

УДК 616.283.2-089.843

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-84-92>

## Кохлеарная имплантация при кохлеарной форме отосклероза

В. Е. Кузовков<sup>1</sup>, А. С. Лиленко<sup>1</sup>, С. Б. Сугарова<sup>1</sup>, С. В. Лиленко<sup>1</sup>, И. И. Чернушевич<sup>1</sup>,  
Д. С. Клячко<sup>1</sup>, В. А. Танасчишина<sup>1</sup>, И. В. Костевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи,  
Санкт-Петербург, 190013, Россия

## Cochlear implantation in cochlear otosclerosis patients

V. E. Kuzovkov<sup>1</sup>, A. S. Lilenko<sup>1</sup>, S. B. Sugarova<sup>1</sup>, S. V. Lilenko<sup>1</sup>, I. I. Chernushevich<sup>1</sup>,  
D. S. Klyachko<sup>1</sup>, V. A. Tanaschishina<sup>1</sup>, I. V. Kostevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech,  
Saint Petersburg, 190013, Russia

Кохлеарная форма отосклероза характеризуется необратимыми метаболическими изменениями в костной капсуле лабиринта, которые приводят к полной утрате слуха. Возможностью восстановить слух для такой категории больных становится кохлеарная имплантация, которая представляет собой высокотехнологичный метод реабилитации лиц с выраженной степенью тугоухости и полной глухотой. Однако проведение КИ у пациентов с кохлеарной формой отосклероза может сопровождаться рядом трудностей из-за ремоделирования улитки различной степени выраженности. Таким образом, именно изменения в костном лабиринте играют решающую роль в тактике ведения пациентов кохлеарной формой отосклероза и сенсоневральной тугоухостью IV степени.

**Ключевые слова:** кохлеарная форма отосклероза, кохлеарная имплантация, ремоделирование улитки.

**Для цитирования:** Кузовков В. Е., Лиленко А. С., Сугарова С. Б., Лиленко С. В., Чернушевич И. И., Клячко Д. С., Танасчишина В. А., Костевич И. В. Кохлеарная имплантация при кохлеарной форме отосклероза. *Российская оториноларингология*. 2021;20(6):84–92. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-84-92>

The cochlear form of otosclerosis is characterized by irreversible metabolic changes that lead to complete hearing loss. Cochlear implantation, which is a high-tech method of rehabilitation for patients with profound hearing loss and complete deafness, becomes an opportunity for hearing restoration. However, CI in patients with cochlear otosclerosis may be accompanied by a number of difficulties due to the remodeling of the cochlea of varying severity. Thus, changes in the bony labyrinth play a crucial role in the management of patients with the cochlear form of otosclerosis and sensorineural hearing loss IV.

**Keywords:** cochlear implantation, remodeling of the cochlea, cochlear otosclerosis.

**For citation:** Kuzovkov V. E., Lilenko A. S., Sugarova S. B., Lilenko S. V., Chernushevich I. I., Klyachko D. S., Tanaschishina V. A., Kostevich I. V. Cochlear implantation in cochlear otosclerosis patients *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2021;20(6):84-92. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2021-6-84-92>

По данным J. Freeman (1979) кохлеарная форма отосклероза выявляется у 29% взрослых пациентов с прогрессирующей сенсоневральной тугоухостью. Согласно исследованиям, ее встречаемость составляет 1,5–2,3% у пациентов с хронической сенсоневральной тугоухостью и у 10% – с прогрессирующим ее течением [1].

**Этиопатогенез.** Отосклероз представляет из себя процесс ремоделирования кости в лабиринтной капсуле, который имеет ряд особенностей. В норме это явление происходит со скоростью 10% в год во всех частях скелета. Однако нор-

мальная лабиринтная капсула более устойчива к этому процессу – скорость ремоделирования всего 0,13% в год.

Несмотря на то, что в доступной специальной литературе нет точных данных о генетическом компоненте кохлеарной формы отосклероза, результаты исследований подтверждают тезис о том, что отосклероз имеет аутосомно-доминантный тип наследования с неполной пенетрантностью. Гены, которые, как было доказано, участвуют в этиопатогенезе отосклероза, включают COL1A1, TGFB1, BMP2, BMP4, ACE, AGTi RELN [2].

Также известна роль вируса кори в запуске процесса ремоделирования. Исследование проводилось с помощью электронной микроскопии, иммуногистохимии и полимеразной цепной реакции с обратной транскриптазой для амплификации вирусной РНК у пациентов с отосклерозом [3, 4]. Кроме того, было выявлено присутствие специфических антител к вирусу кори в образцах перилимфы пациентов с отосклерозом [5]. Несмотря на то, что активность отосклероза усиливается в периоды интенсивной гормональной активности [6], связь между отосклерозом и беременностью все еще обсуждается.

Станкович и др. [7] исследовали экспрессию генов лабиринтной капсулы и обнаружили, что ее генный профиль отчетливо отличается от профиля большеберцовой и теменной костей. Наиболее характерными генами являются: TNFRSF11B (ген, кодирующий остеопротегерин), рецептор костного морфогенетического белка 1b и костный морфогенетический белок 3. Авторы полагают, что TNFRSF11B и костный морфогенетический белковый рецептор 1b могут играть определенную роль в ингибировании ремоделирования внутри лабиринтной капсулы.

