

ОТИАТРИЯ

Научная статья

УДК 616.283.1-089.843-084:616.833.17

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-3-56-62>

Алгоритм стратификации риска развития стимуляции лицевого нерва у кандидата к проведению кохлеарной имплантации: дооперационный анализ

В. Е. Кузовков¹, А. С. Лиленко², С. Б. Сугарова³, В. А. Танасчишина⁴,
П. Р. Харитонов⁵, Д. С. Луппов⁶

^{1,2,3,4,5,6} Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи
Санкт-Петербург, 190013, Российская Федерация

¹ v_kuzovkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

² asililenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

³ sima.sugarova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

⁴ tanasic95@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

⁵ spora13@mail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9457-7451>

⁶ dmitryluppov.ent@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

Резюме. На современном этапе кохлеарная имплантация (КИ) является востребованным и предпочитаемым методом реабилитации лиц с глухотой. Развитие технологий и разработка новых хирургических методик привели к расширению показаний к проведению оперативного вмешательства, что позволило реабилитировать пациентов с аномалиями развития и приобретенной патологией внутреннего уха, в том числе с дефектом внутреннего слухового прохода (ВСП) и распространенной обструкцией спирального канала улитки. Однако на фоне возросших возможностей реабилитации пациентов возник и ряд побочных реакций, в том числе и неслуховых ощущений при использовании системы КИ. Одной из самых неприятных побочных реакций после успешного проведения кохлеарной имплантации является реакция лицевого нерва при стимуляции одного или нескольких электродов системы кохлеарного импланта. Субъективные ощущения, а также видимые подергивания мимических мышц во время звукового раздражения приносят дискомфорт, ухудшают качество жизни пациента и могут привести к ограничению использования кохлеарного импланта, в том числе из-за вынужденного применения ухудшающих качество реабилитации параметров настроек речевого процессора. Стимуляция лицевого нерва (СЛН), которая не поддается коррекции, может привести к полному отказу пациента от эксплуатации устройства. В связи с актуальностью проблемы возникла необходимость сортировки пациентов по группам риска развития СЛН. На основании нашего опыта на базе СПб НИИ ЛОР был разработан собственный алгоритм стратификации риска развития СЛН у кандидата к проведению КИ. **Цель.** Поделиться разработанным на основе ретроспективного исследования алгоритмом оценки риска стимуляции лицевого нерва у кандидатов к проведению КИ на дооперационном этапе.

Ключевые слова: кохлеарная имплантация, стимуляция лицевого нерва, ремоделирование улитки, оссификация улитки, аномалии внутреннего уха, речевой процессор

Для цитирования: Кузовков В. Е., Лиленко А. С., Сугарова С. Б., Танасчишина В. А., Харитонов П. Р., Луппов Д. С. Алгоритм стратификации риска развития стимуляции лицевого нерва у кандидата к проведению кохлеарной имплантации: дооперационный анализ. *Российская оториноларингология*. 2024;23(3):56–62. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-3-56-62>

© В. Е. Кузовков, А. С. Лиленко, С. Б. Сугарова,
В. А. Танасчишина, П. Р. Харитонов, Д. С. Луппов, 2024

Science article

Risk stratification algorithm of developing facial nerve stimulation in candidate for cochlear implantation: preoperative analysis

V. E. Kuzovkov¹, A. S. Lilenko², S. B. Sugarova³, V. A. Tanaschishina⁴,
P. R. Kharitonova⁵, D. S. Luppov⁶

^{1,2,3,4,5,6} Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech,
Saint Petersburg, 190013, Russian Federation

