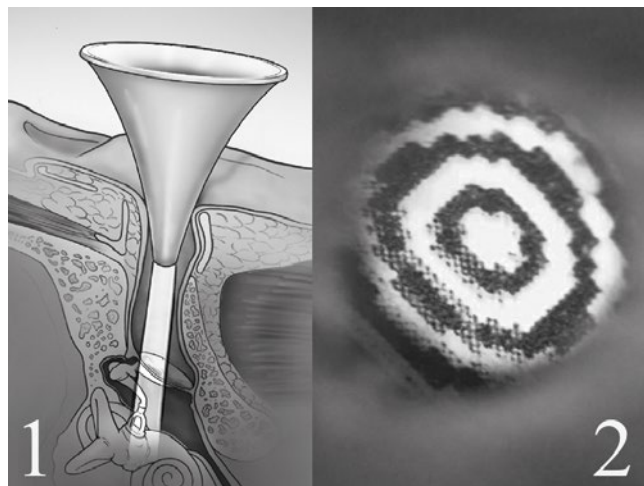


Рис. 1. Зона обзора бинокулярного микроскопа через ушную воронку. 1 – схема направления светового потока; 2 – площадь обзора

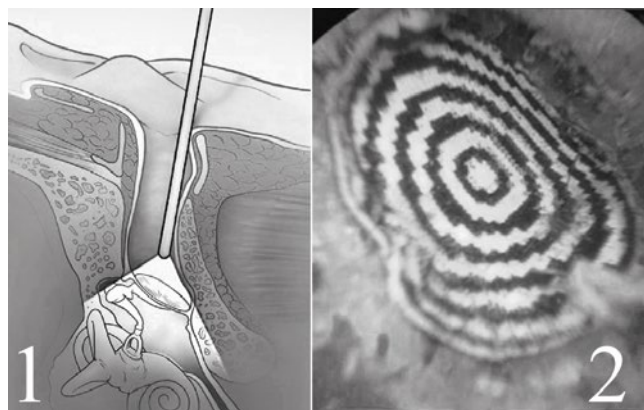


Рис. 2. Зона обзора эндоскопа через наружный слуховой проход. 1 – схема направления светового потока; 2 – площадь обзора

Преимущества эндоскопа не ограничиваются улучшенным доступом и визуализацией. Для эндоскопической хирургии среднего уха используется то же эндоскопическое оборудование, что и для эндоскопической синусохирургии, которое является универсальным, более дешевым по сравнению с операционным микроскопом [3, 6].

Эндоскопы не лишены собственного набора ограничений. Недостатки эндоскопической хирургии среднего уха включают необходимость выполнять всю диссекцию одной рукой без возможности аспирации в операционном поле другой рукой, также существует сложность восприятия глубины резкости, что требует длительной адаптации восприятия изображения с монитора. Кривая обучаемости в своем начале имеет пологий характер для отохирургов, не прошедших эндоскопическую подготовку по синусохирургии и ринохирургии, ранее не специализировавшихся на классической микроскопической отохирургии [5, 6].

Одним из важных критериев оценки эффективности любой методики является ее эргономика. Длительная работа за микроскопом связана с повышенным риском растяжения мышц шеи и спины [9], даже

в амбулаторных условиях [10]. В ходе опроса 325 оториноларингологов в Великобритании 72 % сообщили о боли в спине или шее, и было обнаружено, что отологи и отохирурги сообщают о самом высоком уровне болевых ощущений среди ЛОР-специальностей, вероятно, связанном с работой за микроскопом, которая может потребовать длительного статического положения шеи, спины и рук. Исследования показали, что оптимальное расположение монитора и инструментов улучшают производительность и эффективность операции, что может положительно повлиять как на время операции, так и на безопасность пациентов [12–15].

