

ОТИАТРИЯ

Научная статья

УДК 616.28-089:617-7:615.47

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-4-103-107>

Применение ультразвукового хирургического инструмента (пъезотома) при операциях на костных структурах наружного и среднего уха

Ф. В. Семенов¹, Ю. И. Дорофеева², Р. В. Резников³

^{1,2,3} Кубанский государственный медицинский университет,
Краснодар, 350007, Российская Федерация

¹ lorplastika@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4323-9869>

² dr.dorofeeva@bk.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

³ kb3kkr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-556-2459>

Реферат. В работе представлены сравнительные результаты использования ультразвукового хирургического инструмента (пъезотома) и бормашины при удалении костных образований на широком основании в области наружного слухового прохода, при каналопластике, работе в области канала лицевого нерва, твердой мозговой оболочки средней черепной ямки и сигмовидного синуса. Сравнение проведено путем анализа анкетирования хирургов по следующим показателям: 1) удобство выполнения соответствующего этапа операции в сравнении с бормашиной; 2) время в минутах, необходимое для проведения соответствующего этапа операции; 3) технические затруднения, выявленные при использовании пьезотома в сравнении с бормашиной. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение ультразвукового инструмента при выполнении отдельных этапов операции на костных структурах наружного и среднего уха как менее травматичного в сравнении с бормашиной.

Ключевые слова: тимпанопластика, пьезоэлектрический хирургический инструмент, операции в области наружного и среднего уха

Для цитирования: Семенов Ф. В., Дорофеева Ю. И., Резников Р. В. Применение ультразвукового хирургического инструмента (пъезотома) при операциях на костных структурах наружного и среднего уха. *Российская оториноларингология. 2025;24(4):103-107.* <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-4-103-107>

Use of ultrasonic surgical instrument (piezotome) in operations on bone structures of outer and middle ear

F. V. Semenov¹, Yu. I. Dorofeeva², R. V. Reznikov³

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, 350007, Russian Federation

¹ lorplastika@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4323-9869>

² dr.dorofeeva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

³ kb3kkr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-556-2459>

Abstract. This paper presents comparative results of using ultrasonic surgical instruments (piezotome) and a burr drill in the removal of bone masses in the area of the external auditory canal (canaloplasty), in the area of the facial nerve, dura mater of the middle cranial fossa and the sigmoid sinus. The comparison was made by analyzing the surgeons' questionnaires on the following indicators: 1) convenience of performing the corresponding stage of the operation by piezotome in comparison with a burr machine; 2) required time (in minutes) to perform the corresponding stage of the operation; 3) identified technical difficulties when using a piezotome in comparison with a burr machine. The obtained results allow us to recommend the use of ultrasonic instruments in the performance of certain stages of surgery on the bony structures of the external and middle ear as less traumatic in comparison with a burr drill.

Keywords: tympanoplasty, piezoelectric surgical instrument, external and middle ear surgeries

For citation: Semenov F. V., Dorofeeva Yu. I., Reznikov R. V. Use of ultrasonic surgical instrument (piezotome) in operations on bone structures of outer and middle ear. *Russian Otorhinolaryngology*. 2025;24(4):103-107. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2025-4-103-107>

Пьезоэлектрическая костная хирургия, известная как пьезохирургия, — это техника остеотомии с использованием ультразвукового хирургического аппарата. Воздействие на кость осуществляется с помощью микровибраций, созданных пьезоэлектрическим эффектом, который передает ультразвуковые высокочастотные колебания через металлическую рабочую часть инструмента. Пьезоэффект возникает при прохождении электрического тока через особые кристаллы, заставляя их колебаться на ультразвуковых частотах. Благодаря своим характеристикам микровибрации позволяют селективно разрезать только минерализованные структуры без повреждения мягких тканей при случайном контакте [1]. Техника хирургического вмешательства является наиболее детально разработанным вопросом в лечении больных с патологией наружного и среднего уха. В современной отохирургии для работы в области височной кости используются высокоскоростные бормашины [2]. Применение этого инструмента оказало революционное влияние на технические возможности отохирурга. В сравнении с долотами и стамесками бормашина позволяет выполнять сложные вмешательства с меньшим риском [2]. В то же время отдельные этапы санирующих и реконструктивных операций при использовании бормашины нередко вызывают затруднения даже у опытных отохирургов. К таким этапам можно отнести в, в частности, каналоластику, удаление