У пациентов с отосклерозом усиливается костное ремоделирование в лабиринтной капсуле, что приводит к накоплению костных отложений, повреждающих звукопроводящие пути и ухудшающих нормальную передачу звука. Степень aberrантного костного ремоделирования в лабиринтной капсуле напрямую коррелирует с аудиологическими изменениями.

Аномальное ремоделирование кости при отосклерозе происходит в три фазы:

- фаза отоспонгиоза, которая представляет собой увеличение как активности остеокластов, так и микроциркуляторного русла;
- переходная фаза, которая начинается с отложения губчатой кости остеобластами в местах предшествующей костной реабсорбции;
- отосклеротическая фаза, характеризующаяся развитием губчатых костных отложений в плотную кость, что сужает микроциркуляцию, ранее развитую в фазе отоспонгиоза.

Эти aberrантные поражения могут возникать в следующих областях: перед овальным окном и подножной пластинки стремени (80%), в области круглого окна (30%), в перикохлеарной области (21%), и в зоне внутреннего слухового прохода (19%) [8]. При этом, сенсоневральная тугоухость начинает проявляться, когда отосклеротический очаг достигает эндоста улитки. Было замечено, что атрофия спиральной связки и сосудистой полочки, а также гиалинизация спиральной связки приводят к нарушению слуха [9]. Недавние исследования спиральной связки подтвердили результаты гистопатологических исследований,

проведенных на височных костях у пациентов с кохлеарной формой отосклероза [11]. Сато и соавт. доказали, что кохлеарная форма отосклероза, поражающая окно улитки, вызывает больше повреждений спиральных ганглиозных клеток и наружных волосковых клеток, чем фенестральная форма. Напротив, поражение овального окна, вызывало большее повреждение спиральной связки, заканчивалось гиалинизацией и атрофией спиральной связки [12].

*Диагностика и показания к проведению кохлеарной имплантации.* Для кохлеарной формы отосклероза характерно:

- 1) двустороннее медленно прогрессирующее снижение слуха;
- 2) дебют преимущественно в молодом возрасте (18–25 лет);
- 3) субъективный ушной шум низкой и средней тональности;

При кохлеарной форме отосклероза отмечаются положительные камертональные пробы Ринне и Федеричи, а латерализация звука камертонов С128-512 при проведении пробы Вебера – в лучше слышащее ухо.

Акустическая рефлексометрия является информативным методом для дифференциальной диагностики сенсоневральной тугоухости и кохлеарной формы отосклероза. В норме порог регистрации акустического рефлекса составляет 80–90 дБ над индивидуальным порогом слуховой чувствительности. При сенсоневральной тугоухости, сопровождающейся феноменом ускоренного нарастания громкости, пороги рефлекса значительно снижаются, достигая 35–60 дБ, а в ряде случаев – 15–20 дБ над индивидуальным порогом. Акустический рефлекс при кохлеарной форме отосклероза при звуковой стимуляции интенсивностью 110–115 дБ отсутствует (как при ипси-, так и при контралатеральной стимуляции). Также он может быть двухфазным или обратным по фазе. Это объясняют нарушением движения слуховых косточек вследствие фиксации стремени либо сокращением мышцы, натягивающей барабанную перепонку.

При проведении импедансометрии у пациентов с кохлеарной формой отосклероза подвижность барабанных перепонки сохранена. При отосклерозе в 95% случаев обнаруживается тимпанограмма типа А по J. Jerger. В дальнейшем фиксация стремени приводит к некоторому снижению податливости звукопроводящей системы, которое сопровождается снижением амплитуды тимпанометрической кривой, и к закруглению ее пика (тимпанограмма типа As). В более редких случаях при проведении многочастотной тимпанометрии с зондирующей частотой 650 Гц может регистрироваться тимпанограмма типа Е, что может говорить о наличии гиперподвижности нако-

вально-стременного сочленения, обусловленной плотной фиксацией стремени [12].

УЗВ тесты играют большую роль в выявлении «первичности» или «вторичности» сенсоневрального компонента тугоухости при смешанной форме отосклероза, определении гидропса лабиринта и диагностики кохлеарной формы отосклероза. При анализе результатов УЗВ аудиометрии выявлено, что для больных отосклерозом пороги чувствительности УЗВ соответствуют до 15 дБ. При кохлеарной форме они в пределах нормы или несколько выше, тогда как при СНТ значения показателя составляют всегда > 15 дБ. При этом пороги УЗВ при первичной СНТ значительно выше, чем при вторичной. Латерализация УЗВ при кохлеарной форме отосклероза и СНТ направлена в лучше слышащее ухо при одностороннем или асимметричном двустороннем снижении слуха [13–15]. Если при отосклерозе латерализация УЗВ направлена в хуже слышащее ухо (определяется в 60,9% случаев), то это может свидетельствовать в том числе и о наличии гидропса лабиринта вследствие нарушения гидродинамики. Это характерно для больных, страдающих отосклерозом более 10 лет и подтверждается данными экстратимпанальной электрокохлеографии (ЭКоГ) [12].

