

Оценка эффективности и безопасности различных способов хирургии стремени при отосклерозе

Э.В. Синьков[✉], <https://orcid.org/0000-0003-4870-5977>, 1178461@mail.ru

И.В. Стожкова, <https://orcid.org/0000-0002-5158-8903>, istozhkova@bk.ru

А.Р. Текоев, <https://orcid.org/0000-0001-9511-9212>, arturtekoev@yandex.ru

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

Резюме

Введение. С помощью классических микроинструментов при проведении стапедопластики не всегда можно создать перфорацию в подножной пластинке стремени, которая точно будет соответствовать нужным параметрам, более того, эти инструменты в некоторых случаях могут быть опасны, ввиду того что можно спровоцировать попадание подножной пластинки в ушной лабиринт, мобилизовав ее.

Цель. Определить эффективность и безопасность различных способов хирургии стремени при отосклерозе с оценкой частоты интра- и послеоперационных осложнений.

Материалы и методы. В клинике болезней уха, горла и носа Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) был проведен ряд экспериментальных и клинических исследований, частичные результаты которых были подвергнуты анализу, в том числе с использованием ретроспективного сравнения. Данные 1-й группы пациентов были взяты из результатов проведенного ранее исследования с CO₂-лазером. Данные 2-й группы пациентов были получены из результатов исследования с диодным (синим) лазером с длиной волны 445 нанометров. Данные 3-й группы пациентов были набраны из архивных данных историй болезни с 2020 по 2022 г., у которых использовался набор микроинструментов для стапедопластики (ручной микроперфоратор, микроигла).

Результаты. Полученные данные показали схожие результаты в группах с CO₂ и синим лазером. Основным отличием группы пациентов, у которых проводилась стапедопластика с классическими микроинструментами, являлось более длительное время операции по сравнению с лазерными стапедотомиями, а также большее количество интраоперационных осложнений, связанных с мобилизацией подножной пластинки стремени во время манипуляций ручным перфоратором.

Выводы. Использование синего лазера и CO₂-лазера при выполнении стапедотомии дает многообещающие результаты с точки зрения хирургической точности и скорости проведения операции. Дальнейшие исследования помогут оценить долгосрочные эффекты этих 3 методов, чтобы определить наиболее эффективный и безопасный.

Ключевые слова: отосклероз, стапедопластика, синий лазер, CO₂-лазер, стапедотомия

Для цитирования: Синьков Э.В., Стожкова И.В., Текоев А.Р. Оценка эффективности и безопасности различных способов хирургии стремени при отосклерозе. *Медицинский совет.* 2023;17(7):118–122. <https://doi.org/10.21518/ms2023-049>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Evolution of methods of assistance in stapes surgery in patients with otosclerosis

Eduard V. Sinkov[✉], <https://orcid.org/0000-0003-4870-5977>, 1178461@mail.ru

Irina V. Stozhkova, <https://orcid.org/0000-0002-5158-8903>, istozhkova@bk.ru

Artur R. Tekoev, <https://orcid.org/0000-0001-9511-9212>, arturtekoev@yandex.ru

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

Abstract

Introduction. It is not always possible to create a perforation in the footplate of the stirrup with the help of classical microinstruments during stapedoplasty, which will exactly correspond to the required parameters, moreover, these tools can be dangerous in some cases, since it is possible to provoke the footplate to enter the ear labyrinth, mobilizing it.

Aim. To determine the efficacy and safety of various methods of stapes surgery in otosclerosis with an assessment of the frequency of intra- and postoperative complications.

Materials and methods. In the Clinic of Ear, Throat and Nose Diseases of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University) a number of experimental and clinical studies were conducted, partial results of which we decided to retrospectively compare and analyze. The data of the first group of patients were taken from the results of a study with a CO₂ laser. The data of the second group of patients were obtained from the results of a study with a diode (blue) laser with a wavelength of 445 nanometers. The data of the third group of patients were col-

lected from archival data of medical histories from 2020 to 2022, who used a set of micro-tools for stapedoplasty (manual microperforator, microneedle).

