

УДК 616.284-002.2-089:616.28-008.14: 612.014.45
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-2-53-56>

Влияние работы бормашины на состояние костной проводимости при операциях на среднем ухе

Ф. В. Семенов¹, Л. Н. Сироджова¹, Ю. И. Дорофеева¹

¹ Кубанский государственный медицинский университет,
Краснодар, 350007, Россия

Цель исследования. Изучение влияния работы бормашины при операциях на среднем ухе на состояние костной проводимости. Пациенты и методы. 100 пациентов с хроническим средним отитом. Всем пациентам до операции и через 1 неделю после операции была проведена пороговая тональная аудиометрия (ПТА). Определялись средние арифметические пороги костной проводимости при подаче звуковых сигналов частотой 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Кроме этого, определялась костная проводимость в области высоких частот. Контрольную группу составили пациенты, которым выполнялись другие операции на ЛОР-органах с аналогичным по фармакологическому воздействию и длительности наркозом. Результаты. Работа бормашины в пределах 15–30 мин вызывает заметное повышение порогов звуковосприятия относительно исходного уровня на стороне операции у пациентов старше 50 лет. При увеличении экспозиции шумового и вибрационного воздействия до 30 мин и выше нарушения отмечаются во всех возрастных группах, а у лиц старшей возрастной категории и на противоположной стороне от оперированного уха. Анализ частотной характеристики выявленных нарушений показал, что более значительный рост порогов восприятия отмечается в области высоких частот (8–16 кГц). Заключение. Полученные результаты показывают, что шум и вибрация при работе бормашиной в области височной кости могут оказывать отрицательное воздействие на функцию звуковоспринимающей системы слухового анализатора.

Ключевые слова: хронический средний отит, шум, вибрация, тугоухость.

Для цитирования: 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>

Influence of drilling during middle ear surgery on bone conduction

F. V. Semenov¹, L. N. Sirodzhova¹, Yu. I. Dorofeeva¹

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, 350007, Russia

Objective. The purpose of this research is to study of the drilling machine work impact the condition of the bone conduction during the middle ear surgery. Patients and methods. 100 patients with chronic otitis media. All patients before surgery and 1 week after surgery underwent pure-tone audiometry. The arithmetic mean of the bone-conduction thresholds were determined while applying sound signals with a frequency of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz. In addition, bone conduction in the high frequency region was determined. The control group consisted of patients who underwent other operations on the ENT- organs with similar pharmacological effects and duration of anesthesia. Results: After 15–30 minutes drill machine working a noticeable increase in the sound perception thresholds was determent on the side of the operation in patients who are older than 50 years. With an increase in noise and vibration exposure to 30 minutes or more, defects are observed in all age groups, but in older age groups are on the opposite side of the operated ear too. The analysis of the frequency response showed that a more significant increase in the perception is marked in the high- frequency region (8–16 kHz). Conclusion. The obtained results show that the impact of noise and vibration during the drill machine work in the temporal bone area can have a negative impact on the function of the sound-perceiving system of the acoustic analyzer.

Keywords: chronic otitis media, noise, vibration, hearing loss.

For citation: Semenov F. V., Sirodzhova L. N., Dorofeeva Yu. I. Influence of drilling during middle ear surgery on bone conduction. *Russian Otorhinolaryngology*. 2023;22(2):53-56. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2023-2-53-56>

Основным методом лечения больных хроническим гнойным средним отитом (ХГСО) является оперативное вмешательство. Длительное время трепанация сосцевидного отростка в целях элиминации патологического очага производилась с помощью молотка и долот. В середине XX века отохирурги стали активно использовать бормашину. Ее преимущества перед инструментальным способом вскрытия кости очевидны: проще удалить патологический процесс, стенки сформированной полости получаются более гладкими, что облегчает эпителизацию. При местной анестезии отсутствует ощущение сотрясения головы, снизился риск повреждения функционально важных анатомических структур уха. В то же время известно, что при определенной интенсивности шум и вибрация могут оказывать негативное воздействие на слуховой анализатор. Влияние этих факторов при работе бормашиной в области височной кости мало изучено.

Вибрация – это механические колебания упругих тел, которые непосредственно передаются телу человека или отдельным его частям и негативно влияют на организм. Различают общую и местную вибрации, по направлению – вертикальную и горизонтальную, по частоте – низкочастотную (2–4 Гц), средне- (8–16 Гц) и высокочастотную (32–63 Гц). Локальная вибрация, к которой можно отнести и ту, что создается бормашиной, вызывает длительный ангиоспазм, нарушение трофики, механическое повреждение нервных окончаний [1, 2].