Обследование пациентов с кохлеарной формой отосклероза предполагает возможное применение приемов инструментальной вестибулометрии. Выполнение батареи вестибулярных тестов является обязательным (в дооперационном периоде) при наличии у пациентов жалоб на головокружение, неустойчивость или их комбинацию. В целях исключения декомпенсации вестибулярной функции проводят оценку как глазодвигательных реакций (при компьютеризированной электроокулографии и видеоокулографии), так и постурального контроля (при динамической постурографии). При выявлении спонтанного нистагма, сильно выраженных искажений следящего взора, патологической асимметрии оптокинетического нистагма, а также значимых смещений общего центра тяжести тела предпочтение отдают как дальнейшему дообследованию, так и консервативному лечению пациента под наблюдением у сурдолога и невролога. Для оценки степени сохранения функционирования вестибулярного аппарата проводят битермальный тест с применением видеонистагмографии. Благоприятным с точки зрения прогноза улучшения слуха после стапедопластики служит сохранение калорической реактивности ушного лабиринта на стороне предполагаемого оперативного вмешательства.

Золотым стандартом для визуализации отосклеротических изменений капсулы лабиринта является проведение КТ височных костей и МРТ внутреннего уха.

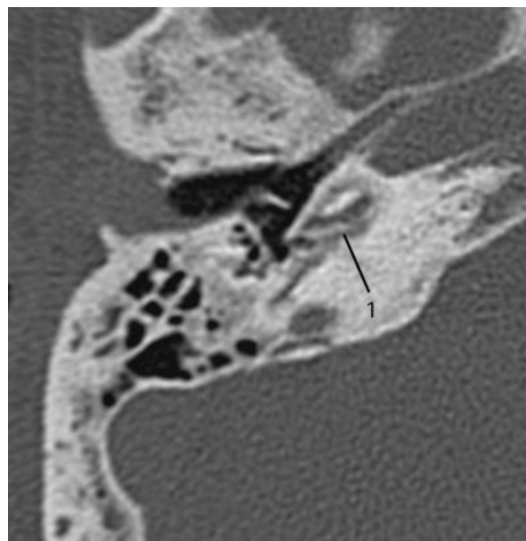


Рис. 1. Симптом «Галло» (1) с низкой плотностью  
Fig. 1. The „Gallo“ symptom (1) with low density

На компьютерной томографии у пациентов с кохлеарной формой отосклероза наблюдается характерное появление перикохлеарного гиподенсного двойного кольца, обусловленного деминерализацией кости вокруг улитки (рис. 1) [14]. МРТ способно определить кольцо промежуточного сигнала в перикохлеарной и перилабиринтной областях на T1-взвешенных изображениях и демонстрирует слабое или умеренное усиление после введения гадолиния [8].

Проведение КТ-денситометрии позволяет определить плотность очагов отосклероза. В норме плотность костной ткани улитки составляет от +2000 до +2200 ед. НУ, участки пониженной плотности (менее 1000 ед. НУ) считаются активным отосклерозом. КТ височных костей высокого разрешения может выявить отосклеротические очаги и деминерализацию улитки [12].

*Особенности хирургического этапа КИ.* Среди отечественных и зарубежных авторов основным предметом дискуссии является целесообразность проведения стапедопластики у пациентов с кохлеарной формой отосклероза [15–18]. Опубликован успешный опыт В. С. Корвякова с соавт. (2018) лечения пациентов с кохлеарной формой отосклероза, заключающийся в проведении стапедопластики с частичной заменой перилимфы на физиологический раствор [18]. Так же, в 2018 г. был опубликован клинический случай д. м. н., проф. В. М. Свистушкина с успешным проведением КИ у пациентки с двусторонней сенсоневральной потерей слуха, вызванной кохлеарной формой отосклероза с ремоделированным базальным завитком улитки [19].

Систематический обзор и метанализ, опубликованный в 2016 г. Yasin Abdurehim, A. Lehmann, A. Zeitouni, показал, что кохлеарная имплантация приводит к значительно лучшим показате-

лям разборчивости речи, чем стапедопластика ( $p < 0,0001$ ). Однако это, по-видимому, связано с вариабельностью исходов после стапедопластики. Также нет существенной разницы в отношении разборчивости речи между первичной кохлеарной имплантацией и вторичной после неудачной стапедопластики ( $p = 0,22$ ) [17]. Более того, проведение стапедопластики в условиях активного процесса опасно из-за интраоперационных осложнений (кровотечение из очагов отоспонгиоза с попаданием крови в преддверие) и реанкилозирования протеза вследствие бурного роста поврежденных очагов [20].

Ретроспективный анализ Münir Demir Vajin и соавт. с 2003 по 2014 г. продемонстрировал удовлетворительные аудиологические результаты у пациентов с тяжелым проявлением отосклероза как после стапедопластики, так и после КИ. Авторы пришли к выводу, что стапедопластика и слухопротезирование являются более дешевым и доступным методом коррекции слуха. Однако в случае неудачной стапедопластики или же прогрессирования отосклероза следует отдать предпочтение КИ [22]. Эти данные подтверждаются и в ретроспективном анализе A. Ribadeau Dumas и соавт., где были рассмотрены тяжелые случаи отосклероза с потерей слуха [23].