Results. The data obtained showed similar results in the CO₂ and blue laser groups. The main difference in the group of patients who underwent stapedoplasty with classical microinstruments was a longer operation time compared to laser stapedotomies, as well as a greater number of intraoperative difficulties associated with the mobilization of the foot plate of the stapes during manipulations with a manual perforator.

Conclusions. The use of blue laser and CO₂ laser in stapedotomy procedures shows promising results in terms of surgical accuracy and speed of the operation. Further research should compare the long-term effects of these three methods to determine the most effective and safest.

Keywords: otosclerosis, stapedoplasty, blue laser, CO₂ laser, stapedotomy

For citation: Sinkov E.V., Stozhkova I.V., Tekoev A.R. Evolution of methods of assistance in stapes surgery in patients with otosclerosis. *Meditsinskiy Sovet.* 2023;17(7):118–122. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-049>.

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

ВВЕДЕНИЕ

Отосклероз является локализованным заболеванием эндохондральной части кости капсулы лабиринта, проявляющимся чередованием фаз костеобразования и ремоделирования [1]. По различным литературным источникам отосклероз клинически проявляется у 0,1–1% населения, гистологические проявления выявляют в 10–12% случаев [2]. Проблема является актуальной, поскольку заболевание поражает наиболее социально активную часть населения.

Выделяют разные формы отосклероза, такие как тимпанальные, кохлеарные и смешанные. Лечение тугоухости у больных отосклерозом с тимпанальной и смешанной тугоухостью – только хирургическое. Совершенствование протезов, методик хирургии и ассистенции при проведении вмешательств на стремени, во многом определяет интерес к изучению проблемы и перспективы развития технологий ее проведения [3]. На смену обычным холодным инструментам пришли другие средства ассистенции при проведении стапедопластики для отохирургов [4]. Проблема в том, что с помощью классических микроинструментов не всегда можно создать отверстие в подножной пластинке стремени, которое точно будет соответствовать нужным параметрам, более того, эти инструменты в некоторых случаях могут быть опасны, ввиду того что можно спровоцировать попадание подножной пластинки в ушной лабиринт, мобилизовав ее [5, 6].

Операционный блок клиники требует адекватного оснащения, т. к. хирургия стремени является высокотехнологичным методом оказания медицинской помощи. Современными средствами ассистенции при стапедопластике являются лазерные системы и микроборы. Они облегчили и ускорили выполнение технически сложных операций, но риски развития осложнений остаются высокими [7]. В ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах могут наблюдаться тимпанальные и лабиринтные негативные проявления [8]. Причинами этих кохлеовестибулярных нарушений являются неосторожные манипуляции на подножной пластинке стремени, дефицит перелимфы, попадание костных отломков

в преддверие, аспирация перелимфы и неправильный подбор размера протеза стремени [9, 10].

Современные методы хирургического лечения отосклероза направлены на то, чтобы минимизировать всевозможные осложнения, связанные с манипуляциями на цепи слуховых косточек. Способы перфорации подножной пластинки стремени начинались от использования микроинструментов до микродрелей, и впоследствии стали применять хирургические лазеры. Основные преимущества лазера заключаются в том, что он сочетает в себе высокую точность и низкий риск мобилизации подножной пластины стремени благодаря отсутствию механических манипуляций. Поскольку повреждение внутреннего уха в результате механической травмы менее вероятно, потенциально вредные последствия использования лазера не следует недооценивать [11, 12].

