

# Алгоритм отбора пациентов на кохлеарную имплантацию. Лекция для врачей

С.В. Левин✉, Е.А. Левина, В.Е. Кузовков, И.В. Королева, В.В. Дворянчиков

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

## Аннотация

В настоящее время в мире существует множество методов восстановления слуха у человека, но, к сожалению, не все они эффективны при тугоухости высокой степени или глухоте. Проведение своевременной реабилитации пациентов с глубокой степенью снижения слуха, особенно в детском возрасте, крайне важно для социальной и психологической адаптации в обществе. У пациентов с большой степенью снижения слуха наиболее эффективным методом лечения является операция кохлеарной имплантации. Проведение этой операции возможно при сохранении анатомии внутреннего уха и проводимости слухового нерва. В данной лекции подробно изложены общие принципы реабилитации пациентов с нарушениями слуха различной этиологии, тактики отбора пациентов для проведения кохлеарной имплантации, что имеет большое значение для выбора способа лечения пациентов с тугоухостью и их психосоциальной адаптации.

**Ключевые слова:** кохлеарная имплантация, отбор, реабилитация, слух, глухота, тугоухость

**Для цитирования:** Левин С.В., Левина Е.А., Кузовков В.Е., Королева И.В., Дворянчиков В.В. Алгоритм отбора пациентов на кохлеарную имплантацию. Лекция для врачей. Consilium Medicum. 2023;25(3):198–203. DOI: 10.26442/20751753.2023.3.202108

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

## LECTURE

# Algorithm for selecting patients for cochlear implantation. Lecture for physicians

Sergey V. Levin✉, Elena A. Levina, Vladislav E. Kuzovkov, Inna V. Koroleva, Vladimir V. Dvorianchikov

Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, Saint Petersburg, Russia

## Abstract

At the present stage in the world there are many methods for restoring hearing in humans, but, unfortunately, not all methods are effective for high-grade hearing loss or deafness. Carrying out timely rehabilitation of patients with a deep degree of hearing loss, especially in childhood, is extremely important for social and psychological adaptation in society. In patients with severe hearing loss, cochlear implant surgery is the most effective treatment. This operation is possible while maintaining the anatomy of the inner ear and the conduction of the auditory nerve. This lecture details the general principles of rehabilitation of patients with hearing impairments of various etiologies, the tactics of selecting patients for cochlear implantation, which is of great importance for choosing a method for treating patients with hearing loss and their psychosocial adaptation.

**Keywords:** cochlear implantation, selection, rehabilitation, hearing, deafness, hearing loss

**For citation:** Levin SV, Levina EA, Kuzovkov VE, Koroleva IV, Dvorianchikov VV. Algorithm for selecting patients for cochlear implantation. Lecture for physicians. Consilium Medicum. 2023;25(3):198–203. DOI: 10.26442/20751753.2023.3.202108

Около 360 млн человек – это 5% всего населения мира – являются инвалидами по слуху. Безусловно, высокотехнологичные возможности современной микрохирургии, в том числе в сочетании с имплантируемыми системами, позволяют успешно реабилитировать пациентов с кондуктивной тугоухостью [1, 2]. Тем не менее сен-

соневральная тугоухость встречается значительно чаще. К сожалению, лечебные мероприятия, генная терапия, использование стволовых клеток по-прежнему не получили широкого применения [1, 3, 4]. Важно отметить, что речевые зоны головного мозга максимально интенсивно формируются до 3-летнего возраста ребенка. Позднее и

## Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Левин Сергей Владимирович** – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. диагностики и реабилитации нарушений слуха ФГБУ СПб НИИ ЛОР. E-mail: megalor@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9770-7739

**Левина Елена Алексеевна** – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. диагностики и реабилитации нарушений слуха ФГБУ СПб НИИ ЛОР. E-mail: xramoval@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0285-6526

**Кузовков Владислав Евгеньевич** – д-р мед. наук, зам. дир. по инновационной деятельности ФГБУ СПб НИИ ЛОР. E-mail: v\_kuzovkov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2581-4006

**Королева Инна Васильевна** – д-р психол. наук, проф., гл. науч. сотр. отд. диагностики и реабилитации нарушений слуха ФГБУ СПб НИИ ЛОР. E-mail: prof.inna.koroleva@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8909-4602

**Дворянчиков Владимир Владимирович** – д-р мед. наук, проф., засл. врач России, дир. отд. диагностики и реабилитации нарушений слуха ФГБУ СПб НИИ ЛОР. E-mail: 3162256@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0925-7596

✉ **Sergey V. Levin** – Cand. Sci. (Med.), Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. E-mail: megalor@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9770-7739

