

# КОХЛЕАРНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ОБЗОРНЫЙ ДОКЛАД

ПОДГОТОВИЛ:

СТУДЕНТ 6 КУРСА ЛФ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ  
ФГАОУ ВО РНИМУ ИМ. Н.И. ПИРОГОВА МИНЗДРАВА РФ  
ЧИСТЯКОВ КИРИЛЛ СЕРГЕЕВИЧ

# АКТУАЛЬНОСТЬ

Согласно ВОЗ, к 2020 году ожидается рост числа пациентов с патологией слуха более чем на 30%.

При этом, удельный вес СНТ составляет более 70%.

Частота рождения ребенка с тотальной глухотой составляет 1:1000.

Выраженные нарушения слуха являются одной из самых частых причин умственной отсталости, а также задержки психического и социального развития.

На сегодняшний день в мире существует примерно 90 000 пациентов с кохлеарными имплантами. При это распределение их выглядит следующим образом:

47% пациентов-США

36%-Европа

17%-Азия

# ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

1) В 1790 году знаменитый физик Алессандро Вольта обнаружил, что электрическая стимуляция на слуховую систему может вызывать ощущения звука. Он приложил к ушам металлические проводники и подключил их к 50-вольтовой электрической цепи

2) В 1950 году французо-алжирские ученые Андре Джурно и Шарль Ирэ впервые провели прямое стимулирование слухового нерва. Они прикладывали во время операции к слуховым нервам провода и подключали к ним электрический ток. В результате этого пациенты ощущали звук в виде шума колес или треска.

3) В 1961 году американский врач Уильям Хаус на основе работ Джурно создал слуховой аппарат и имплантировал его трем пациентам. В 1969 году доктор Хаус в сотрудничестве с Джеком Урбаном впервые создали слуховой аппарат, который пациент мог носить. Технология, которую применял Хаус, использовала лишь один электрод и была создана в помощь глухим для чтения по губам.

4) В 1970 году Грэм Кларк занялся созданием аппарата искусственного уха, который он применил впервые у своего глухого отца

5) В декабре 1984 года американская ассоциация Food and Drug Administration (FDA) одобрила применение австралийских кохлеарных имплантов в США. В 1990 году FDA снизила возраст применения имплантов сначала до 2 лет, потом в 1998 году до 18 месяцев, и, наконец, в 2002 году до 12 месяцев.

Начало многоканальной кохлеарной имплантации в СССР было положено в 1991 году, когда после регистрации кохлеарного импланта Nucleus CI22 австралийской фирмы Cochlear при активном содействии и непосредственном участии проф. Эрнста Ленхардта и д-ра Моника Ленхардт были произведены две первые кохлеарные имплантации. Третья операция была произведена в 1992 году.



Алессандро Вольта



Джек Урбан



Эрнст Ленгхарт

# СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМЫ КОХЛЕАРНОГО ИМПЛАНТА

## 1) Внешние:

- микрофон
- речевой процессор
- передающая катушка



## 2) Внутренние:

- приемник
- стимулятор
- электроды



ИЗ ЧЕГО СКЛАДЫВАЕТСЯ УСПЕХ  
КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ?

# ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) **КОЛИЧЕСТВО ИМПЛАНТИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОДОВ**-ВАРЬЕРУЕТ ОТ 14 ДО 24
- 2) **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ**-РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ 2-МЯ НАСТРОЕННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ ВАРЬИРУЕТ ОТ 0,5 ДО 2,8 ММ
- 3) **ГЛУБИНА ВВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ**-СОСТАВЛЯЕТ 22-25 ММ (ОБЩАЯ ДЛИНА ВВЕДЕННОЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ)
- 4) **АКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОДА**-АКТИВЕН ИЛИ НЕАКТИВЕН
- 5) **КОЛИЧЕСТВО КАНАЛОВ**-ОТРАЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДОВ, ПЕРЕДАЮЩИХ ТОКИ В ПРЕДЕЛАХ ОПРЕДЕЛЕННОГО ФОРМАТА. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛА КОЛИЧЕСТВО АКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ КОЛЕБЛЕТСЯ ОТ 6 ДО 15
- 6) **РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ**-МОЖЕТ БЫТЬ ИНТРА- ИЛИ ЭКСТРАКОХЛЕАРНЫМ

# СТРАТЕГИИ КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА



# СТРАТЕГИЯ **CIS** (**CONTINUOUS INTERLEAVED SAMPLER**)

В базовом варианте эта стратегия использует один и тот же набор из 6-8 электродов, которые активизируются последовательно, один за другим, чтобы подавать звук на разные части улитки.