Термическое воздействие на перелимфу, связанное с использованием CO₂-лазера, акустическая травма при использовании лазера Er:YAG и проникновение в нейроэндотелий аргонового и КТР лазера гипотетически могут спровоцировать дисфункцию внутреннего уха [13]. Свет лазера имеет характеристики, аналогичные видимому свету, в том смысле, что он может отражаться зеркалами и фокусироваться линзами. Основными свойствами, характеризующими лазер и, следовательно, определяющими взаимодействие лазера с тканью, являются длина волны, мощность и продолжительность воздействия. То, как лазер взаимодействует с тканью, также зависит от того, насколько хорошо ткань-мишень поглощает энергию. В этом контексте поглощение означает преобразование лазерной энергии в тепло [14–17]. Не стоит забывать о том, что использование лазеров, особенно CO₂-лазера, чревато более высокими затратами на операцию по сравнению с микродрелью или лазером КТР [11, 18].

На базе кафедры болезней уха, горла и носа ИКМ имени Н.В. Склифосовского и оториноларингологического отделения УКБ №1 Сеченовского университета для хирургии стремени отохирурги используют классические микроинструменты, CO₂-лазер и диодный (синий) лазер с длиной волны 445 нм. Также немаловажным показателем эффективности проводимых операций является оценка

качества жизни пациента с отосклерозом. Для этой цели был выбран опросник SPOT-25, с которым было проведено несколько научно-клинических исследований [19].

Цель – определить эффективность и безопасность различных способов хирургии стремени при отосклерозе с оценкой частоты интра- и послеоперационных осложнений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике болезней уха, горла и носа Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) был проведен ряд экспериментальных и клинических исследований, частичные результаты которых мы решили ретроспективно сравнить и проанализировать.

Данные 1-й группы пациентов были взяты из результатов исследования с CO₂-лазером (Lumenis со сканирующей системой SurgiTouch), проведенного в 2017 г.: 52 пациента (50 женщин и 2 мужчин), из них 38 – по данным аудиометрии с тимпанальной формой отосклероза, 14 – со смешанной; лазер использовался на 4 этапах стапедопластики (испарение сухожилия стремени, наковальне-стремени сочленения, задней ножки стремени и перфорации подножной пластинки стремени).

Данные 2-й группы пациентов были получены из результатов исследования с диодным (синим) лазером с длиной волны 445 нм (Лазермед-10), проводившегося в 2021–2022 гг.: 31 пациент (22 женщины и 9 мужчин), из них 18 – по данным аудиометрии с тимпанальной формой отосклероза, 13 – со смешанной; использование лазера проводилось на аналогичных этапах, как и в исследовании с CO₂-лазером.

Данные 3-й группы пациентов были набраны из архивных данных историй болезни с 2020 по 2022 г.: 30 пациентов (18 женщин и 12 мужчин), из них 23 – с тимпанальной формой отосклероза, 7 – со смешанной; использовался набор микроинструментов для стапедопластики (ручной микроперфоратор, микроигла).

Во всех исследуемых группах использовались титановые протезы типа К-пистон. Стоит отметить, что обе лазерные системы (CO₂-лазер и диодный (синий) лазер с длиной волны 445 нм) перед клиническими исследованиями прошли экспериментальную часть (*ex vivo*), где были подобраны оптимальные параметры воздействия (мощность – Вт, время – с и режим – одиночный, импульсный, суперимпульсный) для всех этапов стапедопластики.

Пациенты исследования дважды проходили анкетирование по русскоязычной версии опросника SPOT-25: за сут. до планируемой операции, повторно – на 10-е сут. после операции.

Критерии для сравнения между группами строились в балльной системе и включали:

- n1 – аудиологические данные на 10-е сут. после операции (улучшение слуха – 1 балл, ухудшение слуха – 0 баллов),
- n2 – выраженный нистагм и субъективное ощущение головокружения в послеоперационном периоде (отсутствует – 1 балл, незначительное в первые сут. после операции – 0,5 балла, значительное в течение 3 и более сут. – 0 баллов),

■ n3 – время проводимой операции (70–100 мин. – 0,5 балла, <70 мин. – 1 балл, >100 мин. – 0 баллов),

■ n4 – осложнения, возникающие интраоперационно при манипуляциях на подножной пластинке стремени (присутствуют – 1 балл, отсутствуют – 0,5 балла).