¹ v_kuzovkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

² aslilenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

³ sima.sugarova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

⁴ tanasic95@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

⁵ spora13@mail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9457-7451>

⁶ dmitryluppov.ent@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

Abstract. Nowadays, cochlear implantation (CI) is a popular and preferred method of rehabilitation for people with deafness. The development of technologies and new surgical techniques led to an expansion of indications for surgical intervention, which made it possible to rehabilitate patients with developmental abnormalities and acquired pathology of the inner ear, including with a defect of the internal auditory canal (IAC) and widespread obstruction of the spiral canal of the cochlea. However, against the background of increased rehabilitation opportunities for patients, a number of adverse reactions have also arisen, including nonhearing sensations when using the CI system. One of the most unpleasant side effects after successful cochlear implantation is the reaction of the facial nerve when one or more electrodes of the cochlear implant system are stimulated. Subjective sensations as well as visible twitching of facial muscles during sound stimulation bring discomfort, worsen the patient's quality of life, and may lead to restriction of the use of a cochlear implant, including due to the forced use of speech processor settings that degrade the quality of rehabilitation. Facial nerve stimulation (FNS), which cannot be corrected, can lead to the patient's complete refusal to operate the device. Due to the urgency of the problem, it became necessary to sort patients by risk groups for the development of FNS. Based on our experience, the Saint Petersburg Research Institute of ENT has developed its own algorithm for stratifying the risk of FNS in a candidate for CI. **Objective.** To share an algorithm developed on the basis of a retrospective study to assess the risk of facial nerve stimulation in candidates for CI at the preoperative stage.

Keywords: cochlear implantation, facial nerve stimulation, cochlear remodeling, cochlear ossification, inner ear anomalies, speech processor

For citation: Kuzovkov V. E., Lilenko A. S., Sugarova S. B., Tanaschishina V. A., Kharitonova P. R., Luppov D. S. Risk stratification algorithm of developing facial nerve stimulation in candidate for cochlear implantation: preoperative analysis. *Russian Otorhinolaryngology*. 2024;23(3):56-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2024-3-56-62>

Введение

На современном этапе кохлеарная имплантация (КИ) является востребованным и предпочитаемым методом реабилитации лиц с глухотой. Развитие технологий и разработка новых хирургических методик привели к расширению показаний к проведению оперативного вмешательства, что позволило реабилитировать пациентов с аномалиями развития и приобретенной патологией внутреннего уха, в том числе с дефектом внутреннего слухового прохода (ВСП) и распространенной обструкцией спирального канала улитки.

Однако на фоне возросших возможностей реабилитации пациентов возник и ряд побочных реакций, в том числе и неслуховых ощущений при использовании системы КИ.

Реакция лицевого нерва при стимуляции одного или нескольких электродов во время эксплуатации речевого процессора (РП) КИ является часто встречаемым осложнением, которое мо-

жет приводить к ухудшению качества жизни пациента.

Чувство дискомфорта, видимый глазу спазм мимической мускулатуры лица вплоть до болевых ощущений могут привести к ограничению по использованию системы кохлеарного импланта, а порой и к полному отказу от него. Анатомические особенности улитки, взаиморасположение ее с лицевым нервом, изменения в костном лабиринте играют значительную роль в развитии симптомов стимуляции лицевого нерва (СЛН) у пациентов с сенсоневральной тугоухостью IV степени, в том числе и на этапе реабилитации после кохлеарной имплантации.

В связи с потенциальными рисками возникновения СЛН при подключении и настройки речевого процессора (РП) отбор кандидата к проведению КИ требует индивидуального подхода как со стороны хирургической бригады, так и со стороны реабилитационного отдела.

За время наблюдений было выдвинуто несколько теорий этиологии стимуляции лицевого нерва после кохлеарной имплантации. Самыми распространенными гипотезами являются: снижение сопротивляемости костной ткани к электрическим раздражителям (при аномалиях улитки, отосклерозе, отосифилисе); низкая сопротивляемость у основания модиолуса и необходимость высоких уровней стимуляции кохлеарного импланта (при гипоплазии слуховых нервов, после менингита, при переломе височной кости, длительном периоде потери слуха, плохо функционирующих электродах) [1, 5].

Близость лабиринтного сегмента лицевого нерва к верхнему сегменту базального завитка улитки приводит к стимуляции [2, 6] и подтверждается тем фактом, что электроды средней части электродной решетки, ближайшие к лабиринтному сегменту, с наибольшей вероятностью будут задействованы в стимуляции лицевого нерва. Было даже выдвинуто предположение, что костное разделение между лицевым нервом и тимпанальной лестницей разрушается под давлением электрода [2], что явилось объяснением признанного феномена пареза лицевого нерва с отсроченным началом. Результаты интраоперационных находок и исследования на животных также показывают низкую сопротивляемость в области основания модиолуса, что может привести к утечке тока из тимпанальной лестницы [7]. Наконец, было доказано, что повышенная проводимость в мягкой, реконструированной кости на ранних этапах развития отосклероза увеличивает частоту стимуляции лицевого нерва [8] и было предложено использовать препараты фтора, чтобы вызвать созревание отосклероза и уменьшить выраженность данного осложнения [9].