Настройка операционной для эндоскопической хирургии среднего уха похожа на традиционную при эндоскопической хирургии полости носа: эндоскопическая стойка или установленный видеоэкран должны располагаться прямо напротив хирурга, как можно ближе к уровню глаз, чтобы шея оставалась в удобном нейтральном положении. Операционная сестра и операционный стол должны находиться рядом с видеомонитором, а инструменты должны проходить над туловищем пациента. Анестезиологическое оборудование должно размещаться слева от пациента, на уровне ног. Микроскоп должен оставаться доступным в любое время в случае необходимости конверсии [6, 13, 15].

Удобное и безопасное положение тела имеет решающее значение для предотвращения мышечной усталости и дрожания камеры. Хирург должен сидеть в стандартном отоларингическом кресле с подлокотниками. Предплечья и локти следует стабилизировать, положив их на подлокотники или стол. Сам эндоскоп должен стабилизироваться, аккуратно опираясь на хрящевую часть наружного слухового прохода [11–14].

Анатомические различия делают микроскопическую отохирургию особенно сложной в педиатрической практике, часто требуя ретроаурикулярного доступа. В таких случаях трансканальная эндоскопическая хирургия уха может снизить потребность в постаурикулярном разрезе и избежать связанных с этим послеоперационных проблем [2, 3, 16, 17].

Эндоскопическая отохирургия идеально подходит для детской оториноларингологии. Проведенное в 2017 году исследование компьютерной томографии височных костей 40 детей со средним возрастом 8,5 лет показало, что средний диаметр перешейка НСП у детей составляет 5,4 мм по сравнению с 6,9 мм у взрослых, и что у 84 % детей выполнима трансканальная эндоскопическая хирургия уха с эндоскопом 3 мм. Кроме того, более острый угол НПП по отношению к барабанной перепонке у детей представляет еще одну анатомическую проблему, поскольку может мешать визуализации эптитимпанума и барабанной перепонки [17].

Впервые эндоскопы были использованы в отологии исключительно для описания анатомии уха [18, 19], а затем в качестве дополнения к микроскопической отохирургии для поиска остаточной холестеатомы после санирующих операций [20]. В конце 1990-х годов появи-

лась эндоскопическая хирургия среднего уха, и эндоскоп превратился из вспомогательного наблюдательного инструмента в основной операционный инструмент [1, 4]. В последнее десятилетие наблюдается быстрый рост числа исследований эффективности эндоскопической хирургии среднего уха для лечения заболеваний среднего уха у детей и взрослых [1, 4, 21–24].

Эндоскопическая отохирургия оптимальна при первично-приобретенных холестеатомах, которые возникают в результате ретракции барабанной перепонки и распространения в барабанную полость. При трансканальном эндоскопическом доступе можно проследить анатомический рост ретракционного кармана и отделить его от слуховых косточек и связок единым блоком. При использовании эндоскопов с различным углом обзора можно достичь оптимальной визуализации таких типичных участков расположения холестеатомы, как протимпанум, эптитимпанум и ретротимпанум, что снижает потребность в мастоидэктомии и резекции стенок наружного слухового прохода [27–27]. К этим пространствам легко получить доступ с помощью эндоскопа через НСП после удаления латеральной стенки аттика (рис. 3). Немаловажным является сохранение ткани сосцевидного отростка, которая поддерживает нормальный газообмен в среднем ухе [26].