Шумом принято называть беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Шумы принято классифицировать в зависимости от источника возникновения, спектрального состава, временных характеристик. По источнику возникновения шумы подразделяются на механические, аэродинамические, гидравлические, электромагнитные [3]. В зависимости от спектрального состава шумы бывают низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 300–400 Гц), среднечастотные (400–1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц). В зависимости от особенностей частотного спектра шумы бывают тональными, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, и широкополосными – с непрерывным спектром шириной более одной октавы. С позиций профессиональной патологии по временным характеристикам шумы подразделяют на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА, и непостоянные, для которых это изменение за 8-часовой рабочий день более 5 дБА [5–7].

Воздействие шума на орган слуха может вызывать острую и хроническую акустическую травму, приводящую к дисфункции и дегенеративным

изменениям волосковых клеток, расположенных на базилярной пластинке улиткового протока [8]. Острая акустическая травма возникает при кратковременном действии звуков, интенсивность которых близка к порогу болевого ощущения либо превышает его. Она может возникнуть при действии громких (более 120 дБ) звуков, таких как взрывы, огнестрельная стрельба, работа бормашины [9].

Хроническая акустическая травма возникает вследствие продолжительного действия на орган слуха шумов различной интенсивности, что имеет место в некоторых производствах и военном деле. Выраженность акустической травмы определяется интенсивностью шума и его спектральным составом, периодичностью и длительностью действия и зависит от индивидуальной устойчивости слуховой системы к влиянию шума [10–12]. Сочетание действия вибрации и шума дает отрицательный эффект чаще, чем влияние каждого из этих факторов в отдельности [13].

Есть исследования, в которых уровень шума в улитке при использовании бормашины рассчитан на основе экспериментов на неповрежденных черепках человеческих трупов [1]. Выявлено, что при работе бормашиной с частотой 20 000–30 000 оборотов в минуту во время операций на ухе ипсилатеральная улитка подвергается воздействию уровня шума около 100–109 дБ, а контрлатеральная улитка – всего на 5–10 дБ меньше.

Цель исследования

Изучение влияния работы бормашины при операциях на среднем ухе на состояние костной проводимости как на оперируемом, так и на здоровом ухе.

Пациенты и методы исследования

Работа выполнена на базе ГБУЗ КБ № 3 Министерства здравоохранения Краснодарского края в период с сентября 2019 по декабрь 2020 г. В исследование было включено 100 пациентов с хроническим средним отитом. Всем пациентам до операции и после удаления тампонов (на седьмой день) была проведена пороговая тональная аудиометрия (ПТА). Определялись средние арифметические пороги костной проводимости при подаче звуковых сигналов частотой 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Кроме этого, определялась костная проводимость в области высоких частот. Контрольную группу составили пациенты, которым выполнялись другие операции на ЛОР-органах с аналогичным по фармакологическому воздействию и длительности наркозом.

Для трепанации височной кости использовалась высокоскоростная хирургическая моторная система HighSurg 30 при скорости вращения 25 000–30 000 оборотов в минуту. Такое воздействие сопровождается среднечастотным шумом [8].

Таблица 1

Влияние исходного уровня костной проводимости на состояние звуковосприятия при различной длительности работы бормашиной (повышение порога в дБ±м)

Table 1

Influence of the initial level of bone conductivity on the state of sound perception at different duration of operation of the drill machine (increasing in dB±m)

Результаты ТПА	Время воздействия, мин	Исходные пороги костной проводимости					
		До 10 дБ	10–30 дБ	P_1	Более 30 дБ	P_2	P_3
На стороне операции	15	0	0	>0,05	10±5	<0,05	<0,05
	15–30	0	0	>0,05	10±5	<0,05	<0,05
	>30	0	10+5	<0,05	15±5	<0,05	<0,05
На противоположной стороне	15	0	0	>0,05	0	>0,05	>0,05
	15–30	0	0	>0,05	0±5	0>0,05	>0,05
	>30	0	0	>0,05	10±5	<0,05	<0,05

Таблица 2

Изменение костной проводимости у пациентов различных возрастных групп при различной длительности работы бормашиной (повышение порога в дБ±м)

Table 2

Change in bone conductivity in the patient in different age groups with different duration of operation of the drill machine (increasing in dB±m)

Результаты ТПА	Время воздействия, мин	Возрастные группы					
		До 30 лет	30–49 лет	P_1	Старше 50 лет	P_2	P_3
На стороне операции	15	0	0	>0,05	0	>0,05	>0,05
	15–30	0	0	>0,05	10+5	<0,05	<0,05
	>30	0	10	<0,05	15+5	<0,05	<0,05
На противоположной стороне	15	0	0	>0,05	0	>0,05	>0,05
	15–30	0	0	>0,05	0	>0,05	>0,05
	>30	0	0	<0,05	10+5	<0,05	<0,05

Пациенты разделены на группы в соответствии с возрастом, исходным состоянием костной проводимости и продолжительностью воздействия бормашины. В зависимости от длительности работы бормашиной все пациенты были разделены на 3 группы: длительность работы бормашиной до 15 мин – 25 человек, 15–30 мин – 45 человек, более 30 мин – 30 человек. Возрастные группы: до 30 лет – 35 человек, 30–49 лет – 30 человек, 50 лет и старше – 35 человек. Исходное снижение костной проводимости до 10 дБ выявлено у 25 пациентов, 10–30 дБ – у 42 пациентов, свыше 30 дБ – у 33.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2. Из табл. 1 следует, что повышение порогов звуковосприятия чаще возникает у пациентов с имеющимися нарушениями функции внутреннего уха и прямо пропорционально времени работы бормашины.

Результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют, что работа бормашины в пределах 15–30 мин вызывает заметное повышение порогов звуковосприятия на стороне операции у пациентов старше 50 лет. При увеличении экспозиции шумового и вибрационного воздействия

до 30 мин и выше нарушения отмечаются во всех возрастных группах, а у лиц старшей возрастной категории – и на противоположной стороне относительно оперированного уха. Анализ частотной характеристики выявленных нарушений показал, что более значительный рост порогов восприятия отмечается в области высоких частот (8–16 кГц).

Таким образом, полученные результаты показывают, что шум и вибрация при работе бормашиной в области височной кости могут оказывать отрицательное воздействие на функцию звуковоспринимающей системы слухового анализатора. Повышение порогов звуковосприятия зависит от времени работы и становится заметным после 30-минутной экспозиции. У пациентов старшей возрастной группы (старше 50 лет), а также при наличии исходной сенсоневральной тугоухости снижение восприятия звуков через кость встречаются чаще. Как и при воздействии других источников шума и вибрации, наиболее заметные отклонения отмечаются в области высоких частот.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kylen P., Arlinger S. Drill-generated noise levels in ear surgery. *Acta Otolaryngol.* 1976 Nov-Dec;82(5-6):402-409.
2. Holmquist J., Oleander R., Hallen O. Perioperative Drill Generated Noise Levels in Ear Surgery. *Acta Otolaryngol.* 1979;87:458-460.
3. Domenech J., Carulla M., Traserra J. Sensorineural high-frequency hearing loss after drill-generated acoustic trauma intympanoplasty. *Acta Otolaryngol.* 1989;246:280-282.
4. Mudry A., Hetzler D. Birth and Evolution of Chiselling and Drilling Techniques for Removing Ear Canal Exostoses. *Otol Neurotol.* 2016 Jan;37(1):109-14. doi: 10.1097/MAO.0000000000000919. PMID: 26649611.
5. Frese K. A., Rudert H., Maune S. Die operative Behandlung von Gehörgangsexostosen [Surgical treatment of auditory canal exostoses]. *Laryngorhinootologie.* 1999 Oct;78(10):538-43. German. <https://doi.org/10.1055/s-1999-8754>. PMID: 10595337.
6. 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):312-9. <https://doi.org/10.1177/0954411912438498>. PMID: 22611871.)
7. Urquhart A. C., McIntosh W. A., Bodenstern N. P. 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.
8. Kazikdas K. C., 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.
9. Vernon D., Lobo B. C., Ting J. Y. 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. Demirbas A. E., Bilge S., Celebi S., Kütük N., Alkan A. Is Ultrasonic Bone Scalpel Useful in Le Fort I Osteotomy? *J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Jan;78(1):141.e1-141.e10. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2019.09.021>. Epub 2019 Sep 27. PMID: 31669455.
11. Johnston W., Paterson M., Piela K., Davison E., Simpson A., Goulding M., Ramage G., Sherriff 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.
12. Catuna M. C. Sonic surgery. *Ann Dent.* 1953;12:100.
13. Eggers G., Klein J., Blank J. et al. An ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004;42:451-453.
14. Chen Y. L., Chang H., Chiang Y. et al. Application and development of ultrasonics in dentistry. *J Formos Med Assoc.* 2013;112:659-665.

Информация об авторах

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

✉ **Сироджова Ленера Нориевна** – врач-сурдолог-оториноларинголог, врач первой квалификационной категории, Кубанский государственный медицинский университет (350007, Россия, Краснодар, ул. Захарова, д. 59); e-mail: koxay@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4169-9519>

Дорофеева Юлия Игоревна – врач-оториноларинголог, врач первой квалификационной категории, Кубанский государственный медицинский университет (350007, Россия, Краснодар, ул. Захарова, д. 59); e-mail: dr.dorofeeva@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

Information about authors

Fedor V. Semenov – MD, Professor, Head of the Department of ENT Diseases, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russia, 350007); e-mail: lorplastika@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4323-9869>

✉ **Lenara N. Sirodzhova** – Audiologist-Otorhinolaryngologist, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russia, 350007); e-mail: koxay@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4169-9519>

Yuliya I. Dorofeeva – Otorhinolaryngologist, Kuban State Medical University (59, Zakharova str., Krasnodar, Russia, 350007); e-mail: dr.dorofeeva@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0728-1605>

Статья поступила 30.01.2023

Принята в печать 14.03.2023