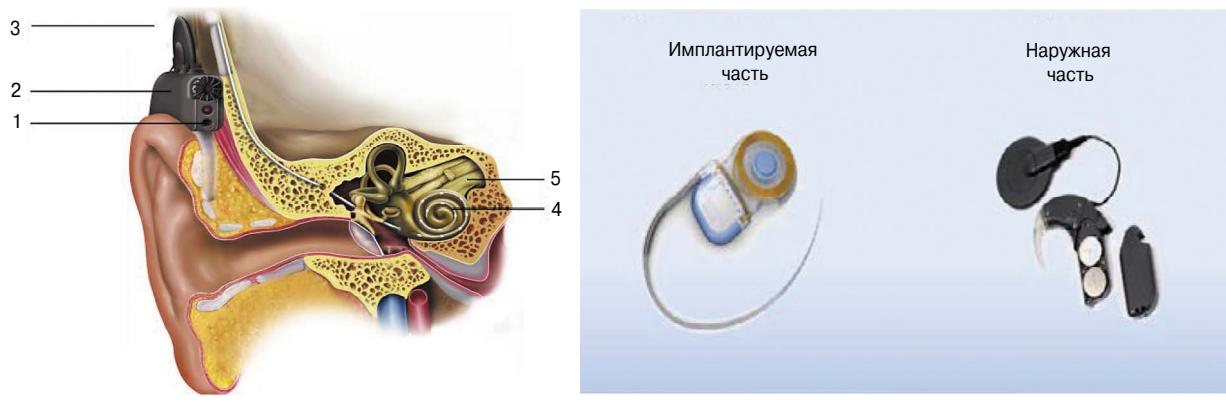
**Elena A. Levina** – Cand. Sci. (Med.), Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. E-mail: xramoval@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0285-6526

**Vladislav E. Kuzovkov** – D. Sci. (Med.), Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. E-mail: v\_kuzovkov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2581-4006

**Inna V. Koroleva** – D. Sci. (Med.), Prof., Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. E-mail: prof.inna.koroleva@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8909-4602

**Vladimir V. Dvorianchikov** – D. Sci. (Med.), Prof., Saint Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech. E-mail: 3162256@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0925-7596

**Рис. 1. Схема расположения наружной и внутренней части импланта: 1 – микрофон, 2 – речевой процессор, 3 – передатчик, 4 – электрод, 5 – слуховой нерв.**



неадекватное слухопротезирование приводит к необратимым нарушениям речевого и, соответственно, психического развития ребенка [1, 5]. На сегодняшний день не возникает сомнений, что кохлеарная имплантация (КИ) является наиболее эффективным методом реабилитации глухих детей и взрослых. Во многом эффективность реабилитационных мероприятий зависит от своевременной и адекватной организации процесса отбора пациентов на КИ. В процессе отбора необходимо получить ответы на главные вопросы: является ли пациент кандидатом на КИ по состоянию слуха, целесообразно ли для него проведение операции, какова перспективность использования КИ для восприятия речи и других звуков.

Существует большое число классификаций нарушений слуха:

По локализации нарушения:

- кондуктивная;
- сенсоневральная;
- ретрокохлеарная;
- центральные нарушения слуха.

По степени тяжести [1, 4, 5]:

- умеренные нарушения слуха (1–2-я степень тугоухости);
- выраженные нарушения слуха (3-я степень тугоухости);
- тяжелые нарушения слуха (4-я степень тугоухости).

По времени возникновения:

- долингвальные нарушения слуха (возникающие до развития речи, до 2 лет);
- прелингвальные нарушения слуха (возникающие в период развития речи, с 2 до 5 лет);
- постлингвальные нарушения слуха (возникающие после развития речи).

Наиболее частой причиной тяжелых нарушений слуха является сенсоневральная тугоухость – нарушение слуха вследствие поражения звуковоспринимающего аппарата слуховой системы – волосковых клеток улитки и слухового нерва [1, 3–5]. В большинстве случаев данное заболевание является генетически детерминированным и проявляется в раннем периоде развития ребенка [1, 5–7]. У 10–15% детей с сенсоневральной тугоухостью это приводит к тяжелой степени тугоухости. Ограничение возможности восприятия звуков в долингвальный или прелингвальный периоды развития речи неизбежно ведет к выраженной задержке слухоречевого развития ребенка, пониманию речи окружающих, нарушению коммуникативных навыков, социализации человека. Важно помнить, что формирование основных процессов, связанных с пониманием речи окружающих и собственной устной речи, заканчивается у ребенка к 5–7 годам [1, 5].