В ретроспективном когортном исследовании Yoon Chan Rah и соавторов основная цель была оценить корреляцию между узкой костной капсулой улитки и возникновением стимуляции лицевого нерва после кохлеарной имплантации. С помощью полученных данных была произведена попытка установить основные механизмы и спрогнозировать риск развития данного осложнения на дооперационном этапе. На основании полученных данных авторы пришли к выводу, что узкая костная капсула улитки может быть причиной стимуляции лицевого нерва после кохлеарной имплантации. При этом ширина костной капсулы могла быть несимметричной, что требовало более тщательного отбора стороны для проведения кохлеарной имплантации [10].

Isra Ali Aljazeera с группой исследователей провели ретроспективный обзор 1700 предоперационных компьютерных томографий височных костей пациентов, которым впоследствии была проведена кохлеарная имплантация в период с

января 2010 по январь 2020 года. Авторы сравнили толщину и плотность кости, разделяющей верхний сегмент базального завитка улитки и лабиринтный сегмент канала лицевого нерва у пациентов со стимуляции лицевого нерва после КИ и у пользователей кохлеарных имплантов без данного осложнения. Были измерены толщина в осевом и коронарном направлениях и плотность кости, разделяющей базальный завиток улитки и лабиринтный фрагмент канала лицевого нерва. На основе полученных данных был сделан вывод, что у пациентов, у которых после операции наблюдалась стимуляция лицевого нерва, имели значительно меньшее расстояние и плотность костной ткани между базальным завитком улитки и лабиринтным сегментом канала лицевого нерва [11].

Parsin обнаружил, что у большинства (80%, 8 из 10) пациентов с пороками развития улитки была отмечена индуцируемая стимуляция лицевого нерва [12]. Сообщалось, что наличие аномалий улитки является фактором риска аберрантной стимуляции лицевого нерва, препятствующим программированию оптимальных уровней стимуляции по сравнению с пациентами с нормальной улиткой [14].

Расхождение или аномальный ход лицевого нерва, проходящего вблизи окна преддверия или по мысу, влияют на установку электродов, риск повреждения лицевого нерва, а также риск послеоперационной аберрантной стимуляции лицевого нерва. У детей с аномалией развития внутреннего уха в девяти случаях сообщалось о стимуляции лицевого нерва в результате эксплуатации КИ.

Kemprf и др. также обнаружили, что у большинства детей со стимуляцией лицевого нерва основной причиной потери слуха был менингит.

В нескольких исследованиях было высказано предположение, что пониженное сопротивление или повышенная проводимость капсулы лабиринта является наиболее вероятной причиной стимуляции лицевого нерва, поскольку она создает возможные пути для утечки тока из улитки в другие близлежащие структуры [6, 15–23].

Andrew E. Camilleri и соавторы считают, что при кохлеарной имплантации у пациентов, перенесших перелом височной кости с повреждением капсулы улитки, неоостеоогенез может следовать за кровоизлиянием в просвет улитки или может быть результатом реактивных явлений, в точке, где линия перелома затрагивает улитку. Как и у пациентов, перенесших менингит, неоостеоогенез чаще всего происходит в области базального завитка улитки [24]. Эта гипотеза ранее подтверждалась в работах St. Maas и др. [23]. Особенности процесса репарации костной капсулы улитки после перелома височной кости за счет высоких уровней остеопротегерина (OPG) может влиять

на вероятность развития стимуляции лицевого нерва при использовании кохлеарного импланта, поскольку служит защитой от оксификации просвета внутреннего уха, заполненного жидкостью [25]. На линиях переломов может наблюдаться замедленное или неполное заживление, в результате происходит образование протяженного участка с низкой электрической сопротивляемостью, что способствует распространению тока от электродов кохлеарного импланта. По этой причине предполагалось, что относительно более короткое время между повреждением капсулы улитки и кохлеарной имплантацией будет предиктором стимуляции лицевого нерва, но это предположение так и не было четко обосновано.