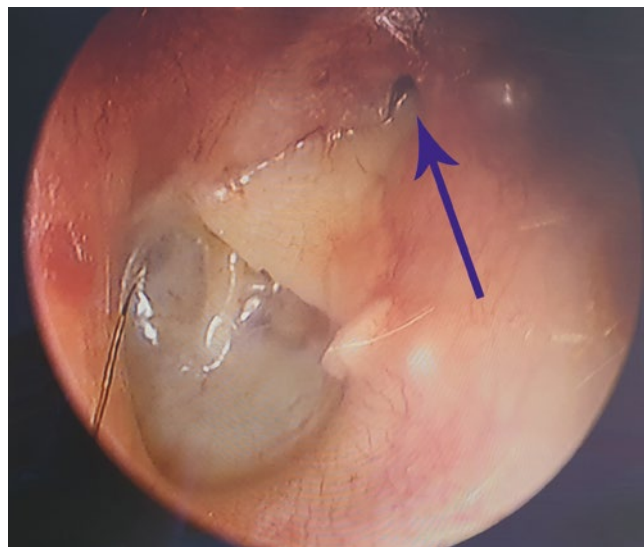


Рис. 3. Результат эндоскопической аттикоантротомии через 1 год после операции, стрелкой указана зона доступа в аттик и антрум, которая реконструирована аутохрящом

В систематических обзорах и мета-анализах, проведенных в период с 2016 по 2022 год, сообщалось о сопоставимых показателях интраоперационного контроля удаления холестеатомы и значительно более низких показателях рецидивов при эндоскопической хирургии среднего уха по сравнению с микроскопической отохирургией [21–23, 25–27]. В обзоре литературы 2021–2022 годов эндоскопическая хирургия при патологии

среднего уха продемонстрировала улучшение качества жизни пациентов при меньшей хирургической травме, отсутствии заушных разрезов, и, следовательно, более коротком времени заживления по сравнению с микроскопической отохирургией [23, 25]. По этим причинам есть четкие показания для эндоскопической хирургии среднего уха при холестеатомах, ограниченных средним ухом и антральным отделом. В случае холестеатом, распространяющихся на сосцевидный отросток, предпочтительно использование микроскопа и мастоидотомии [1, 4, 8, 21–23].

Тимпанопластика, выполненная эндоскопическим доступом, снижает необходимость каналоластики, обладает лучшим косметическим результатом, сокращает время операции, период заживления и соответствует аналогичным аудиологическим результатам, аналогичному показателю успешности приживления трансплантата и аналогичной частоте осложнений по сравнению с традиционной микроскопической техникой [21–23].

Эндоскопическая ассистенция также может сыграть важную роль в тех случаях, когда требуется ретроаурикулярный доступ. Трансмастоидальная эндоскопическая хирургия уха использует сосцевидный отросток в качестве доступа к эпитимпануму и верхнему мезотимпануму и может использоваться для удаления остаточной холестеатомы из адитуса, карманов антрума и барабанной полости при распространенной холестеатоме (рис. 4, 5), уменьшая потребность в мастоидэктомии [23, 25].

Хирургическое лечение холестеатомы, перфораций барабанной перепонки и отосклероза [27] являются основными показаниями для эндоскопической хирургии среднего уха, но в последнее время увеличилось количество исследований по операциям, не связанным с холестеатомой.

Эндоскопическая ассистенция также показана при удалении опухолей среднего уха, сосцевидного отростка и латерального основания черепа, позволяя улучшить визуализацию опухоли и уменьшая потребность в дополнительном вскрытии клеток сосцевидного отростка. Несколько исследований продемонстрировали его эффективность при лечении различных поражений основания черепа, включая гломусные опухоли, менингиомы и вестибулярные шванномы. Кроме того, интраоперационное эндоскопическое исследование значительно улучшает обнаружение остаточной опухоли, упущенной при микроскопической визуализации, что улучшает радикальность резекции опухоли [2, 28–30]