костного навеса над входом в антрум, работу в области канала лицевого нерва, твердой мозговой оболочки и др. [3, 4]. Выполнение каналоластики крайне важно при недостаточной визуализации границ прикрепления барабанной перепонки во время тимпаноластики [4]. Однако при использовании бормашины велика вероятность травмирования кожи наружного слухового прохода вращающейся фрезой, кроме этого, приходится прибегать к дополнительным мерам защиты от травмы остатками барабанной перепонки и цепи слуховых косточек [5]. Небезопасно применение бормашины и при медиальном расположении остеом наружного слухового прохода в связи с возможностью травмирования структур среднего уха. При фрезеровании кости возможно соскальзывание сверла с обрабатываемой поверхности, что может привести к травмированию функционально важных образований среднего и внутреннего уха, кожи наружного слухового прохода, лицевого нерва, твердой мозговой оболочки, в том числе сигмовидного синуса [5]. К недостаткам использования бормашины относят и возможность развития сенсоневральной тугоухости при воздействии шума и вибрации [6]. Данные Cagdas Kazikdas указывают, что у ряда пациентов наблюдалась послеоперационная потеря высокочастотного слуха (около 4000 Гц) [7]. В работе Urquhart AC отражено развитие временной постоперационной нейросенсорной тугоухости, даже если уровни шума

и вибрации не превышают средних значений [8]. Повышение температуры в канале лицевого нерва при сверлении височной кости потенциально может привести к воспалению нерва с нарушением его функции [7]. В отличие от бормашины пьезотом не издает при работе значительного шума, вибрация практически отсутствует. Проведенные нами экспериментальные исследования показали отсутствие влияния работы пьезотомом в области височной кости на функциональное состояние слухового анализатора.

В литературе есть сведения использования пьезоинструмента в челюстно-лицевой хирургии, при эндоскопических операциях на околоносовых пазухах, глазнице и основании черепа [9]. В отличие от бормашины пьезотом требует только минимального давления на костную ткань. Инструмент должен плавно при минимальном давлении скользить по удаляемой кости, что позволяет более точно рассчитывать движения руки хирурга [10]. Указанные преимущества позволяют рассчитывать на перспективность разработки техники выполнения пьезоинструментами некоторых этапов операций на костных структурах наружного и среднего уха.

Цель исследования

Изучить преимущества и недостатки использования ультразвукового хирургического инструмента (пьезотома) в сравнении с бормашиной на отдельных этапах операций в области наружного и среднего уха.

Пациенты и методы исследования

В период с 2022 по 2023 г. в ГБУЗ «КБ № 3» г. Краснодара с применением пьезотома (Ultrasurgery DS-II LED — ультразвуковой хирургический аппарат с оптикой) выполнена 51 операция в области наружного и среднего уха в том числе: 12 операций по поводу новообразований наружного слухового прохода на широком основании (остеомы и экзостозы НСП), 26 санирующих операций с сохранением задней костной стенки наружного слухового прохода (НСП) и каналопластикой, 8 санирующих операций открытого типа, потребовавших работы в области костного канала лицевого нерва, 5 расширенных операции на среднем ухе с обнажением твердой мозговой оболочки средней и задней черепной ямки. Контрольной группой служили пациенты, которым аналогичные операции произведены с помощью бормашины (высокоскоростная хирургическая моторная система HighSurg 30 при скорости вращения 25 000–30 000 оборотов в минуту). Операции выполняли 2 хирурга с дальнейшей оценкой следующих показателей: 1) удобство выполнения соответствующего этапа операции в сравнении с бормашиной; 2) время в минутах,

необходимое для проведения соответствующего этапа операции; 3) технические затруднения, выявленные при использовании пьезотома в сравнении с бормашиной. Пациенты подписывали информированного добровольное согласие на использование пьезоэлектрического устройства во время хирургического вмешательства.

Полученные результаты

Анализ анкет, заполненных хирургами после выполнения хирургических вмешательств, представлен в таблице. Из таблицы видно, что время, затраченное на выполнение каналоластики при использовании пьезотома и бормашины, было примерно одинаковым. После циркулярного разреза кожи области передней стенки наружного слухового прохода кожу отслаивали медиально до барабанного до кольца либо латерально. При использовании бормашины для защиты от травмы кожи слухового прохода и остатков барабанной перепонки использовали диск, вырезанный из алюминиевой фольги. Далее постепенно удаляли нависающую костную часть слухового прохода до появления достаточного обзора переднего меатотимпанального угла. При работе бормашиной создаются турбулентные потоки воздуха, которые могут способствовать контакту рабочей части инструмента с окружающей кожей и остатками барабанной перепонки, что сопровождается значительным повреждением этих структур. При работе пьезотомом осуществлялись плавные движения рабочей частью инструмента вдоль продольной оси слухового прохода. При этом необходим только легкий контакт рабочей части инструмента с костью, что позволяет четко контролировать объем удаляемых тканей. Пьезотом не имеет вращающейся рабочей части, поэтому защищать отсепарованную кожу наружного слухового прохода и остатки барабанной перепонки нет необходимости.