Частота стимуляции в зависимости от типа импланта может составлять до 20 000 импульсов в секунду.

Кроме того, существует так называемая стратегия CIS+, которая в сущности представляет собой стратегию CIS со слегка усовершенствованным алгоритмом обработки.

# СТРАТЕГИЯ **SAS** (**SIMULTANEOUS ANALOG STIMULATION**)

Активизирует все электроды одновременно, точно так же, как звук передается в нормальном ухе (на все части улитки сразу).

Преимущества этой стратегии заключаются в том, что она ближе других к способу передачи звука в нормальном ухе и позволяет передавать больше звуковой информации в каждом цикле стимуляции улитки (до 100 000 изменений звука в секунду).

Недостатком является то, что стимуляция от одного электрода может взаимодействовать со стимуляцией от другого электрода и исказить результат (взаимодействие каналов).

Стратегия SAS использует биполярную стимуляцию и использует для стимуляции пары электродов (использует 16 электродов для создания 8 каналов).

# СТРАТЕГИЯ **MPS**

Это гибрид стратегий CIS и SAS, созданный как попытка усилить некоторые теоретические преимущества SAS, избежав недостатков, связанных с взаимодействием каналов.

В стратегии MPS одновременно стимулируются несколько электродов, однако, они находятся друг от друга достаточно далеко, чтобы не сказывалось взаимодействие каналов. Как и SAS, MPS использует биполярную стимуляцию и использует 16 электродов для создания 8 каналов.

# СТРАТЕГИЯ **SPEAK** (**SPECTRAL PEAK EXTRACTION**)

Теоретическое обоснование стратегии SPEAK заключается в том, чтобы акцентировать самые сильные звуковые частоты (спектральные максимумы) и подавлять остальные в попытке донести до пользователя самые важные звуковые ключи, необходимые для понимания речи.

В каждом цикле стимуляции выбираются разные конфигурации, содержащие до 8 электродов.

Эта стратегия может быть очень удобной в тех ситуациях, когда имеется очень много фоновых шумов, однако недостатком ее является то, что в этой стратегии относительно ограничена скорость стимуляции, а также то, что акцентируя одни частоты и ослабляя другие, она намеренно искажает исходный звуковой сигнал.

# СТРАТЕГИЯ **ACE**

## **(ADVANCED COMBINATION ENCODERS)**

Стратегия ACE представляет собой гибрид стратегий CIS и SPEAK.

Сочетает более высокие частоты стимуляции CIS с выделением определенных частот в стратегии SPEAK.

Обычно в каждом цикле стимуляции ACE активирует от 6 до 12 электродов из имеющихся 22 электродов.

# ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) **Порог**-наименьший уровень, при котором пациент распознает 50% подаваемых сигналов
- 2) **Комфортный уровень**-максимально комфортный уровень слушания при котором устройство может использоваться пациентом в течение максимально длительного срока
- 3) **Динамический диапазон**-разница между максимально комфортным и пороговым уровнями
- 4) **Восприятие высоты сигнала**-способность к различию разной высоты сигнала на различных электродах
- 5) **Восприятие громкости**-способность к различию в токе на выходе между фазами

# КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

# ОТОБОР КАНДИДАТОВ НА КОХЛЕАРНУЮ ИМПЛАНТАЦИЮ

## Методики предоперационного обследования:

- тональная пороговая аудиометрия: определение средних значений порогов слышимости на разных частотах
- акустическая импедансометрия: исключение патологии среднего уха, верификация высокой степени тугоухости или полной глухоты, дифференцирование ретрокохlearной и улитковой патологии
- исследование СВП, ОАЭ, электрокохлеография: исследование возможной сохранности нейро-эпителиальных клеток органа Корти, а также дифференцирование ретрокохlearной и улитковой патологии
- исследование порогов слышимости с оптимально подобранным слуховым аппаратом в свободном звуковом поле: определение порогов восприятия и распознавания речи
- исследование разборчивости речи
- промонториальный тест
- КТ/МРТ височной кости, головного мозга
- вестибулярные пробы, электронистагмография: оценка функции вестибулярного аппарата



# ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ

## **Целесообразно применение следующих тестов:**

- распознавание слов при закрытом выборе
- распознавание гласных и согласных фонем при закрытом выборе
- распознавание слов и предложений при открытом выборе
- распознавание простых предложений, часто встречающихся в быту

Рекомендуемая интенсивность звукового стимула составляет около 70 дБ.

Все исследования проводятся при чисто слуховом и слухозрительном восприятии.

# ПРОМОНТОРИАЛЬНЫЙ ТЕСТ

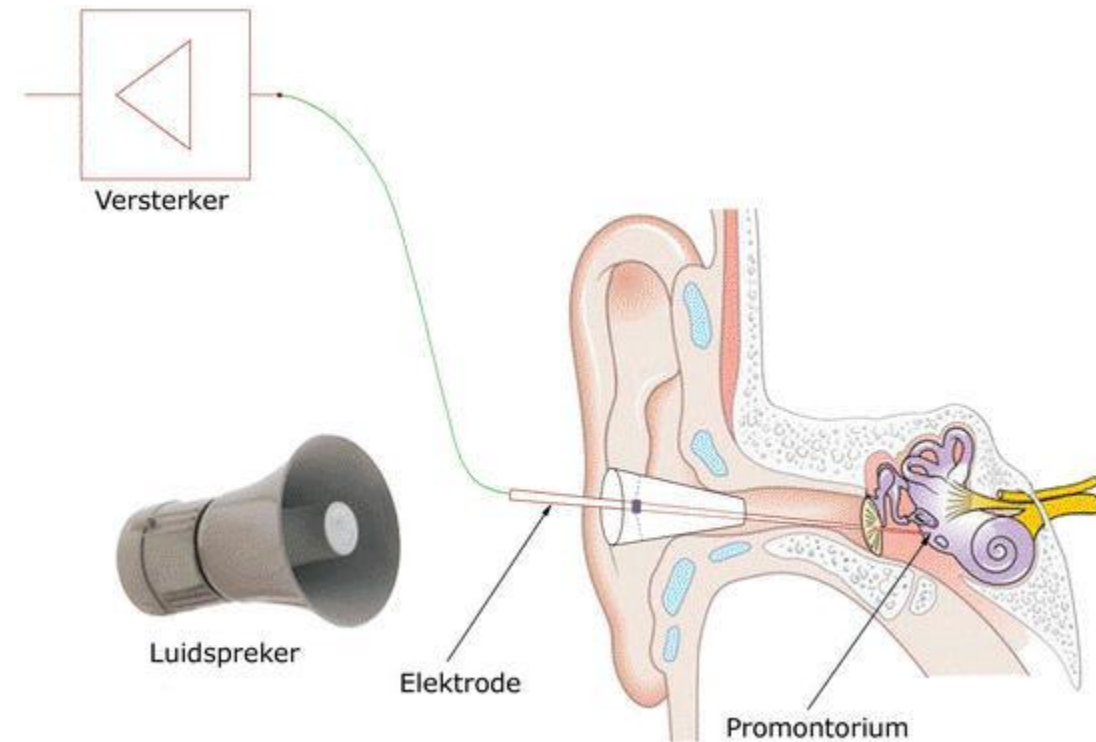
**Цель:** оценка способности вызвать электрическую стимуляцию слухового нерва и самых слуховых ощущений