В связи с этим невозможно переоценить значение ранней диагностики нарушений слуха у детей раннего возраста. С 2008 г. в перечень обязательных мероприятий в рамках скрининга новорожденного включается исследование

слуха. Для проверки слуха у новорожденных применяют метод задержанной вызванной отоакустической эмиссии (ОАЭ). Это объективный метод исследования слуха, позволяющий оценить функцию наружных волосковых клеток внутреннего уха. Отсутствие задержанной вызванной ОАЭ свидетельствует о нарушении слуховой функции – снижении порогов слуха более чем на 30 дБ кондуктивного или сенсоневрального происхождения [1, 5].

При отрицательном результате ребенок направляется на дополнительное обследование – регистрацию коротколатентных вызванных потенциалов ствола мозга, тимпанометрию.

При обнаружении снижения слуховой функции слухопротезирование осуществляется в максимально ранние сроки (оптимально – до 6 мес). Позднее слухопротезирование необратимо ведет к нарушению развития речи, понимания речи, затруднению общения среди слышащих, трудностям в обучении и образовании и, как следствие, отставанию в развитии. При слухопротезировании детей используются многоканальные цифровые слуховые аппараты воздушного проведения с мощностью, соответствующей снижению слуха ребенка. При двухстороннем снижении слуха оптимально бинауральное ношение слуховых аппаратов [1, 4, 5, 8, 9]. Очень важен адекватный подбор индивидуальных внутриушных вкладышей: для качественной работы слухового аппарата необходимо полное прилегание внутриушной части вкладыша к стенкам наружного слухового прохода, даже небольшие «щели» будут давать искажение звука и мешать восприятию речи. Так как ухо ребенка быстро растет, необходимо менять внутриушные вкладыши каждые 6 мес. Помимо постоянного ношения слухового аппарата следует обратить внимание на регулярные занятия с сурдопедагогом для развития у ребенка понимания речи и собственной речи.

В случае обнаружения у пациента 4-й степени снижения слуха рекомендуется пройти обследование по программе КИ [1, 4, 5].

### Кохлеарная имплантация

КИ – это система мероприятий, направленная на восстановление слуха у пациентов с сенсоневральной тугоухостью и глухотой [1, 5]:

- аппаратная составляющая (кохлеарный имплант и процессор);
- врачебная составляющая (операция КИ, настройки);
- психолого-педагогическая составляющая (занятия с ребенком и родителями).

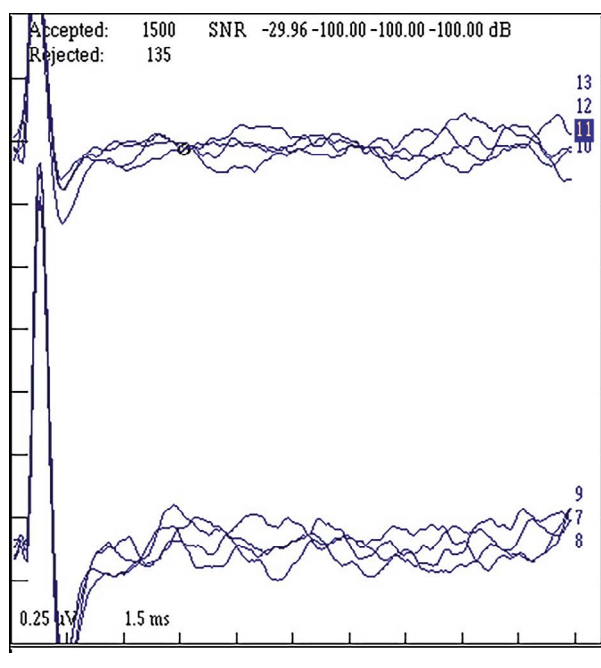
### Принцип работы кохлеарного импланта

КИ – разновидность слухопротезирования. Принцип работы кохлеарного импланта заключается в передаче преобразованного звукового сигнала от микрофона к слуховому нерву, минуя остальные структуры уха. При этом происходит преобразование звукового сигнала в электрический.

Рис. 2. Принцип работы кохлеарного импланта.



Рис. 3. При нарушениях слуха 4-й степени стволые вызванные потенциалы не регистрируются при максимальной интенсивности сигнала 103 дБ по отношению к нормальному порогу слышимости.



Кохлеарный имплант обеспечивает возможность слышать даже тихие звуки во всем диапазоне частот.

**Наружная часть** кохлеарного импланта включает микрофон, звуковой процессор, батарейный отсек, передатчик сигнала и энергии для функционирования импланта.

**Имплантируемая часть** содержит приемник сигнала от звукового процессора, цепочку активных электродов для стимуляции улитки и референтный электрод (рис. 1).