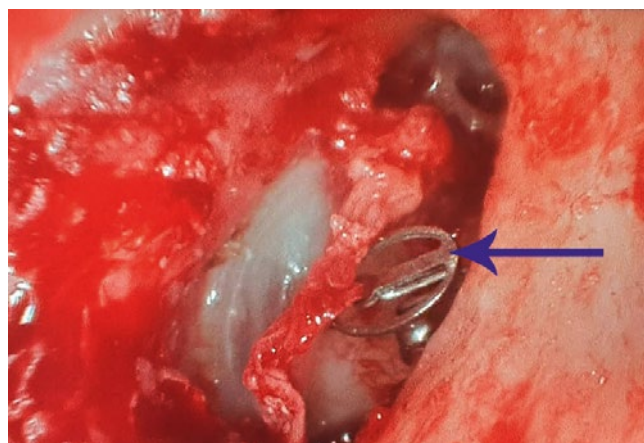


Рис. 4. Реконструкция цепи слуховых косточек титановым протезом (указан стрелкой), вид зоны операции через микроскоп; стремя, область гипотимпанума и лицевого нерва не обозримы

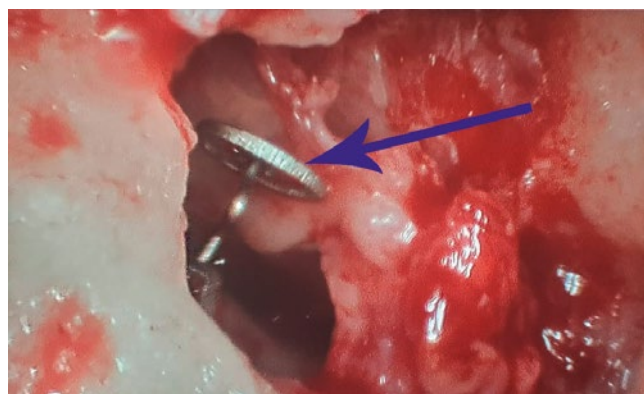


Рис. 5. Реконструкция цепи слуховых косточек титановым протезом (указан стрелкой), эндоскопический вид зоны операции через мастоидальную полость; стремя, область гипотимпанума и лицевого нерва хорошо обозримы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клинические исследования эндоскопической хирургии среднего уха подтвердили сопоставимые результаты по сравнению с микроскопическими доступами при использовании менее инвазивных хирургических доступов. Эндоскопический доступ обеспечивает оптимальную глубину резкости и широкий угол обзора для превосходной визуализации скрытых для прямого микроскопического видения участков и менее зависим от размеров и формы наружного слухового прохода по сравнению с микроскопическим доступом, особенно в педиатрической практике. Эти преимущества помогают уменьшить потребность в ретроаурикулярных разрезах и обширной костной резекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kapadiya M., Tarabichi M. / An overview of endoscopic ear surgery in 2018 // *Laryngoscope Invest Otolaryngol.* — 2019. — 4. — P. 365–373.
2. Грачев Н. С., Полев Г. А., Морозов И. И., Самарин А. Е., Ворожцов И. Н., Щербаков Д. А. / Опыт применения эндоскопической техники в отохирургии у детей. // *Вестник оториноларингологии.* — 2020. — Т. 85. № 1. — С. 59–63. — <https://doi.org/10.17116/otorino20208501159> [Grachev N.S, Polev G.A, Morozov I.I, Samarin A.E, Vorozhtsov I.N, Shcherbakov D.A. / Our first experience with endoscopic ear surgery // *Vestnik otorinolaringologii.* — 2020. — V. 85. № 1. — P. 59–63. (In Russ.) — <https://doi.org/10.17116/otorino20208501159>].
3. Miller K. A., Fina M., Lee D. J. / Principles of pediatric endoscopic ear surgery // *Otolaryngol Clin North Am.* — 2019. — 52. P. 825–845.
4. Kozin E. D., Gulati S., Kaplan A. B., et al. / Systematic review of outcomes following observational and operative endoscopic middle ear surgery // *Laryngoscope.* — 2015. — 125. — P. 1205–1214.
5. Kozin E. D., Lee D. J. Basic principles of endoscopic ear surgery // *Oper Tech Otolaryngol — Head Neck Surg.* — 2017. — 28. — P. 2–10.
6. Ryan P., Wuesthoff C., Patel N. / Getting started in endoscopic ear surgery // *J Otol.* — 2020/ — 15. — P. 6–16.
7. Морозов И. И. Наш опыт мастоидопластики при хирургическом лечении хронического гнойного среднего отита / И. И. Морозов, Н. С. Грачев, Н. В. Горбунова // *Вестник Медицинского института непрерывного образования.* — 2023. — Т. 3. № 1. — С. 64–67. [Morozov I. I., Grachev N. S., Gorbunova N. V. Experience of the surgical treatment of chronic suppurative otitis media with mastoidoplasty // *Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education.* — 2023. V. 3. № 1. — P. 64–67 (In Russ.)].
8. Hu Y., Teh B. M., Hurtado G., Yao X., Huang J., Shen Y. / Can endoscopic ear surgery replace microscopic surgery in the treatment of acquired cholesteatoma? A contemporary review // *Int J Pediatr Otorhinolaryngo l.* — 2020. — Apr. — 131. — 109872. — doi: 10.1016/j.ijporl.2020.109872.
9. Vijendren A., Devereux G., Kenway B., Duffield K., Yung M. / Effects of intensive microscopic work on neck and back strain and the benefits of a prototype ergonomic chair // *J Laryngol Otol.* — 2016. — 130. — P. 3–54.
10. Govil N., DeMayo W. M., Hirsch B. E., McCall A. A. Optimizing positioning for in-office otology procedures // *Otolaryngol Head Neck Surg.* — 2017. — 156. — P. 156–160.