## Методика:

- 1) Местная анестезия
- 2) Транстимпанальный прокол и доступ к промоториуму
- 3) Фиксация активного электрода в области окна улитки и референтного электрода в мастоидальной области
- 4) Подача импульсов частотой 50-400 Гц
- 5) Определение порогов слышимости

## Ключевые прогностические критерии теста:

- 1) Разница между максимально допустимым уровнем стимуляции и порогом слухового ощущения (динамический диапазон)
- 2) Способность различать характеристики подаваемых сигналов (длительность стимула)



**ПРОТОКОЛ ОБСЛЕДОВАНИЯ (пример)**

Ф И О Хххх Хххххххх

Дата рождения 22 06 85

Дата исследования 08 11 94

Название учреждения РНПЦ АиС

Фамилия врача

XXXXXX

**АУДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ** в дБ нПС

Тип слухового аппарата	Unitron 80 PPL		Установки Л 3, П 2 5			
	250	500	1000	2000	3000	4000 Гц
<b>ЛЕВОЕ УХО</b>						
пороги						
воздушного проведения	80	110	120	-	-	-
костного проведения		25	45	70	-	-
со слуховым аппаратом		45	45	40	35	-
<b>ПРАВОЕ УХО</b>	250	500	1000	2000	3000	4000 Гц
пороги						
воздушного проведения	70	100	110	110	-	-
костного проведения		20	50	70	-	-
со слуховым аппаратом		45	45	40	40	-

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ:** в дБ нПС

<b>ЛЕВОЕ УХО</b>	порог детекции речи	восприятие речи, записанной на пленке	восприятие 'живой' речи
без слухового аппарата	- дБ	0 %	0 %
со слуховым аппаратом	65 дБ	0 %	5 %
<b>ПРАВОЕ УХО</b>	порог детекции речи	восприятие речи, записанной на пленке	восприятие живой' речи
без слухового аппарата	- дБ	0 %	0 %
со слуховым аппаратом	70 дБ	0 %	2 %

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ (пример- 10/50)**Язык русский Количество используемых слов 6Количество используемых гласных звуков 4 Количество слогов 5

ЗАКРЫТЫЙ ВЫБОР ОТКРЫТЫЙ ВЫБОР

СЛОВА	ЗАКРЫТЫЙ ВЫБОР	ОТКРЫТЫЙ ВЫБОР
(кол-во слогов_1_)	12/25	0/20
ГЛАСНЫЕ	7/25	2/20
СРЕДИННЫЕ		
СОГЛАСНЫЕ	4/30	-/-
ПРЕДЛОЖЕНИЯ	-/-	2/10

**КАРТА ПРОМОНТОРИАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ (пример)  
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМОНТОРИАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**Ф И О Ххххх Ххххх Тестируемое ухо левое  
Дата XXXXX Слуховое ощущение обнаружено**ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА**

Частота (Гц) 50 100 200 400

Максимально допустимый уровень стимуляции (*А)	50	100	200	400
Порог (*А)	13.9	31	86	-
Динамический диапазон (*А)	2.8	13	51	80
	11.1	18	35	-

**ОПИСАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТ**50 Гц: "дзнь", 100 Гц "дзнь", 200 Гц "шшшш"  
400 Гц "тук", Другие \_\_\_\_\_РАЗЛИЧЕНИЕ ЧАСТОТ 100/200 Гц да; Другие \_\_\_\_\_**ДЕТЕКЦИЯ РАЗРЫВА**250 мс X, 200 мс X, 150 мс X, 100 мс X,  
50 мс X, 40 мс -, 30 мс -, 20 мс -,  
10 мс -**РАСПОЗНАВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ**250 мс X, 200 мс X, 150 мс X, 100 мс X,  
50 мс -, 40 мс -, 30 мс -, 20 мс -,  
10 мс -

АДАПТАЦИЯ Нет

# ПОКАЗАНИЯ К КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

1) 2-хсторонняя НСТ (IV степень, глухота)