**Речь и другие звуки** улавливаются микрофоном и передаются процессору импланта (рис. 2).

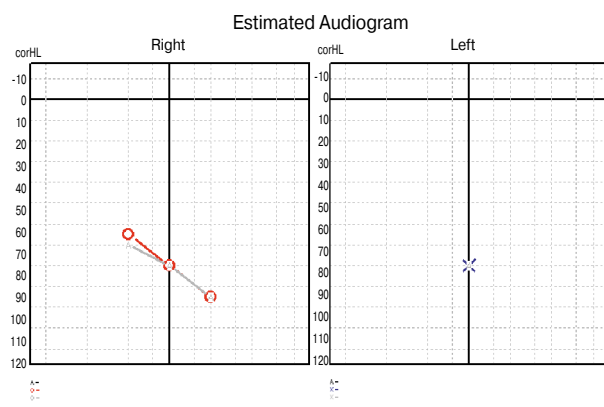
1. Процессор обрабатывает данные, полученные с микрофона, и генерирует последовательности импульсов для каждого электрода кохлеарного импланта.
2. Передающая антенна передает закодированные импульсы через кожу головы к кохлеарному импланту.
3. Приемник передает импульсы в улитку к электродам.
4. Электроды стимулируют короткие отростки и тела нейронов слухового нерва.
5. Слуховой нерв передает звуковую информацию центральным отделам слуховой системы.

### Обследование пациентов на КИ включает:

#### Аудиологическое обследование:

- Тональная пороговая аудиометрия.
- Акустическая импедансометрия. Метод включает проведение тимпанометрии – оценки состояния барабанной перепонки и акустической рефлексометрии – исследования.

Рис. 4. Пример регистрации ASSR.

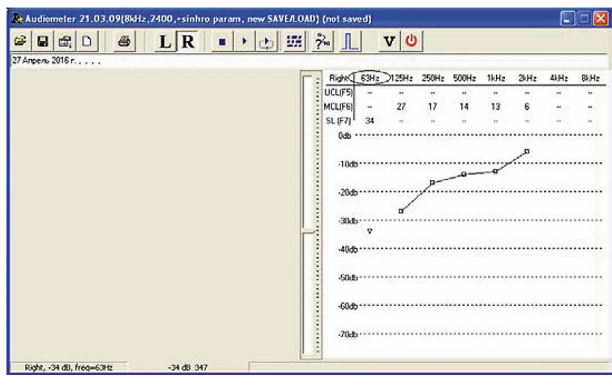


- Регистрация вызванной ОАЭ. Данное исследование проводится с целью оценки состояния волоскового аппарата улитки внутреннего уха.
- Регистрация коротколатентных стволых вызванных потенциалов мозга – объективная методика, позволяющая оценить состояние слуховой функции от спирального ганглия до кохлеарных ядер ствола головного мозга (рис. 3).
- Регистрация частотно модулированных потенциалов мозга (ASSR). Результатом проведения регистрации данного вида потенциалов является расчетная аудиограмма, зарегистрированная в диапазоне частот 500, 1000, 2000, 4000 Гц (рис. 4).
- Электрофизиологическое тестирование (рис. 5) сохранности слухового нерва (промонториальный тест). Данный вид тестирования проводится у взрослых постлингвальных пациентов, имеющих большой период снижения слуха, перенесших травму головного мозга, височной кости, менингит, нарушения мозгового кровообращения, системные аутоиммунные заболевания. **Цель исследования** – оценить состояния электровозбудимости волокон слухового нерва. При этом электрод устанавливается на промонториуме улитки или в наружном слуховом проходе вблизи барабанной перепонки.
- Оценка эффективности слухопротезирования с помощью оптимально настроенных мощных слуховых аппаратов. У взрослых пациентов и подростков проводится оценка разборчивости речи. Критериями отбора пациента являются:
  - разборчивость речи <40% (многосложные слова в открытом выборе);
  - разборчивость речи <20% (односложные слова в открытом выборе).

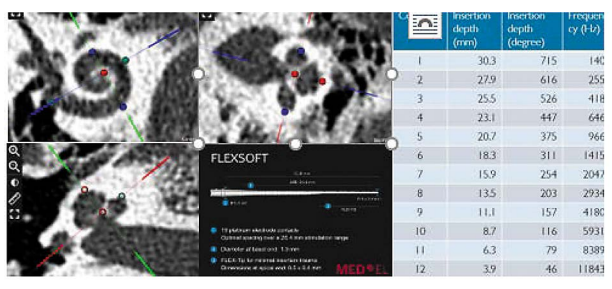
У детей эффективность слухопротезирования является низкой, если:

- пороги слуха в адекватно настроенных слуховых аппаратах на частотах 2000–4000 Гц >55 дБ;
- отсутствие динамики речевого развития в слуховых аппаратах.