В каждой из всех 3 групп было выбрано 30 пациентов для того, чтобы уравнивать количество участников, в противном случае разница между 1-й (52) и 3-й (30 – наименьшее количество) группами была слишком велика.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По окончании исследования были получены следующие результаты:

По данным аудиометрии (n1): 1-я группа с CO₂-лазером показала наилучший результат (n1 = 30); группы с синим лазером (n1 = 29) и с использованием классических инструментов (n1 = 29) показали схожий результат – только у одного пациента из группы наблюдалось снижение слуха по нейросенсорному типу на 10-й день после стапедопластики; разница между 1-й и 2-й группами составляет 1 балл, разница между 1-й и 3-й группами – 1 балл, разница между 2-й и 3-й группами – 0 баллов.

По показателям нистагма и субъективного ощущения головокружения в послеоперационном периоде (n2): группа с использованием классических инструментов (n2 = 26) имела наибольшее количество осложнений по сравнению с группами CO₂-лазера (n2 = 30) и синего лазера (n2 = 27,5); разница между 1-й и 2-й группами составляет 2,5 балла, разница между 1-й и 3-й группами – 4 балла, разница между 2-й и 3-й группами – 1,5 балла.

По критериям скорости проведения операции (n3): группа с использованием синего лазера показала наименьшее количество затраченного времени (n3 = 23,5) по сравнению с группой CO₂-лазера (n3 = 21) и классических инструментов (n3 = 18,5); разница между 1-й и 2-й группами составляет 2 балла, разница между 1-й и 3-й группами составляет 2,5 балла, а разница между 2-й и 3-й группами составляет 5 баллов.

По данным осложнений, возникших интраоперационно при манипуляциях на подножной пластинке стремени (n4): группа с использованием классических инструментов имела наибольшее количество осложнений (n4 = 9), связанных с мобилизацией стремени; группы с использованием CO₂-лазера (n4 = 13) и синего лазера (n4 = 14) показали схожий между собой результат, в котором единичные осложнения были связаны с неточным размером перфорации из-за труднодоступного расположения стремени; разница между 1-й и 2-й группами составляет 1 балл, разница между 1-й и 3-й группами – 4 балла, разница между 2-й и 3-й группами 5 баллов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Целью настоящего исследования было сравнение результатов стапедопластики, выполненной с использованием CO₂-лазера, синего лазера и классических микроинструментов. Всего в исследование было включено

90 пациентов в 3 группах (в каждой по 30). Полученные данные показали схожие результаты в группах с CO₂- и синим лазером. Основным отличием группы пациентов, у которых проводилась стапедопластика с классическими микроинструментами, являлось более длительное время операции по сравнению с лазерными стапедотомиями, а также большее количество интраоперационных осложнений, связанных с мобилизацией подножной пластинки стремени во время манипуляций ручным перфоратором.

Разные авторы описывают схожие результаты с некоторыми небольшими расхождениями по сравнению с нашим исследованием, что может быть связано с текущим размером выборки, недолгосрочными наблюдениями, а также другими факторами, которые могут повлиять на результаты, такие как возраст пациента, степень потери слуха и хирургическая техника [20–23]. Зарубежные исследования показали, что процедура с использованием классических микроинструментов заняла больше всего времени, а CO₂- и синий лазер привели к более быстрому завершению операции и меньшему количеству послеоперационных осложнений. Синий лазер дал аналогичные CO₂-лазеру результаты слуха, значительно лучшие результаты по сравнению с группой классических микроинструментов [24–31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что использование синего лазера и CO₂-лазера при стапедотомии дает многообещающие результаты с точки зрения хирургической точности, скорости проведения операции и сохранения слуха пациента. Тем не менее эти методы требуют определенных навыков от отохирурга, которые следует принимать во внимание. Более того, классические микроинструменты по-прежнему надежны и должны учитываться в хирургически сложных случаях. Использование синего лазера при стапедотомии все еще является относительно новой разработкой, и необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью оценить его долгосрочные результаты и определить его оптимальное применение при лечении отосклероза. Кроме того, выбор хирургической техники будет зависеть от нескольких факторов, включая конкретное состояние пациента, опыт и квалификацию хирурга, а также доступность технологии. Дальнейшие исследования должны сравнить долгосрочные эффекты этих трех методов, чтобы определить наиболее эффективный и безопасный.