2) Пороги восприятия в свободном слуховом поле при использовании оптимально подобранных слуховых аппаратов, превышающие 55 дБ на частотах 2-4 кГц

3) Отсутствие выраженного улучшения слухового восприятия речи от применения оптимально подобранных слуховых аппаратов при 2-хсторонней НСТ (IV степень, глухота), использованных хотя бы в течение 3-6 месяцев

4) Отсутствие общих соматических противопоказаний

5) Возможность дальнейшего обеспечения ухода за пациентом и доступности дальнейшего процесса сурдопедагогики

## ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

- 1) Облитерация улитки (полная или частичная), а также иные анатомические вариации анатомии среднего и внутреннего уха
- 2) Отрицательные результаты промонториального теста
- 3) Ретрокохлеарная патология
- 4) Наличие очаговой патологии в корковых или подкорковых структурах ЦНС
- 5) Общие противопоказания к оперативному вмешательству
- 6) Отсутствие стремления и желания к дальнейшей реабилитации

# ХИРУРГИЧЕСКИЙ ЭТАП

**Возможные разрезы:** перевернутый U-образный, С-образный, эндауральный.

**При классическом способе** выполнения КИ различают следующие этапы, выполняемые на сосцевидном отростке и в барабанной полости:

- 1) трансмастоидальный подход к барабанной полости с сохранением интактной задней костной стенки наружного слухового прохода (НСП): антромастотомия+задняя тимпанотомия через лицевой карман;
- 2) наложение кохлеостомы или обеспечение другого доступа к улитке (через круглое окно или модифицированное круглое окно);
- 3) введение электродов в тимпанальную лестницу улитки (через кохлеостому или через мембрану окна улитки);
- 4) формирование костного ложа и канала для активного электрода в височно-теменной области;
- 5) фиксация имплантата на плоскую поверхность кости в височно-теменной области;
- 6) послойное ушивание раны.

При определении места положения приемника-стимулятора принимают во внимание необходимость удаления его края от разреза кожи не менее 1,5 см и исключения в послеоперационном периоде его контакта с заушным процессором.

# C-ОБРАЗНЫЙ РАЗРЕЗ

Данный разрез имеет расходящиеся верхний и нижний края, что обеспечивает адекватное кровоснабжение через поверхностную височную артерию.

Лекало приемника/стимулятора располагается так, чтобы его верхний край соответствовал верхнему краю прикрепления ушной раковины, а передний край отступал на 1 см от заушной складки.

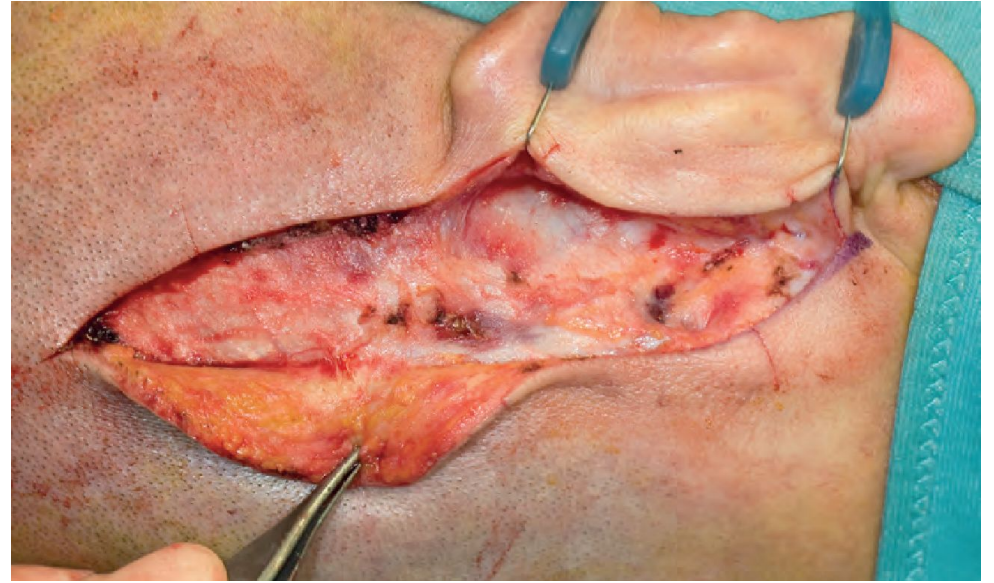
Маркером наносится линия разреза. При этом следует отступить еще на 2 см от краев лекала.