**Рис. 5. Результаты тестирования электроаудиометрии.**



**Рис. 6. Расчет глубины введения электрода в улитку перед операцией с помощью программы «Otoplan».**



**Сурдопедагогическое обследование**

Оценка состояния развития слухового и речевого восприятия, уровня сформированности речи и других высших психических функций. В результате обследования прогнозируется перспективность проведения КИ.

**Рентгенологическое обследование**

Компьютерная томография (КТ) височной кости, проводимая для выявления особенностей анатомии улитки и внутреннего слухового прохода (ВСП), должна выполняться на томографах с шагом среза не более 1–1,5 мм [10, 11]. С помощью КТ выявляются следующие особенности структур внутреннего и связанных с ним структур среднего уха:

- отсутствие круглого окна улитки и/или преддверия (нормальный диаметр соответственно 1 и 2 мм);
- аномалии развития улитки (отсутствие выраженных 2,5 завитков), неполное разделение улитки типа 1 и 2;
- аплазия улитки;
- недостаточное развитие или полное отсутствие полукружных каналов;
- гипоплазия/расширение преддверия;
- расширение водопровода преддверия;
- отсутствие разделения между улиткой и ВСП;
- расширение/сужение ВСП;
- аномальное расположение лицевого нерва.

Анализ КТ позволяет хирургу оценить возможность введения носителя электродов кохлеарного импланта в тимпанальную лестницу улитки (ее проходимость), определить наилучшее ухо для проведения имплантации, выбрать оптимальный хирургический подход, прогнозировать возможные интра- и постоперационные осложнения у пациента, а также перспективность развития слухового восприятия с КИ [10, 12–14].

Наличие у пациента полной или значительной оссификации улитки является препятствием для проведения КИ из-за невозможности введения электрода импланта в улитку. Полная или значительная оссификация улитки встречается редко. В большинстве случаев оссификация

затрагивает только базальный отдел улитки. При частичной оссификации улитки возможно проведение операции с использованием стандартной или специально разработанных модификаций цепочки электродов.

У пациентов с врожденной глухотой на КТ могут выявляться различные аномалии внутреннего уха: неполное число завитков улитки, улитка, представляющая единую полость, гипоплазия улитки и др. Таким пациентам может быть проведена КИ, но результаты ее обычно ниже, чем у людей с нормальной анатомией улитки [11, 12, 14]. При мальформациях, проявляющихся в уменьшении размеров улитки, в ряде случаев удается ввести только часть электродов. Поэтому возможность использования моделей имплантов с разной длиной электродной цепочки в таких случаях позволяет получить оптимальный результат [10, 12, 14, 15].

Особое внимание должно быть уделено размеру ВСП – его малый диаметр может быть признаком отсутствия или гипоплазии слухового нерва и противопоказанием для проведения КИ. Диаметр ВСП менее 3 мм является основанием для проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ) мостомозжечковых углов с визуализацией содержимого ВСП и структур перепончатого лабиринта.

При синдроме Michel отсутствуют структуры внутреннего уха. Для таких пациентов используется не КИ, а стволомозговой слуховой имплант.

Для пациентов с синдромом «расширенного вестибулярного водопровода» характерен увеличенный диаметр водопровода, визуализируемый на КТ.

Для пациентов, у которых при проведении КТ выявлены оссификация или аномалия улитки, необходимо выполнить МРТ височных костей в 3 проекциях. В международной практике также обязательно проведение МРТ пациентам со слуховой нейропатией ввиду высокой вероятности наличия у них гипоплазии слухового нерва. Результаты МРТ дополняют данные КТ, поскольку она выявляет наличие в улитке мягкотканых образований, могущих помешать введению цепочки электродов. МРТ позволяет также получить данные о состоянии улитки (наличие жидкости), о наличии/отсутствии опухоли слухового нерва, предлежании сигмовидного синуса, о диаметре, наличии/отсутствии и величине слухового нерва. Есть достоверная корреляция между диаметром слухового/вестибулярного нервов и общим числом нейронов спирального ганглия. Это позволяет рассматривать результаты МРТ в качестве предиктора сохранности волокон слухового нерва и слуховых нейронов у кандидатов на КИ, что особенно важно для пациентов с врожденной аномалией улитки.