11. Vaisbuch Y., Aaron K. A., Moore J. M., et al. / Ergonomic hazards in otolaryngology // *Laryngoscope.* 2019. — 129. — P. 370–376.
12. Babar-Craig H., Banfield G., Knight J. / Prevalence of back and neck pain amongst ENT consultants: national survey // *J Laryngol Otol.* — 2003. — 117. — P. 979–982.
13. Ramakrishnan V. R., Montero P. N. / Ergonomic considerations in endoscopic sinus surgery: lessons learned from laparoscopic surgeons // *Am J Rhinol Allergy.* — 2013. — 27. — P. 245–250.
14. Ozturan O., Dogan R., Eren S. B., Aksoy F. / Intraoperative thermal safety of endoscopic ear surgery utilizing a holder // *Am J Otolaryngol.* — 2018. — 39. — P. 585–591.
15. Kozin E. D., Lee D. J. / Staying safe during endoscopic ear surgery // *ENT Audiol News.* — 2016. — 25. — P. 3–6.
16. Богомильский М. Р., Полунин М. М., Солдатский Ю. Л., Минасян В. С., Иваненко А. М., Кульмаков С. А. Трансканальные эндоскопические операции на среднем ухе у детей с хроническим гнойным средним отитом // *Вестник оториноларингологии.* — 2021. — Т. 86. № 1. — С. 25–29. — <https://doi.org/10.17116/otorino20218601125> [Bogomilsky MR, Polunin MM, Soldatsky YuL, Minasyan VS, Ivanenko AM, Kulmakov SA. Transcanal endoscopic middle ear surgery in children with chronic suppurative otitis media // *Bulletin of Otorhinolaryngology = Vestnik otorinolaringologii.* — 2021 — V. 86. № 1. — P. 25–29. (In Russ.)].
17. Sun W. H., Kuo C. L., Huang T. C. / The anatomic applicability of transcanal endoscopic ear surgery in children // *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* — 2018. — 105. — P. 118–122.
18. Mer S. B., Derbyshire A. J., Brushenko A., Pontarelli D. A. / Fiberoptic endoscopes for examining the middle ear // *Arch Otolaryngol.* — 1967. — 85. — P. 387–393.
19. Nomura Y. / Effective photography in otolaryngology-head and neck surgery: endoscopic photography of the middle ear // *Otolaryngol Head Neck Surg.* — 1982. — 90. — P. 395–398.
20. Tarabichi M. / Endoscopic management of acquired cholesteatoma // *Am J Otol.* — 1997. — 18. — P. 544–549.
21. Kiringoda R., Kozin E. D., Lee D. J. / Outcomes in endoscopic ear surgery // *Otolaryngol Clin North Am.* — 2016. — 49. — P. 1271–1290.
22. Tseng C. C., Lai M. T., Wu C. C., Yuan S. P., Ding Y. F. / Comparison of the efficacy of endoscopic tympanoplasty and microscopic tympanoplasty: a systematic review and meta-analysis // *Laryngoscope.* — 2017. — 127. — P. 1890–1896.
23. Морозов, И. И. Анализ неудачного исхода оксикулопластики, обусловленного особенностями фиксации протеза / И. И. Морозов, Н. С. Грачев, Н. В. Горбунова // *Вестник Медицинского института непрерывного образования.* — 2023. — Т. 3. № 1. — С. 68–71. [Morozov I. I., Grachev N. S., Gorbunova N. V. Analysis of the unsuccessful outcome of ossiculoplasty due to the peculiarities of prosthesis fixation // *Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education.* — 2023. — V. 3. № 1. — P. 68–71. (In Russ.)].
24. Li B., Zhou L., Wang M., Wang Y., Zou J. / Endoscopic versus microscopic surgery for treatment of middle ear cholesteatoma: A systematic review and meta-analysis // *Am J Otolaryngol.* — 2021. — Mar-Apr. — 42(2):102451. doi: 10.1016/j.amjoto.2020.102451.
25. Guo L., Su Y., Cai Z., Yang Y. / Outcomes of transcanal endoscopic middle ear surgery for congenital cholesteatoma // *Acta Otolaryngol.* — 2023. — Feb. — 143(2):141–146. doi: 10.1080/00016489.2023.2176544.
26. Tang Y., Gao M., Zhang T., Yang H. / A comparative study of changes in audiological characteristics when using endoscopic and microscopic stapes surgery in patients with otosclerosis // *Ann Transl Med.* — 2022. — Apr. — 10(8):458. doi: 10.21037/atm-22-1252.