Таким образом, КИ становится ведущим методом лечения при тяжелых стадиях кохлеарной формы отосклероза. Однако запущенный процесс ремоделирования может привести к значительному затруднению введения электрода в улитку, приводящему к риску неполного введения.

На сегодняшний день введение электрода представляет собой наибольшую проблему при ремоделировании улитки, поскольку несет в себе риск возникновения осложнений и определяет перспективу последующей реабилитации.

Перспективным является подбор электрода и прогнозирование хирургического риска на этапе отбора пациентов на КИ с кохлеарной формой отосклероза. В исследовании A. Levato и др. был произведен расчет длины спирального канала улитки и реконструкция изображения с целью исключения ремоделирования улитки у пациентов с активным отосклерозом. Исследование проводилось у 5 пациентов: при реконструкции у двоих был определен фиброз в средних и апикальных завитках; у двоих – ремоделирование в области ниши окна улитки, которое требовало рассверливания. Полученные данные позволили выбрать оптимальную длину электрода и оптимизировать хирургический этап, исключив неполное введение электрода у всех пациентов. Через год после КИ средний порог восприятия речи и показатель распознавания несложных слов у пяти рассматриваемых пациентов составили 36 дБ и 94% соответственно. В течение 1 года наблюдения не было

стимуляции лицевого нерва или каких-либо других осложнений [24].

Интраоперационный контроль за проходимостью ремоделированного спирального канала улитки после высверливания возможен измерителем в виде гибкого проводника с нанесенной на него шкалой. При этом учитывают наличие или отсутствие просвета спирального канала улитки, не подверженного на этапе планирования КИ. Причем через каждые 2,0 мм сформированного канала меняют алмазную фрезу большего диаметра на фрезу меньшего диаметра для получения винтообразной формы канала. Определяют общую длину пройденного участка. Если при длине канала менее 8,0 мм происходит попадание в просвет спирального канала улитки, производят введение активного электрода кохлеарного импланта. Если длина канала равна 8,0 мм, а попадания в просвет спирального канала улитки нет, оперативное вмешательство прекращают [20].

Помимо неполного введения электрода, отдельное внимание уделяется возможной постимплантационной стимуляции лицевого нерва. В ретроспективном исследовании A. Vashishth и др. было рассмотрено 36 пациентов (38 ушей) с отосклерозом после КИ с использованием прямого электрода. 23 из 38 ушей имели ремоделированные улитки, с изолированным вовлечением области круглого окна у 60% пациентов, а остальные имели частичное или полное ремоделирование поворота базального завитка. В 36,8% случаев была выполнена субтотальная петрозэктомия по поводу ремоделирования улитки. Одному пациенту было выполнено введение электрода через вестибулярную лестницу, а двум – неполное введение электрода. У пациентов без оссификации не было ни интра-, ни послеоперационных осложнений. У одного пациента с оссификацией была двусторонняя стимуляция лицевого нерва, которая корректировалась последующей настройкой кохлеарного импланта. Результаты у пациентов без ремоделирования были лучше, но статистически незначимы по большинству параметров [25].

Согласно исследованию S. Havenitn не было выявлено четкой корреляции между результатами КИ и доступом (круглое окно или кохлеостомы). Зачастую, кохлеостома является более удобным вариантом, поэтому ему отдается предпочтение. Определению места наложения отверстия в лабиринтной капсуле посвящено множество публикаций, однако, наиболее актуальной представляется работа V. J. Gantz с соавт. (2005), в которой автором наглядно представлена методика наложения так называемой каудальной кохлеостомы впереди и книзу от окна улитки. Автор показывает, что предлагаемая техника позволяет вскрыть просвет барабанной лестницы, избегая травмы базилярной мембраны и спираль-

ной связки, при этом опять же акцент сделан на сохранение остатков слуха для возможной ЭАС. По данным исследования, остаточный слух был сохранен в 96% случаев [26]. Среди недостатков введения активного электрода через кохлеостому называются значимая акутравма, потеря перилимфы, возможное попадание костной стружки в просвет улитки [27].

Несмотря на то, что доступ через окно улитки имеет под собой теоретическое и практическое обоснование, существует 30%-ный риск ремоделирования круглого окна, приводящего к затруднению проведения КИ таким доступом [14].

В работе Colletti et al. (1998) была представлена техника проведения КИ через среднюю черепную ямку. Данная методика была использована у двух пациентов с приобретенной патологией среднего уха. Авторы считают, что благодаря вскрытию базального завитка улитки в самой верхней точке и использованию двухэлектродной решетки удалось разместить электроды и антеградно к верхушке пирамиды и ретроградно к круглому окну и утверждают, что таким образом добились более глубокого введения с лучшим покрытием длины спирального канала улитки. Вдобавок к возможности стимулировать большую часть спирального канала улитки, Colletti et al. отметили, что эта техника позволяет нивелировать влияние ремоделированного базального завитка улитки. Хотя при операциях через среднюю черепную ямку и удается полностью обойти ремоделированный участок базального завитка рядом с круглым окном, неясно, как быть с большим поражением при этом доступе. Клетки спирального ганглия, которые снабжают самые апикальные отделы улитки, могут залегать ближе к среднему завитку, а апикально продолжают только их дендриты. Однако данный метод КИ успешно использовался рядом авторов, в том числе и в работах Rubens De Brito (2013) [27].