В исследовании Mohammad Seyyedi и соавторов была выдвинута гипотеза, что непреднамеренная электрическая стимуляция лицевого нерва у пользователей кохлеарных имплантов возникает, когда прогрессирующий отосклероз поражает как эндост восходящего отдела базального завитка улитки, так и канал лицевого нерва и всю костную ткань между ними [25]. Отосклеротическое поражение энхондральной кости капсулы улитки приводит к очаговой резорбции кости, образованию новой кости, пролиферации сосудов и стромы соединительной ткани. Это может снизить сопротивляемость, направляя ток к лицевому нерву. Авторы пришли к выводу, что стимуляция лицевого нерва встречается чаще у пациентов с отосклерозом, особенно при применении импланта с жесткой электродной решеткой. Однако эти данные подвергаются сомнению, поскольку количество височных костей с установленной перимодиолярной электродной решеткой было представлено намного меньше, чем аналогичных случаев с жесткой электродной решеткой.

На основании нашего опыта на базе СПб НИИ ЛОР был разработан собственный алгоритм стратификации риска развития СЛН у кандидата к проведению КИ.

Цель исследования. Поделиться разработанным на основе ретроспективного исследования алгоритмом оценки риска стимуляции лицевого нерва у кандидатов к проведению КИ на дооперационном этапе.

Материалы и методы

В период с 2017 по 2023 год на базе ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России было проведено 2644 КИ.

На этапе отбора кандидатов к проведению КИ всем выполнялась КТ височных костей с минимальной толщиной среза 0,6 мм для исключения противопоказаний к проведению хирургического вмешательства и оценки индивидуальных особенностей анатомии среднего и внутреннего уха.

Для отбора пациентов на исследование использовались следующие данные: пол, возраст, сопутствующая патология (системные и гормональные заболевания, которые могли повлиять на ионный обмен в костной ткани и изменения в сосудистых стенках), находки на КТ височных костей (плотность костной капсулы улитки, толщина костной ткани между латеральной стенкой улитки и костным каналом лицевого нерва, наличие аномалии развития улитки).

На дооперационном этапе все пациенты подписали стандартное добровольное информированное согласие, подразумевающее возможное участие в научных исследованиях.

Критериями исключения из исследования были: отказ пациента от настоящего исследования, наличие противопоказаний к проведению оперативного вмешательства в условиях узкоспециализированного ЛПУ, наличие хронического гнойного среднего отита в анамнезе и по данным осмотра, наличие парезов лицевого нерва.

В послеоперационном периоде пациенты проходили стандартные реабилитационные мероприятия в условиях хирургического отделения: антибиотикотерапия, контроль вестибулярных нарушений, устранение болевого синдрома, контроль и ведение послеоперационной раны и тканей в области корпуса импланта.

Далее проводился контроль пациентов на этапе подключения (1–3 недели с момента операции), реабилитации (3 месяца) и повторной реабилитации (6 месяцев – 1 год).

Помимо этого, в исследование были включены пациенты, проходящие плановую замену речевого процессора (5 лет с момента подключения/предыдущей замены).

Результаты исследования

За время наблюдения было выявлено 86 случаев стимуляции лицевого нерва у пользователя кохлеарных имплантов, из них 48 (56%) — это женщины, 38 (44%) — это мужчины. Максимальный возраст у исследуемого — 75 лет, минимальный — 4 года. Средний возраст пациента составил 25 ± 20 лет. Возрастная мода составила 5 лет.

У всех пациентов было достигнуто полное введение электрода во время операции. Ни у одного пациента не было зафиксировано интраоперационное повреждение лицевого нерва. Частота послеоперационных транзиторных отсроченных парезов составила 0,15% (4 из 2644). У всех пациентов зафиксирован полный возврат к нормальной функции лицевого нерва в течение 6 месяцев после операции.

У пациентов с нормальной анатомией улитки СЛН была выявлена в 43 из 2496 случаев.

У пациентов с кохлеарной формой отосклероза СЛН выявлялась в 6 из 14 случаев, у больных,

перенесших менингит с оссификацией улитки, — в 9 из 34 случаев, с травмой височных костей — в 4 из 14 случаев.

При аномалиях развития улитки: неполное разделение I типа — в 5 из 25 случаев, неполное разделение II типа — в 12 из 35 случаев, IP-III — в 2 из 10 случаев, общая полость — в 4 из 15 случаев.

Одна из пациенток, вошедших в исследование, является неклассифицируемым случаем, поскольку имеет аномалию развития улитки (неполное разделение II типа), а СЛН появилось после перенесенного менингита.