Все выявленные особенности улитки важно знать хирургу для принятия решения о возможности введения электродной цепочки в улитку, правильного выбора ее модификации, хирургического доступа во время операции, прогноза хода операции, возможных интра- и постоперационных осложнений у пациента, а также возможностей развития слухового восприятия с КИ.

Именно для данных категорий пациентов разрабатываются специальные программы анализа данных КТ, использующиеся в отохирургии при предоперационной оценке анатомии среднего и внутреннего уха. Программа «Otoplan» по КТ височной кости в DICOM-формате анализирует индивидуальное строение улитки пациента, автоматически рассчитывает длину тимпанальной лестницы, подбирает оптимальную модель электродной цепочки для конкретного пациента по данным КТ.

На рис. 6 и 7 показан расчет программой «Otoplan» по данным КТ длины спирального канала и планируемое расположение электродов в зависимости от топонотической организации.

У пациентов с перенесенным менингитом и начавшимся процессом облитерации улитки возможен расчет объемов облитерации улитки (см. рис. 7).



Программа также прогнозирует возможные осложнения при проведении хирургической операции.

### Соматический статус пациента

- Перед операцией обязательно оценивается сопутствующая патология, влияющая на проведение операции (патология сердечно-сосудистой, нервной, мочевыводящей системы и т.д.).
- Электроэнцефалография проводится с целью выявления эпилептической активности мозга. Наличие эпилептической активности не является абсолютным противопоказанием для проведения КИ. У детей данные электроэнцефалографии используются для оценки зрелости нервной системы и диагностики психоневрологического статуса ребенка.
- Дуплексное сканирование сосудов шеи и головы.

### Психологическое обследование

Оценка познавательных навыков, способности к обучению и уровня невербального интеллекта.

На основании комплексного диагностического обследования комиссия по отбору больных на высокотехнологичные методы лечения, состоящая из ведущих специалистов учреждения, принимает решение о возможности и целесообразности проведения КИ на бюджетной основе.

### Показания к операции КИ

Согласно письму Минздрава России от 15 июня 2000 г. №2510/6642-32 «О внедрении критериев отбора больных для кохлеарной имплантации, методик предоперационного обследования и прогнозирования эффективности реабилитации имплантированных больных»:

- Двусторонняя глубокая сенсоневральная глухота (средний порог слухового восприятия на частотах 0,5, 1 и 2 кГц более 95 дБ).
- Пороги слухового восприятия в свободном звуковом поле при использовании оптимально подобранных слуховых аппаратов (бинауральное слухопротезирование), превышающие 55 дБ на частотах 2–4 кГц.
- Отсутствие выраженного улучшения слухового восприятия речи от применения оптимально подобранных слуховых аппаратов при высокой степени двусторонней сенсоневральной тугоухости (средний порог слухового восприятия более 90 дБ) не менее 3–4 мес.
- Отсутствие когнитивных расстройств.
- Отсутствие выраженных психологических проблем.
- Отсутствие серьезных сопутствующих соматических заболеваний.
- Наличие активной поддержки со стороны родителей и их готовность к длительному послеоперационному реабилитационному периоду занятий имплантированного пациента с аудиологами и сурдопедагогами.

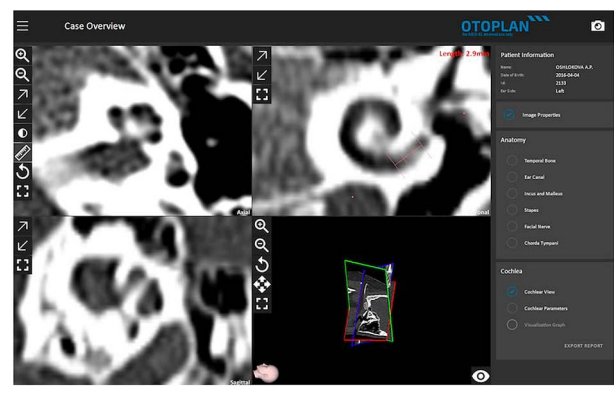
### Противопоказания к КИ:

- Полная или частичная, но значительная облитерация улитки.
- Ретрокохлеарная патология.
- Отрицательные результаты электрофизиологического тестирования.
- Сопутствующие соматические и психические заболевания, препятствующие проведению хирургической операции под общей анестезией и последующей слухоречевой реабилитации.
- Отсутствие мотивации к послеоперационной слухоречевой реабилитации и отсутствие поддержки со стороны местных специалистов и членов семьи.

### Направление пациентов на обследование

Направление больных для проведения КИ в федеральные медицинские учреждения осуществляют руководители ор-

Рис. 7. Измерение объемов облитерации улитки после перенесенного менингита с помощью программы «Otoplan».