Таким образом, методика проведения КИ через среднюю черепную ямку является интересной и может использоваться в некоторых случаях, однако операционные риски делают такой доступ менее предпочтительным.

*Наш опыт.* За период с 2017 по 2019 г. в ФГБУ «СПб НИИ ЛОР» Минздрава России было проведено более 1200 кохлеарных имплантаций, при этом пациентов, у которых этиологическим фактором развития сенсоневральной тугоухости IV степени была кохлеарная форма отосклероза, было 12 человек (1%) [12]. Среди этих пациентов у 9 было диагностировано ремоделирование улитки, у 2 – в анамнезе были сведения о проведенной стапедопластике на планируемом для КИ ухе. Наша хирургическая тактика КИ при ремоделировании базального завитка улитки включала в себя следующие основные моменты: расширен-

ная задняя тимпанотомия; расщепление от ниши окна улитки с последовательным уменьшением диаметра фрез [29]; использование кохлеарного импланта с прямым (жестким) электродом, так как при ремоделированном базальном завитке облегчается процесс введения в просвет улитки, есть возможность дополнительного «бужирования» в случае наличия фрагментов сужения спирального канала в среднем и апикальном завитках улитки.

Основным ориентиром служит латеральная стенка базального завитка улитки. Особенностью при кохлеарной форме отосклероза является отсутствие разницы в цвете между лабиринтной капсулой и ремоделированным участком при ирригации.

Средняя протяженность ремоделированного участка до попадания в просвет улитки составляла 4,3 мм, а максимально достигала 7,3 мм. Для всех интраоперационных измерений использовался специально разработанный измеритель с ценой шкалы деления 0,5 мм и откалиброванной длиной до 10,0 мм [30].

Среди осложнений во время операции у 1 пациента была выявлена незначительная ликворея, которая была полностью купирована путем тампонады ниши окна улитки с использованием аутоканалей. У 2 пациентов в послеоперационном периоде при подключении аудиопроцессора кохлеарного импланта была выявлена стимуляция лицевого нерва, которая повлекла за собой отключение отдельных электродов в послеоперационном периоде.

Ремоделирование структур внутреннего уха зачастую затрудняет слухоречевую реабилитацию после кохлеарной имплантации. Фосфат кальция обладает высоким удельным электрическим сопротивлением и, соответственно, низкой электропроводностью, что проявляется увеличенным электродным сопротивлением у пациентов с оссификацией улитки, что может влиять на эффективность кохлеарной имплантации. Были выявлены достоверно повышенные максимально комфортные уровни громкости у пациентов с ремоделированием улитки. В результате, для вызова комфортных слуховых ощущений у пациентов с оссификацией улитки, было необходимо увеличивать количество электрического заряда и длительность стимуляции, что проявлялось достоверно высокими значениями максимально комфортных уровней громкости, по сравнению с максимально комфортными уровнями громкости у пациентов с другой этиологией сенсоневральной тугоухости (рис. 2, 3).

#### Заключение

Несмотря на процесс ремоделирования костного лабиринта внутреннего уха у пациентов

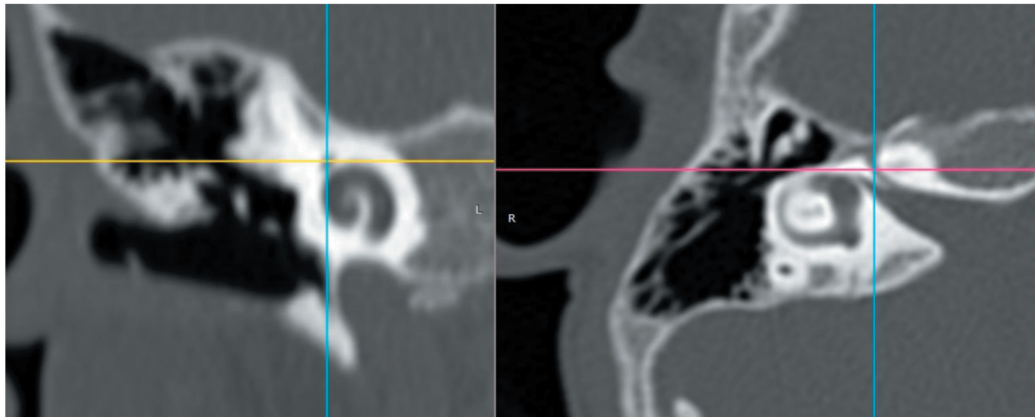


Рис. 2. КТ-картина близкого расположения лицевого нерва  
 Fig. 2. CT-scan of the close location of the facial nerve