Были отмечены следующие дополнительные закономерности:

1) у 2 из 15 случаев пациентов с аномалией развития — общая полость — невозможно провести операцию на противоположном ухе ввиду аплазии улитки;

2) отмечена закономерность возникновения стимуляции лицевого нерва у девочек в возрасте 10–14 лет (5 из 43 случаев в группе с нормальной анатомией улитки, 5 из 35 случаев в группе с неполным разделением улитки II типа);

3) в 15 случаях из 86 стимуляция лицевого нерва была определена на этапе замены;

4) диагностика СЛН у детей раннего возраста затруднительна ввиду отсутствия у ребенка возможности объяснить свои ощущения и отсутствия у некоторых пациентов четко сформированной условно-двигательной реакции на звук;

5) в случаях с нормальной анатомией улитки были выявлены следующие сопутствующие гормональные и системные нарушения: остеопороз — 4 случая, нарушение менструального цикла — 5 случаев, патология щитовидной железы — 3 случая, ревматизм был у 2 пациентов, синдром Токаясу — у 1 пациентки.

По результатам проведенных измерений минимальная плотность костной ткани базального завитка улитки составила 389 HU (абсолютное минимальное значение у данного пациента 202 HU, максимальное — 897 HU), что соответствует плотности губчатой кости (HU — единица измерения плотности органов по шкале Хаунсфилда). Данные показатели были выявлены у пациента с кохлеарной формой отосклероза и ремоделированием спирального канала улитки. Максимальная

плотность костной ткани базального завитка улитки составила 2918 HU (минимальное абсолютное значение у данного пациента 2626 HU, максимальное — 3315 HU) и была выявлена у пациента с нормальной анатомией улитки.

Средние значения плотности костной ткани у пациентов с врожденной и прогрессирующей идиопатической потерей слуха составили 1703 ± 341 HU. При соотношении результатов измерений с клиническими данными о СЛН конкретных пациентов было установлено, что средние значения плотности костной ткани базального завитка улитки менее 1096 ± 192 HU приводит к повышенному риску СЛН в послеоперационном периоде.

Средняя толщина стенки базального завитка улитки у пациентов с врожденной и прогрессирующей идиопатической потерей слуха составила $1,7 \pm 0,04$ мм, а минимальная толщина — 0,8 мм. При значении толщины костной капсулы улитки 0,9 мм и меньше наблюдались клинические проявления СЛН, таким образом, значение 0,9 мм является пороговым.

При определении топика расположения электродов относительно канала лицевого нерва по данным КТ височных костей, выполненной в послеоперационном периоде, было выявлено максимально близкое расположение 4–7 электродов (из 12) к лицевому нерву.

На основании полученных данных была разработана балльно-рейтинговая шкала стратификации риска стимуляции лицевого нерва.

Каждому показателю шкалы (возраст, пол, сопутствующая патология, КТ-находки) был присвоен свой риск-балл:

- женский пол — 1 балл;
- подростковый возраст у девушек 10–15 лет — 1 балл;
- системные заболевания / гормональные нарушения — 1 балл;
- этиология глухоты (аномалия развития улитки IP — III, CC — 3 балла; IP I, IP II — 2 балла); оссификация — 2 балла; травма височных костей — 3 балла; кохлеарная форма отосклероза — 3 балла);
- плотность костной капсулы улитки до 1096 HU — 2 балла;

Таблица

Стратификация риска стимуляции лицевого нерва с рекомендуемым алгоритмом ведения пациента

Table

Risk stratification of facial nerve stimulation with recommended patient management algorithm

0–2 балла (низкий риск)	3–4 балла (средний риск)	Св. 5 баллов (высокий риск)
Не требует дополнительных мер профилактики	Информирование врача-аудиолога о возможных рисках СЛН	Информирование врача-аудиолога о возможных рисках СЛН + применение интраоперационных методов профилактики

- толщина костной капсулы улитки до 0,9 мм — 2 балла;
- наличие кохлеолицевой дигесценции — 5 баллов.

Стратификация риска была разделена на 3 группы: низкий риск, средний риск и высокий риск (таблица).

Заключение

Таким образом, правильное предоперационное консультирование пациентов с риском СЛН и планирование операции, включающее тщатель-

ный анализ особенностей КТ височных костей, имеют важное значение и помогают спрогнозировать и минимизировать риск этого осложнения.