ганов управления здравоохранением субъектов Российской Федерации, Минздрав России и его структурные подразделения. Порядок направления граждан на КИ (вид высокотехнологичной медицинской помощи – ВМП) установлен приказом Минздравсоцразвития России №786н от 29 декабря 2008 г. (приложение 7) «Порядок формирования государственного задания на оказание в 2009 году высокотехнологичной медицинской помощи гражданам Российской Федерации за счет ассигнований федерального бюджета».

### Порядок действий пациента:

- Обратиться к лечащему врачу (сурдологу) по месту жительства.
- В комитет (департамент, управление, министерство) здравоохранения субъекта федерации из лечебного учреждения посылаются: направление руководителя медицинской организации (или уполномоченного должностного лица) по месту наблюдения и (или) лечения больного; выписка из медицинской документации больного, содержащая сведения о состоянии здоровья и проведенном обследовании и лечении, рекомендации о необходимости направления в медицинское учреждение для оказания ВМП, результаты проведенных клинико-диагностических обследований по профилю заболевания; копия документа, удостоверяющего личность гражданина Российской Федерации, с данными о месте его проживания или пребывания; свидетельство обязательного пенсионного страхования одного из родителей или законного представителя (для детей).
- Комиссия субъекта Российской Федерации решает вопрос о наличии (отсутствии) показаний для планового направления больного для оказания ВМП в федеральное медицинское учреждение. Комиссия проходит с привлечением главного штатного или внештатного специалиста органа исполнительной власти субъекта РФ в сфере здравоохранения по профилю заболевания больного.
- Протокол решения Комиссии субъекта РФ направляется в медицинскую организацию, направившую документы больного, и в федеральное медицинское учреждение.
- Медицинское учреждение определяет дату вызова пациента.
- Как правило, все пациенты нуждаются в дополнительном обследовании, после которого Комиссия федерального медицинского учреждения выносит решение о целесообразности проведения КИ.

### Заключение

Развитие высокотехнологичных диагностических возможностей позволяет решить сложную задачу дифференциальной диагностики различных типов нарушений слуха,

разработать комплексную реабилитационную программу, своевременно проводить контроль ее эффективности.

Методы диагностики и реабилитации нарушений слуха непрерывно совершенствуются, внедряются в клиническую практику. Современные высокотехнологичные решения, как в области хирургии, так и диагностики, позволяют значительно расширить возможности оказываемой помощи, увеличить ее эффективность. Это обосновывает необходимость постоянного повышения квалификационного уровня оториноларингологов и сурдологов.

**Раскрытие интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Disclosure of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