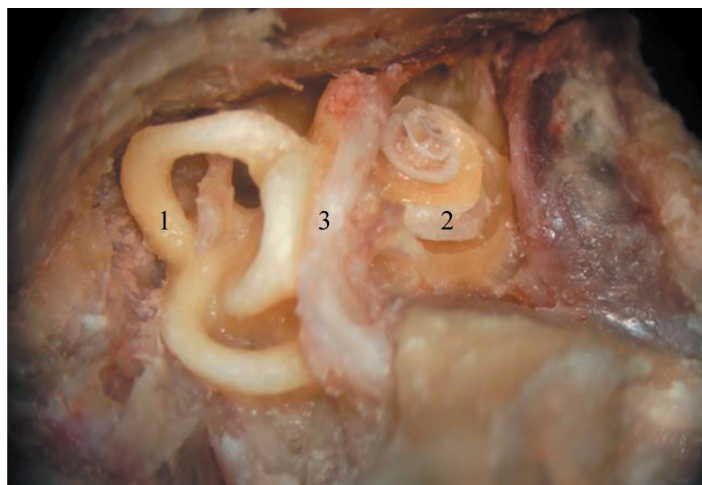


Рис. 3. Диссекционный материал височной кости. Выделены полукружные каналы 1, вскрыт просвет завитков улитки 2, выделен лицевой нерв 3  
 Fig. 3. dissection material of the temporal bone. Semicircular channels 1 were isolated, the cochlea whorls was opened 2, the facial nerve was isolated 3

с кохлеарной формой отосклероза, приведшей к сенсоневральной тугоухости IV, использование предлагаемой методики проведения хирургического этапа кохлеарной имплантации позволяет добиваться хороших результатов слухоречевой

реабилитации и минимизировать риск осложнений у данной категории больных.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Крюков А. И., Кунельская Н. Л., Гаров Е. В., Зеликович Е. И., Сидорина Н. Г., Загорская Е. Е., Фёдорова О. В., Зеленкова В. Н., Куриленков Г. В., Киселюс В. Э. Современная диагностика больных отосклерозом. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2019; 25(2):29-43. [Kryukov A. I., Kunel'skaya N. L., Garov E. V., Zelikovich E. I., Sidorina N. G., Zagorskaya E. E., Fedorova O. V., Zelenkova V. N., Kurilenkov G. V., Kiselyus V. E. Contemporary diagnostic in patients with otosclerosis. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2019;25(2):29-43. (In Russ.)]. <https://foliaopr.spb.ru/wp-content/uploads/2019/09/Folia%202-4%202019%20%D0%A1%D0%9E%D0%92%D0%A0%D0%95%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%90%D0%AF%20%D0%94%D0%98%D0%90%D0%93%D0%9D%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%90%20%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%AB%D0%A5%20%D0%9E%D0%A2%D0%9E%D0%A1%D0%9A%D0%9B%D0%95%D0%A0%D0%9E%D0%97%D0%9E%D0%9C.pdf>
2. Sebahattin Cureoglu, Muzeyyen Y. Baylana and Michael M. Paparella Cochlear otosclerosis Current Opinion in Otolaryngology. *Head and Neck Surgery*. 2010;18:357-362. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e32833d11d9>
3. McKenna M. J., Mills B. G. Ultrastructural and immunohistochemical evidence of measles virus in active otosclerosis. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1990;470:130-139. <https://doi.org/10.1177/019459988910100401>;