Благодаря стратификации риска стимуляции лицевого нерва появилась возможность на догоспитальном этапе разработать алгоритм ведения пациента с определением показаний к проведению хирургической профилактики одномоментно с проведением хирургического этапа кохлеарной имплантации, определить тактику взаимодействия хирурга-аудиолога в рамках реабилитации пользователя КИ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Berrettini S., Vito de A., Bruschini L., Passetti S., Forli F. Facial nerve stimulation after cochlear implantation: our experience. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2011;31(1):11-16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3146332/>
2. Bigelow D. C., Kay D. J., Rafter K. O. Facial nerve stimulation from cochlear implants. *Am J Otol.* 1998; 19:163-169. https://www.researchgate.net/publication/51314112_Facial_nerve_stimulation_from_cochlear_implants
3. Rayner M. G., King T., Djalilian H. R. Resolution of facial stimulation in otosclerotic cochlear implants. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;129(5):475-480. [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(03\)01444-x](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(03)01444-x)
4. Rotteveel J. C., Proop D. W., Ramsden R. T. Cochlear implantation in 53 patients with otosclerosis: demographics, computed tomographic scanning, surgery, and complications. *Otol Neurotol.* 2004;25:943-952 <https://doi.org/10.1097/00129492-200411000-00014>
5. Tavakoli M., Jalilevand N., Kamali M., Modarresi Y., Zarandy M.M. Language sampling for children with and without cochlear implant: MLU, NDW, and NTW. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015;79(12):2191-2195. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.10.001>
6. Kelsall D. C., Shalloo J. K., Brammeier T. G., Prenger E. C. Facial nerve stimulation after nucleus 22-channel cochlear implantation. *Am J Otol.* 1997;18:336-341. https://www.researchgate.net/publication/51539647_Facial_nerve_stimulation_after_cochlear_implantation_Our_experience
7. Niparko J. K., Oviatt D. L., Coker N. J. Facial nerve stimulation with cochlear implant. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1991;104:826-830. <https://doi.org/10.1177/019459989110400610>
8. Weber B. P., Lenarz T., Battmer D. Otosclerosis and facial nerve stimulation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 1995; 166:445-447. https://www.researchgate.net/publication/51539647_Facial_nerve_stimulation_after_cochlear_implantation_Our_experience
9. Muckle R. P., Levine S. G. Facial nerve stimulation produced by cochlear implants in patients with cochlear otosclerosis. *Am J Otol.* 1994;15:394-398. https://journals.lww.com/otology-neurotology/Abstract/1994/05000/FACIAL_NERVE_STIMULATION_PRODUCED_BY_COCHLEAR.19.aspx
10. Rah Y. C., Yoon Y. S., Chang M. Y., Lee J. Y., Suh M. W., Lee J. H. et. al. Facial nerve stimulation in the narrow bony cochlear nerve canal after cochlear implantation. *Laryngoscope.* 2016;126(6):1433-1439. <https://doi.org/10.1002/lary.25655>
11. Aljazeera I. A., Khurayzi T., Al-Amro M., Alzhirani F., Alsanosi A. Evaluation of computed tomography parameters in patients with facial nerve stimulation post-cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021;278(10):3789-3794. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06486-7>
12. Kempf H. G., Johann K., Lenarz T. Complication in pediatric cochlear implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1999; 256(3):128-132. <https://doi.org/10.1007/s004050050124>
13. Cushing S. L., Papsin B. C., Gordon K. A. Incidence and characteristics of facial nerve stimulation in children with cochlear implants. *Laryngoscope.* 2006;116:1787-1791. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000231303.85828.20>
14. Papsin B. C. Cochlear implantation in children with anomalous cochleovestibular anatomy. *Laryngoscope.* 2005; 115(1 Pt 2 Suppl 106):1-26. <https://doi.org/10.1097/00005537-200501001-00001>
15. Ahn J. H., Oh S. H., Chung J. W., Lee K. S. Facial nerve stimulation after cochlear implantation according to types of Nucleus 24-channel electrode arrays. *Acta Oto-laryngologica.* 2009;129(6):588-591. <https://doi.org/10.1080/00016480802325965>
16. Battmer R., Pesch J., Stover T., Lesinski-Schiedat A., Lenarz M., Lenarz T. Elimination of facial nerve stimulation by reimplantation in cochlear implant subjects. *Otology & Neurotology.* 2006;27(7):918-922. <https://doi.org/10.1097/01.mao.0000235374.85739.c6>
17. Broomfield S., Mawman D., Woolford T. J., O'Driscoll M., Luff D., Ramsden R. T. Non-auditory stimulation in adult cochlear implant users. *Cochlear Implants International.* 2000;1(1):55-66. <https://doi.org/10.1179/cim.2000.1.1.55>
18. Cushing S. L., Papsin B. C., Gordon K. A. Incidence and characteristics of facial nerve stimulation in children with cochlear implants. *The Laryngoscope.* 2006;116(10):1787-1791. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000231303.85828.20>
19. Frijns J. H., Kalkman R. K., Briaire J. J. Stimulation of the facial nerve by intracochlear electrodes in otosclerosis: a computer modeling study. *Otology & Neurotology.* 2009;30(8):1168-1174. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181b12115>
20. Kruschinski C., Weber B. P., Pabst R. Clinical relevance of the distance between the cochlea and the facial nerve in cochlear implantation. *Otology & Neurotology.* 2003;24(5):823-827. <https://doi.org/10.1097/00129492-200309000-00022>