Длительность операции при удалении остеомы и экзостозов НСП при использовании бормашины и пьезотома также существенно не различалась. После создания доступа при эндоуральном или ретроаурикулярном подходе осуществляли отслойку кожи. Чаще всего отслойка в медиальном направлении возможна только до наиболее выступающей в просвет НСП части новообразования. При работе бормашиной использовали различные способы защиты кожного покрова, что зачастую суживает операционное поле. Пьезотом имеет значительные преимущества в этой области. Тонкие слои костной ткани легко снимаются, не травмируя кожный лоскут. После достижения наиболее выступающей в НСП части новообразования пьезотом, в отличие от бормашины, позволяет продолжать удалять кость с латеральной части образования без повреждения кожи.

Сравнительная характеристика работы на костных структурах наружного и среднего уха при выполнении операции с помощью бормашины и пьезотома

Table

Comparative characteristics of work on bony structures of the external and middle ear when performing surgery with a burr drill and a piezotome

Этап оперативного вмешательства	Удобство выполнения в сравнении с бормашиной	Время выполнения, мин, пьезотомом/ бормашиной	Перечень затруднений при использовании пьезотома — А, бормашины — Б
Каналоластика	++	$10 \pm 2,0 / 8 \pm 4,0$ ($p > 0,05$)	А — нет; Б: 1) необходимость защиты кожи слухового прохода; 2) необходимость защиты остатков барабанной перепонки и цепи слуховых косточек
Удаление остеом (экзостозов) НСП на широком основании	++	$15 \pm 3,0 / 10 \pm 3,0$ ($p > 0,05$)	А — нет; Б: 1) необходимость защиты кожи слухового прохода; 2) необходимость защиты барабанной перепонки
Удаление костных структур в проекции канала лицевого нерва и капсулы лабиринта	+	$9 \pm 3,0 / 10 \pm 3,0$ ($p > 0,05$)	А — нет; Б: более выраженное психоэмоциональное напряжение в связи с опасностью травмирования функционально важных структур
Удаление костных тканей при обнажении твердой мозговой оболочки средней и задней черепной ямки	+	$10 \pm 2,5 / 12 \pm 4,5$ ($p > 0,05$)	А — нет; Б: более выраженное психоэмоциональное напряжение в связи с опасностью травмирования мозговых оболочек
Примечание: «+» — так же как при работе бормашиной; «++» — более удобно в сравнении с бормашиной.			

Безопасна работа ультразвуковым инструментом и вблизи барабанной перепонки. При удалении новообразования в области передней и нижней стенок НСП пьезотомом, в отличие от бормашины, можно практически полностью исключить непреднамеренное проникновение в область височно-нижнечелюстного сустава.

Удаление костных структур в проекции канала лицевого нерва и капсулы лабиринта чаще всего необходимо при выполнении открытых типов санирующих операций на среднем ухе. Вскрытие антрума и удаление латеральной части костного отдела НСП проще выполнить с помощью бормашины, это занимает меньше времени, чем работа пьезотомомом. После приближения ко входу в антрум и каналу лицевого нерва целесообразно воспользоваться пьезотомомом. Описанные выше преимущества ультразвукового инструмента позволяют избежать травмирования функционально важных структур среднего уха.

При распространенном кариозном процессе, а также при выполнении расширенной мастоидэктомии у пациентов с отогенными внутричерепными осложнениями необходимо удаление кости в области средней и задней черепной ямки. При

использовании бормашины более вероятна травма твердой мозговой оболочки в области височной доли мозга и сигмовидного синуса. Последнее происходит при неконтролируемом проникновении через кость вращающейся рабочей части, на которую оказывается давление рукой врача. В нашем исследовании оба хирурга при использовании бормашины отмечали более выраженное психоэмоциональное напряжение в связи с опасностью травмирования мозговых оболочек. При работе пьезотома давление на кость минимально, и даже при контакте с указанными анатомическими образованиями рабочая часть инструмента не вызывает повреждения мягких тканей.

Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать применение ультразвукового инструмента при выполнении отдельных этапов операции на костных структурах наружного и среднего уха. Наиболее целесообразно использование пьезотома при каналоластике, удалении костных образований на широком основании в области наружного слухового прохода, работе в области канала лицевого нерва, твердой мозговой оболочки средней черепной ямки и сигмовидного синуса.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. *Implant Dent.* 2006. Dec;15(4):334-340. <https://doi.org/10.1097/oi.0000247859.86693.ef>. PMID: 17172949.
2. Bento RF, Fonseca AC. A brief history of mastoidectomy. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2013 Apr;17(2):168-178. <https://doi.org/10.7162/S1809-97772013000200009>. PMID: 25992009; PMCID: PMC4423283.
3. Frese KA, Rudert H, Maune S. Die operative Behandlung von Gehörgangsexostosen [Surgical treatment of auditory canal exostoses]. *Laryngorhinootologie.* 1999 Oct;78(10):538-543. German. <https://doi.org/10.1055/s-1999-8754>. PMID: 10595337.
4. Li X, Cao T, Gao Z, Feng G, Shen P. An intelligent method for identifying otological drill slippage. *Proc Inst Mech Eng H.* 2012 Apr;226(4):312-319. <https://doi.org/10.1177/0954411912438498>. PMID: 22611871.
5. Mudry A, Hetzler D. Birth and Evolution of Chiselling and Drilling Techniques for Removing Ear Canal Exostoses. *Otol Neurotol.* 2016 Jan;37(1):109-114. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000919>. PMID: 26649611.
6. Семенов Ф. В., Сироджова Л. Н., Дорофеева Ю. И. Влияние работы бормашины на состояние костной проводимости при операциях на среднем ухе. *Российская оториноларингология.* 2023;22(2):53-56. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-2-53-56>
Semenov F. V., Sirodzhova L. N., Dorofeeva Yu. I. Effect of the drill operation on the state of bone conduction during middle ear surgeries. *Russian Otolaryngology.* 2023;22(2):53-56. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-2-53-56>
7. Kazikdas KC, Onal K, Yildirim N. Sensorineural hearing loss after ossicular manipulation and drill-generated acoustic trauma in type I tympanoplasty with and without mastoidectomy: A series of 51 cases. *Ear Nose Throat J.* 2015 Sep;94(9):378-98. PMID: 26401668.
8. Urquhart AC, McIntosh WA, Bodenstein NP. Drill-generated sensorineural hearing loss following mastoid surgery. *Laryngoscope.* 1992. Jun;102(6):689-92. <https://doi.org/10.1288/00005537-199206000-00016>. PMID: 1602918.
9. Vernon D, Lobo BC, Ting JY. Application of Ultrasonic Aspirators in Rhinology and Skull Base Surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2017 Jun;50(3):607-616. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2017.01.011>. Epub. 2017. Mar 31. PMID: 28372815.
10. Johnston W, Paterson M, Piela K, Davison E, Simpson A, Goulding M, Ramage G, Sherrieff A, Culshaw S. The systemic inflammatory response following hand instrumentation versus ultrasonic instrumentation-A randomized controlled trial. *J Clin Periodontol.* 2020 Sep;47(9):1087-1097. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13342>. Epub 2020. Jul 27. PMID: 32628781.

Вклад авторов

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of authors

Authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Информация об авторах

Семенов Федор Вячеславович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ЛОР-болезней, Кубанский государственный медицинский университет (350007, Российская Федерация, Краснодар, ул. Захарова, д. 59); lorplastika@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4323-9869>

Дорофеева Юлия Игоревна — врач-оториноларинголог, ассистент кафедры ЛОР-болезней, Кубанский государственный медицинский университет (350007, Российская Федерация, Краснодар, ул. Захарова, д. 59); dr.dorofeeva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

Резников Роман Владимирович — врач-оториноларинголог, ассистент кафедры ЛОР-болезней, Кубанский государственный медицинский университет (350007, Российская Федерация, Краснодар, ул. Захарова, д. 59); kb3kkr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-556-2459>

Information about authors

Fedor V. Semenov — Doctor of Sciences (Med.), Professor, Head of the Department of ENT Diseases, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russian Federation, 350007); lorplastika@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4323-9869>

Yuliya I. Dorofeeva — Otorhinolaryngologist, Assistant of the Department of ENT diseases, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russian Federation, 350007); dr.dorofeeva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

Roman V. Reznikov — Otorhinolaryngologist, Assistant of the Department of ENT Diseases, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russian Federation, 350007); kb3kkr@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-556-2459>

Поступила / Received 30.01.2025

Поступила после рецензирования / Revised 15.05.2025

Принята в печать / Accepted 07.07.2025