## Литература/References

1. Таварткиладзе Г.А. Руководство по клинической аудиологии. М.: Медицина, 2013 [Tavartkiladze GA. Rukovodstvo po klinicheskoi audiologii. Moscow: Meditsina, 2013 (in Russian)].
2. Диаб Х.М.А., Аникин И.А., Кондратчиков Д.С., Хамгущеева Н.Н. Особенности хирургического лечения мальформаций среднего уха. *Российская оториноларингология*. 2013;5:25-30 [Diab KhMA, Anikin IA, Kondratchikov DS, Khamgushkeeva NN. Osobennosti khirurgicheskogo lecheniia mal'formatsii srednego ukha. *Rossiiskaia otorinolaringologija*. 2013;5:25-30 (in Russian)].
3. Левина Е.А. Сенсоневральная тугоухость – общие принципы медикаментозного подхода. *Consilium Medicum*. 2013;11(15):64-7 [Levina EA. Sensonevral'naia tugoukhost' – obshchie printsipy medikamentoznogo podkhoda. *Consilium Medicum*. 2013;11(15):64-7 (in Russian)].
4. Бобошко М.Ю., Савенко И.В., Гарбарук Е.С., и др. Практическая сурдология. СПб.: Диалог, 2021 [Boboshko Mlu, Savenko IV, Garbaruk ES, et al. Prakticheskaja surdologija. Saint Petersburg: Dialog, 2021 (in Russian)].
5. Королева И.В. Реабилитация глухих детей и взрослых после кохлеарной и стволотомозговой имплантации. СПб.: КАРО, 2016 [Koroleva IV. Reabilitatsiia glukhikh detei i vzroslykh posle kokhlearnoi i stvolotomozgovoi implantatsii. Saint Petersburg: KARO, 2016 (in Russian)].
6. Аносова Л.В., Левина Е.А., Чутко Л.С. Роль нейропротекторной терапии в абилитации детей с сенсоневральной тугоухостью 4 степени после проведения кохлеарной имплантации. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2015;10-2(115):43-6 [Anosova LV, Levina EA, Chutko LS. Rol' neiroprotektornoi terapii v abilitatsii detei s sensonevral'noi tugoukhost'iu 4 stepeni posle provedeniia kokhlearnoi implantatsii. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova*. 2015;10-2(115):43-6 (in Russian)].
7. Левина Е.А., Королева И.В. Исследование факторов риска развития слуховой нейропатии. *Российская оториноларингология*. 2009;1:7-13 [Levina EA, Koroleva IV. Issledovanie faktorov riska razvitiia slukhovoii neiropatii. *Rossiiskaia otorinolaringologija*. 2009;1:7-13 (in Russian)].
8. Бобошко М.Ю., Бердникова И.П., Мальцева Н.В. Пути улучшения разборчивости речи при использовании слуховых аппаратов. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2021;27(1):21-9 [Boboshko Mlu, Berdnikova IP, Mal'tseva NV. Puti uluchsheniia razborchivosti rechi pri ispol'zovanii slukhovykh apparatov. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2021;27(1):21-9 (in Russian)]. DOI:10.33848/fofiorl23103825-2021-27-1-22-29
9. Бобошко М.Ю., Мальцева Н.В., Бердникова И.П., и др. Эффективность слухопротезирования при использовании разных формул настройки слухового аппарата. *Российская оториноларингология*. 2014;3:137-44 [Boboshko Mlu, Mal'tseva NV, Berdnikova IP, et al. Effektivnost' slukhoprotezirovaniia pri ispol'zovanii raznykh formul nastroiki slukhovogo apparata. *Rossiiskaia otorinolaringologija*. 2014;3:137-44 (in Russian)].
10. Королева И.В., Пудов В.И., Клячко Д.С., и др. Настройка процессора кохлеарного импланта у особых групп пациентов. СПб.: СПб НИИ ЛОР, 2019 [Koroleva IV, Pudov VI, Kliachko DS, et al. Nastroika protsessora kokhlearnogo implanta u osobykh grupp patsientov. Saint Petersburg: SPb NII LOR, 2019 (in Russian)].
11. Кузовков В.Е., Янов Ю.К., Левин С.В. Аномалии развития внутреннего уха и кохлеарная имплантация. *Российская оториноларингология*. 2009;2(39):102-7 [Kuzovkov VE, Ianov IuK, Levin SV. Anomalii razvitiia vnutrennego ukha i kokhlearnaia implantatsiia. *Rossiiskaia otorinolaringologija*. 2009;2(39):102-7 (in Russian)].
12. Кузовков В.Е., Сугарова С.Б., Лиленко А.С., и др. Хирургический этап кохлеарной имплантации у детей с врожденной синдромальной глухотой. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2020;26(4):30-7 [Kuzovkov V, Sugarova S, Lilenko A, et al. Cochlear implantation surgical stage in children with congenital syndromic deafness. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2020;26(4):30-7 (in Russian)]. DOI:10.33848/fofiorl23103825-2020-26-4-30-37
13. Левина Е.А., Левин С.В., Кузовков В.Е., и др. «Неслуховые» ощущения у пациентов с кохлеарным имплантом. В книге: Материалы XX съезда оториноларингологов России. 2021; с. 223 [Levina EA, Levin SV, Kuzovkov VE, et al. "Neslukhovie", oshchuchshcheniia u patsientov s kokhlearnym implantom. V knige: Materialy XX s'ezda otorinolaringologov Rossii. 2021; s. 223 (in Russian)].
14. Левина Е.А., Левин С.В., Кузовков В.Е., и др. Особенности реабилитации пациентов с аномалиями внутреннего уха. В книге: Материалы XX съезда оториноларингологов России. 2021; с. 224 [Levina EA, Levin SV, Kuzovkov VE, et al. Osobennosti reabilitatsii patsientov s anomaliami vnutrennego ukha. V knige: Materialy XX s'ezda otorinolaringologov Rossii. 2021; с. 224 (in Russian)].
15. Янов Ю.К., Левин С.В., Вахрушев С.Г., и др. Реабилитация глухих детей после кохлеарной имплантации с применением интеллектуальной нейросетевой системы. *Медицинский академический журнал*. 2016;1:90-6 [Ianov IuK, Levin SV, Vakhrushev SG, et al. Reabilitatsiia glukhikh detei posle kokhlearnoi implantatsii s primeneniem intellektual'noi neurosetevoi sistemy. *Meditsinskii akademicheskii zhurnal*. 2016;1:90-6 (in Russian)].

Статья поступила в редакцию / The article received: 01.02.2023

Статья принята к печати / The article approved for publication: 24.04.2023



OMNIDOCTOR.RU