27. Pollak N., Soni R.S. / Endoscopic excision of a tympanic paraganglioma: training the next generation of ear surgeons // World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg. — 2017. — 3. — P. 160–162.
28. Corrivetti F., Cacciotti G., Scavo C.G., et al. / Flexible endoscopic assistance in the surgical management of vestibular schwannomas // Neurosurg Rev. — 2021. — 44. — P. 63–371. — <https://doi.org/10.1007/s10143-019-01195-0>.
29. Zanoletti E., Mazzoni A., Martini A., et al. / Surgery of the lateral skull base: a 50-year endeavor // Acta Otorhinolaryngol Ital. — 2019. — 39. — P. 1–146.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Горбунова Наталия Вячеславовна — врач оториноларингологического отделения ФКУЗ ГКГ МВД России. 123060 Москва, ул. Народного Ополчения д. 35. <https://orcid.org/0000-0002-8947-3220>

Морозов Иван Ильич — к.м.н., доцент, начальник оториноларингологического отделения ФКУЗ ГКГ МВД России, главный внештатный оториноларинголог медицинской службы МВД России, кафедра оториноларингологии МИНО ФГБУ ВО «РОСБИОТЕХ». 123060 Москва, ул. Народного Ополчения д. 35. <http://orcid.org/0000-0002-7178-2594>, SPIN-код: 9170-4453, AuthorID: 927541

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Горбунова Н. В., Морозов И. И. — концепция и дизайн исследования.

Горбунова Н. В., Морозов И. И. — сбор и обработка материала.

Горбунова Н. В. — статистическая обработка данных.

Горбунова Н. В., Морозов И. И. — написание текста.

Морозов И. И. — редактирование.

ПОСТУПИЛА: 23.03.2023

ПРИНЯТА: 27.04.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 27.06.2023