Поступила / Received 17.02.2023

Поступила после рецензирования / Revised 06.03.2023

Принята в печать / Accepted 10.03.2023

Список литературы / References

- Minovi A., Probst G., Dazert S. Aktuelle Aspekte zur chirurgischen Therapie der Otosklerose. *HNO*. 2009;57(3):273–286. <https://doi.org/10.1007/s00106-009-1888-1>.
- McKenna M. Similar Col1A1 expression in fibroblasts from some patient with clinical otosclerosis and those with type1 osteogenesis imperfect / M. McKenna, A. Kristiansen, A. Tropitzsch. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2002;111(2):184–189. <https://doi.org/10.1177/000348940211100214>.
- Свиштушкин В.М., Синьков Э.В., Стожкова И.В. Этиопатогенетические аспекты отосклероза. *Российская оториноларингология*. 2021;20(5):68–74. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-5-68-74>.
Svistushkin V.M., Sin'kov E.V., Stozhkova I.V. Etiopathogenetic aspects of otosclerosis. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2021;20(5):68–74. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-5-68-74>.
- Крюков А.И., Гаров Е.В., Зеленкова В.Н., Антонян Р.Г., Загорская Е.Е. Результаты поршневой стапедопластики с лазерной ассистенцией при отосклерозе. *Вестник оториноларингологии*. 2013;78(2):17–20. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringologii/2013/2/030042-4668201324>.
Krukov A.I., Garov E.V., Zelenkova V.N., Antonian R.G., Zagorskaia E.E. Results of piston stapedoplasty with laser assistance in otosclerosis. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2013;78(2):17–20. (In Russ.) Available at: <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringologii/2013/2/030042-4668201324>.
- Гадян А.Т., Янов Ю.К., Левинина М.В., Аникин И.А. Анализ результатов стапедопластики, выполненной традиционным способом и с помощью лазера, при отосклерозе и адгезивном отите. *Российская оториноларингология*. 2008;2(2):216–220.
Gadyan A.T., Yanov Yu.K., Levinina M.V., Anikin I.A. Analysis of the results of traditional and laser stapedoplasty in otosclerosis and adhesive otitis media. *Rossiiskaya Otorinolaringologiya*. 2008;2(2):216–220. (In Russ.)
- Вишняков В.В., Свиштушкин В.М., Синьков Э.В. Современные высокоэнергетические лазерные технологии при хирургическом лечении больных отосклерозом. *Вестник оториноларингологии*. 2017;1(1):56–58. <https://doi.org/10.17116/otorino201782156-58>.
Vishnyakov V.V., Svistushkin V.M., Sin'kov E.V. The application of the modern high-energy laser technologies for the surgical treatment of the patients with otosclerosis. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2017;1(1):56–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino201782156-58>.
- Kos M., Montandon P.B., Guyot J.P. Short- and long-term results of stapedotomy and stapedectomy with a Teflon-wire piston prosthesis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2001;110(10):907–911. <https://doi.org/10.1177/000348940111001003>.
- Pauli N., Strömbäck K., Lundman L., Dahlin-Redfors Y. Surgical technique in stapedotomy hearing outcome and complications. *Laryngoscope*. 2020;130(3):790–796. <https://doi.org/10.1002/lary.28072>.
- Langman A., Lindeman R. Revision stapedectomy. *Laryngoscope*. 1993;103(9):954–958. <https://doi.org/10.1288/00005537-199309000-00002>.
- Smyth G., Hassard T. Eighteen years of experience with stapedotomy. The case for the small fenestra operation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1978;87(49):3–36. <https://doi.org/10.1177/000348947808705301>.
- Bartel R., Huguet G., Cruellas F., Hamdan M., Gonzalez-Compta X., Cisa E. Laser vs drill for footplate fenestration during stapedotomy: a systematic review and meta-analysis of hearing results. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021;278(1):9–14. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06117-1>.
- Arnoldner C., Schwab B., Lenarz T. Clinical results after stapedotomy: a comparison between the erbium: yttrium–aluminum–garnet laser and the conventional technique. *Otol Neurotol*. 2006;27(4):458–465. <https://doi.org/10.1097/01.mao.0000217355.96334.ba>.
- Wegner I., Kamalski D.M., Tange R.A., Vincent R., Stegeman I., van der Heijden D.J.M., Grolman W. Laser versus conventional fenestration in stapedotomy for otosclerosis: a systematic review. *Laryngoscope*. 2014;124(7):1687–1693. <https://doi.org/10.1002/lary.24514>.
- Young E., Mitchell-Innes A., Jindal M. Lasers in stapes surgery: a review. *J Laryngol Otol*. 2015;129(7):627–633. <https://doi.org/doi:10.1017/s0022215115001280>.
- Frenz M. Physical characteristics of various lasers used in stapes surgery. *Adv Otorhinolaryngol*. 2007;65:237–249. <https://doi.org/10.1159/000098838>.
- Fang L., Lin H., Zhang T.-Y., Tan J. Laser versus non-laser stapedotomy in otosclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41(4):337–342. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2013.12.014>.
- Yavuz H., Caylakli F., Ozer F., Ozluoglu L.N. Reliability of microdrill stapedotomy: comparison with pick stapedotomy. *Otol Neurotol*. 2007;28(8):998–1001. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31815a3548>.
- Casazza G.C., Thomas A.J., Dewey J., Gurgel R.K., Shelton C., Meier J.D. Variations in stapes surgery cost within a multihospital network. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;161(5):835–841. <https://doi.org/10.1177/0194599819855055>.
- Свиштушкин В.М., Синьков Э.В., Стожкова И.В. Качество жизни пациентов с отосклерозом. *Медицинский совет*. 2022;16(8):126–130. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-8-126-130>.
Svistushkin V.M., Sin'kov E.V., Stozhkova I.V. Quality of life in patients with otosclerosis. *Meditsinskiy Sovet*. 2022;16(8):126–130. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-8-126-130>.
- Vincent R., Bittermann A.J.N., Oates J., Sperling N., Grolman, Wilko. KTP Versus CO₂ Laser Fiber Stapedotomy for Primary Otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2012;33(6):928–933. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182f24ff>.
- Fang L., Lin H., Zhang T.Y., Tan J. Laser versus non-laser stapedotomy in otosclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41(4):337–342. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2013.12.014>.