21. Makizumi Y., Kashio A., Sakamoto T., Karino S., Kakigi A., Iwasaki S., Yamasoba T. Cochlear implantation in a patient with osteogenesis imperfecta. *Auris, Nasus, Larynx*. 2013;40(5):510-513. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2012.10.006>
22. Marshall A. H., Fanning N., Symons S., Shipp D., Chen J. M., Nedzelski J. M. Cochlear implantation in cochlear otosclerosis. *The Laryngoscope*. 2005;115(10):1728-1733. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000171052.34196.ef>
23. Maas S., Bance M., O'Driscoll M. Explantation of a nucleus multichannel cochlear implant and re-implantation into the contralateral ear. A case report of a new strategy. *J Laryngol Otol*. 1996;110:881-883. <https://doi.org/10.1017/s0022215100135236>
24. Camilleri A. E., Toner J. G., Howarth K. L. Cochlear implantation following temporal bone fracture. *J Laryngol Otol*. 1999;113:454-457. <https://doi.org/10.1017/s0022215100144202>
25. Seyyedi M., Herrmann B. S., Eddington D. K., Nadol J. B., Jr. The pathologic basis of facial nerve stimulation in otosclerosis and multi-channel cochlear implantation. *Otology & Neurotology*. 2013;34(9):1603-1609. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182979398>

Вклад авторов:

Концепция статьи — В. Е. Кузовков

Написание текста — В. А. Танасчишина

Сбор и обработка материала — В. А. Танасчишина, П. Р. Харитоновна, Д. С. Луппов

Анализ материала — А. С. Лиленко, С. Б. Сугарова

Утверждение окончательного варианта статьи — В. Е. Кузовков, А. С. Лиленко

Contribution of authors:

Concept of the article — V. E. Kuzovkov

Text writing — V. A. Tanaschishina

Collection and processing of material — V. A. Tanaschishina, P. R. Kharitonova, D. S. Luppov

Analysis of the material — A. S. Lilenko, S. B. Sugarova

Approval of the final version of the article — V. E. Kuzovkov, A. S. Lilenko

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Информация об авторах

Кузовков Владислав Евгеньевич — доктор медицинских наук, эксперт Международного объединения ведущих медицинских центров слуховой имплантации HEARING, главный научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); v_kuzovkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

Лиленко Андрей Сергеевич — кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); aslilenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

Сугарова Серафима Борисовна — кандидат медицинских наук, руководитель отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); sima.sugarova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

Танасчишина Виктория Андреевна — аспирант отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); tanasic95@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

Харитоновна Полина Романовна — ординатор II года обучения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); spora13@mail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9457-7451>

Луппов Дмитрий Степанович — аспирант отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 9); dmitryluppov.ent@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

Information about authors

Vladislav E. Kuzovkov — Doctor of Sciences (Med.), Main Researcher, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); e-mail: v_kuzovkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

Andrei S. Lilenko — Candidate of Sciences (Med.), Researcher of the Department of Diagnosis and Rehabilitation of Hearing Impairments, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); aslilenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

Serafima B. Sugarova — Candidate of Sciences (Med.), Head of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Disorder, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); sima.sugarova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

Viktoriia A. Tanaschishina — Postgraduate Student of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Impairment, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); tanasic95@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

Polina R. Kharitonova — Resident of the second year of study, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); spora13@mail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9457-7451>

Dmitrii S. Luppov — Postgraduate Student of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Impairment, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 190013); dmitryluppov.ent@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3022-1499>

Поступила / Received 12.12.2023

Поступила после рецензирования / Revised 31.01.2024

Принята в печать / Accepted 06.05.2024