Российская оториноларингология

4. Niedermeyer H., Arnold W., Neubert W. J., H Höfler. Evidence of measles virus RNA in otosclerotic tissue. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1994;56:130-132. <https://doi.org/10.1159/000276627>
5. Arnold W., Niedermeyer H. P., Lehn N., Neubert W., Höfler H. Measles virus in otosclerosis and the specific immune response of the inner ear. *Acta Otolaryngol.* 1996; 116:705-709. <https://doi.org/10.3109/00016489609137910>
6. Markou K., Goudakos J. An overview of the etiology of otosclerosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266:25-35. <https://doi.org/10.1007/s00405-008-0790-x>
7. Lin Karen, Marrinan Michelle S., Waltzman Susan B., Roland J. Thomas Jr. Multichannel Cochlear Implantation in the Scala Vestibuli. *Otology & Neurotology.* August 2006;27(5):634-638. <https://doi.org/10.1097/01.mao.0000224095.63354.1a>
8. Konstantina M. Stankovic, Osamu Adachi, Kunikazu Tsuji, Arthur G Kristiansen, Joe C Adams, Vicki Rosen, Michael J. McKenna. Differences in gene expression between the otic capsule and other bones. *Hear Res.* 2010;Feb 8. <https://doi.org/doi:10.1016/j.heares.2010.02.006>
9. Lora Batson, Denise Rizzolo. Otosclerosis: An update on diagnosis and treatment JAAPA Journal of the American Academy of Physician Assistants 2017;17-22. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000511784.21936.1b>
10. Hueb M. M., Goycoolea M. V., Paparella M. M., Oliveira J. A. Otosclerosis: the University of Minnesota temporal bone collection. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1991;105:396-405. <https://doi.org/10.1177/019459989110500308>;
11. Doherty J. K., Linthicum F. H. Jr. Spiral ligament and stria vascularis changes in cochlear otosclerosis: effect on hearing level. *Otol Neurotol.* 2004; 25:457-464. <https://doi.org/10.1097/00129492-200407000-0001>;
12. Teruyuki Sato, Norimasa Morita, Sebahattin Cureoglu, Kyoichi Terao, Shruti S Joglekar, Armin Farajzadeh Deroee, Kazuo Ishikawa, Michael M Paparellal. Cochlear otosclerosis adjacent to round window and oval window: a histopathological temporal bone study. *Otol Neurotol.* 2010;31:574-557. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181d8d73>
13. Астащенко С. В., Кузовков В. Е., Ильин С. Н., Сапоговская А. С., Павлова С. С. Кохлеарная форма отосклероза: диагностика и тактика хирургического лечения. *PMЖ. Медицинское обозрение.* 2019;3(9(II)):52-55 [Astashchenko S. V., Kuzovkov V. E., Ilyin S. N., Sapogovskaya A. S., Pavlova S. S. Cochlear otosclerosis: diagnostics and surgical tactics. *RMJ. Medical Review.* 2019;9(II):52-55. (In Russ.)]. Оригинальная статья опубликована на сайте Российского медицинского журнала (PMЖ) [https://www.rmj.ru/articles/otorinolaringologiya/Kohlernaya\\_forma\\_otoskleroza\\_diagnostika\\_i\\_taktika\\_hirurgicheskogo\\_lecheniya/#ixzz78uRjMP86](https://www.rmj.ru/articles/otorinolaringologiya/Kohlernaya_forma_otoskleroza_diagnostika_i_taktika_hirurgicheskogo_lecheniya/#ixzz78uRjMP86)
14. Diaz R. C. Cochlear otosclerosis. *Otol Neurotol.* 2008;29:723-724. <https://doi.org/10.1097/mao.0b013e31816021cf>;
15. Muñoz-Fernández N., Morant-Ventura A., Teresa M Delfina Dualde-Beltrán, F Javier Garcia-Callejo, María Victoria Monrroy-Parada. Achiques Evolution of Otosclerosis to Cochlear Implantation. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2012;63(4):265-271. <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2011.12.005>
16. West N., Brand M., Foghsgaard S., Cayé-Thomasen P. Surgical Results and Complications of Cochlear Implantation in Far-Advanced Otosclerosis. *J Int Adv Otol.* 2017;13(3):304-307. <https://doi.org/10.5152/iao.2017.3998>
17. Abdurehim Yasin, Lehmann A., Zeitouni A. Stapedotomy vs Cochlear Implantation for Advanced Otosclerosis: Systematic Review and Meta-analysis. *Otolaryngology Head and Neck Surgery.* 2016;155(5). <https://doi.org/10.1177/0194599816655310>
18. Marie-Noelle Calmels, Corintha Viana, Georges Wanna, Mathieu Marx, Chris James, Olivier Deguene, Bernard Fraysse. Very far-advanced otosclerosis: stapedotomy or cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica.* 2007;127:574578. <https://doi.org/10.1080/0001648060098776>
19. Корвяков В. С., Диаб Х. М., Джамалудинов Ю. А., Ахмедов Ш. М., Пашнина О. А., Михалевич А. Е., Гамзатов К. Н. Сенсоневральный компонент тугоухости у больных отосклерозом. *Российская оториноларингология.* 2018;5(96):41-49. [Korvyakov V. S., Diab Kh. M., Dzhamaludinov Y. A., Akhmedov Sh. M., Paschinina O. A., Mikhalevich A. E., Gamzatov K. N. Sensorineural component of hearing loss in patients with otosclerosis. *Rossiiskaya otorinolaringologiya.* 2018;5(96):41-49. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2018-5-41-49>
20. ССвистушкин В. М., Мухамедов И. Т., Пашков Вед., Карпова О. Ю., Варосян Е. Г., Гадалева С. В., Розманов Е. О. Кохлеарная имплантация у больной с отосклерозом и двусторонней глухотой. Случай из практики. *Вестник оториноларингологии.* 2018;83(6):61-63 [Svistushkin V. M., Mukhamedov I. T., Pashkov A. V., Karpova O. Yu., Varosyan E. G., Gadaleva S. V., Rozmanov E. O. Cochlear implantation with cochlear otosclerosis with bilateral deafness. Case from practice. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii.* 2018;83(6):61-63. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/otorino20188306161>
21. Кузовков В. Е., Лиленко А. С., Сугарова С. Б., Костевич И. В. Приобретенная патология внутреннего уха как фактор, осложняющий хирургический этап кохлеарной имплантации. *Consilium Medicum.* 2018;20(3):80-84 [Kuzovkov V. E., Lilenko A. S., Sugarova S. B., Kostevish I. V. Acquired pathology of the inner ear, as a factor complicating the surgical stage of cochlear implantation. *Consilium Medicum.* 2018;20(3):80-84. (In Russ)] [https://doi.org/10.26442/2075-1753\\_20.3.80-84](https://doi.org/10.26442/2075-1753_20.3.80-84)
22. Münir Demir Bajin, Onur Ergün, Betül Çiçek Çınar, Levent Sennaroğlu. Management of Far-Advanced Otosclerosis: Stapes Surgery or Cochlear Implant. *Turk Arch Otorhinolaryngol.* 2020 Mar;58(1):35-40. <https://doi.org/10.5152/tao.2020.4600>
23. Dumas A. Ribadeau, Schwalje A. T., Franco-Vidal V., Bébéar J. P., Darrouzet V., Bonnard D. Cochlear implantation in far-advanced otosclerosis: hearing results and complications. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2018 Oct;38(5):445-452. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-1442>
24. Andrea Lovato, Gino Marioni, Lisa Gamberini, Chiara Bonora, Elisabetta Genovese, Cosimo de Filippis. OTOPLAN in Cochlear Implantation for Far-advanced. *Otosclerosis Otol Neurotol.* 2020 Sep;41(8):e1024-e1028. <https://doi.org/10.1097/MAO.000000000000272>