22. Shabana Y., Allam H., Pedersen C. Laser stapedotomy. *J Laryngol Otol.* 1999;113(5):413–416. <https://doi.org/10.1017/S0022215100144111>.
23. Barbara M., Lazzarino A.I., Murè C., Macri C., Volpini L., Monini S. Laser Versus Drill-Assisted Stapedotomy for the Treatment of Otosclerosis: A Randomized-Controlled Trial. *J Inter Adv Otol.* 2011;7:283–288. Available at: <https://www.advancedotology.org/en/laser-versus-drill-assisted-stapedotomy-for-the-treatment-of-otosclerosis-a-randomized-controlled-trial-161193>.
24. Buchman C.A., Fucci M.J., Roberson J.B. Jr., De La Cruz A. Comparison of argon and CO₂ laser stapedotomy in primary otosclerosis surgery. *Am J Otolaryngol.* 2000;21(4):227–230. <https://doi.org/10.1053/ajot.2000.8380>.
25. Motta G., Mosillo L. Functional results in stapedotomy with and without CO₂ laser. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2002;64(5):307–210. <https://doi.org/10.1159/000066079>.
26. Lescanne E., Robier A., Soin C., Manceau A., Benlyazid A., Beutter P. Otosclerosis surgery: a series of 227 cases. Introduction of CO₂ laser. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac.* 1999;116(1):28–36. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10367067/>.
27. Haberkamp T.J., Harvey S.A., Khafagy Y. Revision stapedectomy with and without the CO₂ laser: an analysis of results. *Am J Otol.* 1996;17(2):225–229. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8723952/>.
28. Jovanovic S., Schönfeld U., Hensel H., Scherer H. Clinical experiences with the CO₂ laser in revision stapes surgery. *Laser-Medizin: eine interdisziplinäre Zeitschrift; Praxis, Klinik, Forschung.* 1997;13(1):37–40. [https://doi.org/10.1016/S0938-765X\(97\)80009-0](https://doi.org/10.1016/S0938-765X(97)80009-0).
29. Malafronte G., Filosa B., Barillari M.R. Stapedotomy: is the color of the footplate important in the choice of the type of perforator? *Otol Neurotol.* 2011;32(7):1047–1049. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e31822a1ccc>.
30. Garin P., Van Prooyen-Keyser S., Jamart J. Hearing outcome following laser-assisted stapes surgery. *J Otolaryngol.* 2002;31(1):31–34. <https://doi.org/10.2310/7070.2002.19196>.
31. Parida P.K., Kalaiaresi R., Gopalakrishnan S. Diode Laser Stapedotomy vs Conventional Stapedotomy in Otosclerosis: A Double-Blinded Randomized Clinical Trial. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;154(6):1099–1105. <https://doi.org/10.1177/0194599816635132>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – **Синьков Э.В.**

Концепция и дизайн исследования – **Синьков Э.В.**

Написание текста – **Текоев А.Р.**

Сбор и обработка материала – **Текоев А.Р.**

Обзор литературы – **Текоев А.Р., Стожкова И.В.**

Перевод на английский язык – **Текоев А.Р., Стожкова И.В.**

Анализ материала – **Синьков Э.В., Текоев А.Р.**

Статистическая обработка – **Текоев А.Р.**

Редактирование – **Синьков Э.В.**

Утверждение окончательного варианта статьи – **Синьков Э.В.**

Contribution of authors:

Concept of the article – **Eduard V. Sinkov**

Study concept and design – **Eduard V. Sinkov**

Text development – **Artur R. Tekoev**

Collection and processing of material – **Artur R. Tekoev, Irina V. Stozhkova**

Literature review – **Artur R. Tekoev, Irina V. Stozhkova**

Translation into English – **Artur R. Tekoev, Irina V. Stozhkova**

Material analysis – **Eduard V. Sinkov, Artur R. Tekoev**

Statistical processing – **Artur R. Tekoev**

Editing – **Eduard V. Sinkov**

Approval of the final version of the article – **Eduard V. Sinkov**

Информация об авторах:

Синьков Эдуард Викторович, к.м.н., доцент кафедры болезней уха, горла и носа Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; 1178461@mail.ru

Стожкова Ирина Владимировна, аспирант кафедры болезней уха, горла и носа Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; istozhkova@bk.ru

Текоев Артур Русланович, аспирант кафедры болезней уха, горла и носа Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; arturtekoev@yandex.ru

Information about the authors:

Eduard V. Sinkov, Cand. Sci. (Med.), Associate of the Department of Ear, Nose and Throat Diseases Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; 1178461@mail.ru

Irina V. Stozhkova, Postgraduate Student of the Department of Ear, Nose and Throat Diseases Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; istozhkova@bk.ru

Artur R. Tekoev, Postgraduate Student of the Department of Ear, Nose and Throat Diseases Institute of Clinical Medicine named after N.V. Sklifosovsky, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; arturtekoev@yandex.ru