25. Ashish Vashishth, Andrea Fulcheri, Gianluca Rossi, Sampath Chandra Prasad, Antonio Caruso, Mario Sanna Cochlear Implantation in Otosclerosis: Surgical and Auditory Outcomes With a Brief on Facial Nerve Stimulation. *Otol Neurotol*. 2017 Oct;38(9):e345-e353. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001552>;
26. Gantz B. J., Turner C., Gfeller K. E., Lowder M. W. Preservation of hearing in cochlear implant surgery: advantages of combined electrical and acoustical speech processing. *Laryngoscope*. 2005;115(5):796-802 <https://doi.org/10.1097/01.MLG.0000157695.07536.D2>;
27. Roland P. S., Wright C. G. Surgical aspects of cochlear implantation: mechanisms of insertional trauma. *Adv Otorhinolaryngol*. 2006;64: 11-30 <https://doi.org/10.1159/000094642>;
28. Colletti V., Fiorino F. G., Carner M., Pacini L. Basal turn cochleostomy via the middle fossa route for cochlear implant insertion. *Am J Otol*. 1998 Nov. 19(6):778-84 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9831154/>
29. Кузовков В. Е., Янов Ю. К. Минимизация травмы внутреннего уха при проведении кохлеарной имплантации. *Российская оториноларингология*. 2009;2:41–48 [Kuzovkov V. E., Yanov Yu. K. Minimization of the inner ear injury during cochlear operation. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2009;2:41-48. (In Russ.)
30. Кузовков В. Е., Янов Ю. К., Лиленко А. С., Сугарова С. Б., Костевич И. В., Несипбаева А. А. Способ хирургического лечения пациентов с оксификацией улитки. *Таврический медико-биологический вестник*. 2017;3:117–123 [Kuzovkov V. E., Yanov Yu. K., Lilenko A. S., Sugarova S. B., Kostevich I. V., Nesipbaeva A. A. Surgical tactic of cochlear implantation in patients with cochlear ossification]. *Tavrisheskii medico-biologicheskii vestnik*. 20(3)117-123. (In Russ.) <http://www.ma.cfuv.ru/docs/235728/%D0%A2.20%20E2%84%963v3%202017.pdf>

#### Информация об авторах

✉ **Кузовков Владислав Евгеньевич** – доктор медицинских наук, эксперт Международного объединения ведущих медицинских центров слуховой имплантации HEARRING, главный научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: v\_kuzovkov@mail.ru  
ORCID: <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, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: aslilenko@gmail.com  
ORCID: <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, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: sima.sugarova@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

**Лиленко Сергей Васильевич** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель вестибулярной лаборатории отдела физиологии и патологии слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: lilenko@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9858-5219>

**Чернушевич Игорь Иванович** – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела разработки и внедрения высокотехнологичных методов лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: igor1st@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1808-1446>

**Клячко Дмитрий Семенович** – кандидат медицинских наук, сурдолог, старший научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: rip.tor@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5841-8053>

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

**Костевич Игорь Васильевич** – младший научный сотрудник отдела диагностики и реабилитации нарушений слуха, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи (190013, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9); e-mail: igor-doc.ne@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2654-0588>

#### Information about authors

✉ **Vladislav E. Kuzovkov** – MD, Main Researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: v\_kuzovkov@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2581-4006>

**Andrei S. Lilenko** – MD Candidate, 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, Russia, 190013); e-mail: aslilenko@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1641-506X>

**Serafima B. Sugarova** – MD Candidate, 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, Russia, 190013); e-mail: sima.sugarova@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0856-8680>

**Sergei V. Lilenko** – MD, Professor, Head of the Vestibular Disorders Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russia, 190013); e-mail: lilenko@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9858-5219>



**Igor' I. Chernushevich** – MD, Senior Reseacher of the Department of Development and Implementation of High Technology Treatment Methods, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya Str., Saint Petersburg, Russia, 190013); phone: 8 (812) 316-25-01, e-mail: igor1st@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1808-1446>

**Dmitrii S. Klyachko** – MD Candidate, Senior Researcher of the Department of Diagnostics and Rehabilitation of Hearing Impairments, Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech (9, Bronnitskaya str., Saint Petersburg, 190013, Russia); phone +7 (921) 956-53-59, e-mail: rip.tor@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5841-8053>

**Viktoriya 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, 190013, Russia); e-mail: tanasic95@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6345-020X>

**Igor' V. Kostevich** – Reseacher 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 , 190013, Russia); e-mail: igor-doc.ne@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2654-0588>