Расстояние между краями разреза и краями приемника/стимулятора не должно превышать 2 см.

Обязательным условием является то, что линия разреза не должна проходить через проекцию приемника/стимулятора.

Целесообразно выделять два лоскута: кожа+ПЖК и собственная фасция+надкостница







# МАСТОИДОТОМИЯ И ЗАДНЯЯ ТИМПАНОТОМИЯ

При выполнении данных этапов важно убедиться в обозримости **всех необходимых анатомических ориентиров**:

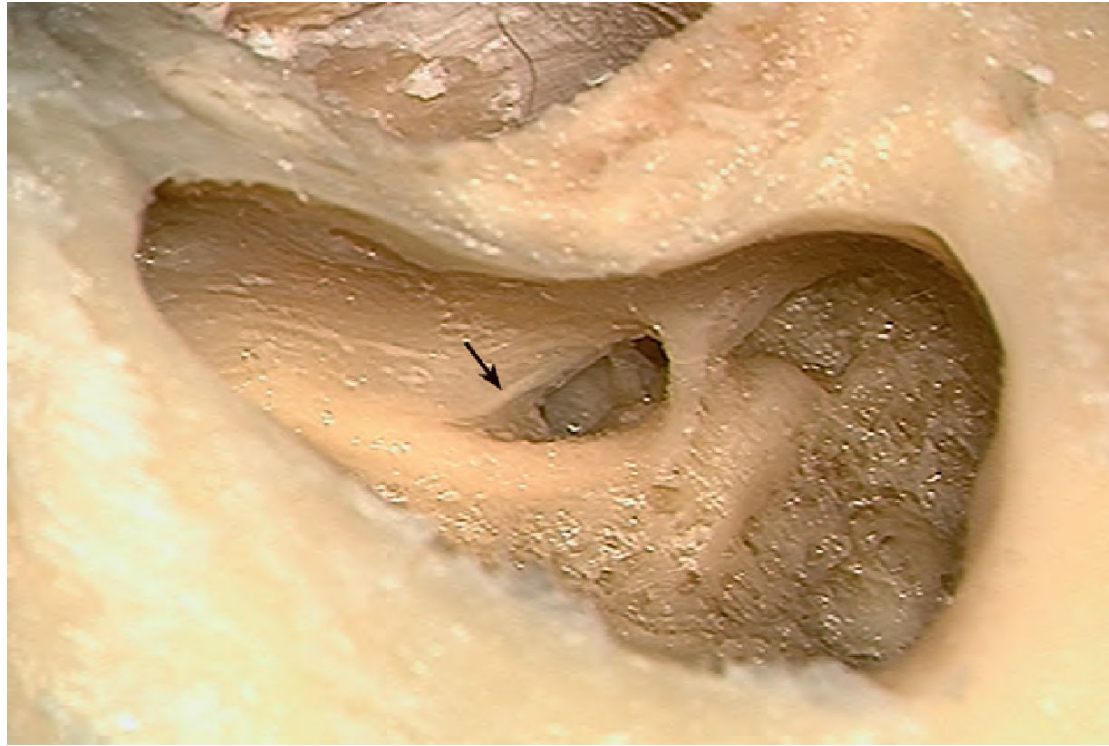
- канал лицевого нерва
- латеральный полукружный канал
- короткий отросток наковальни
- стременная мышца

Место выполнения задней тимпанотомии определяется путем истончения задней стенки НПС до момент появления барабанной струны под оставшейся костью. С точки зрения анатомии, это должен быть участок расположенный книзу от короткого отростка наковальни и латеральнее канала лицевого нерва (карман лицевого нерва).

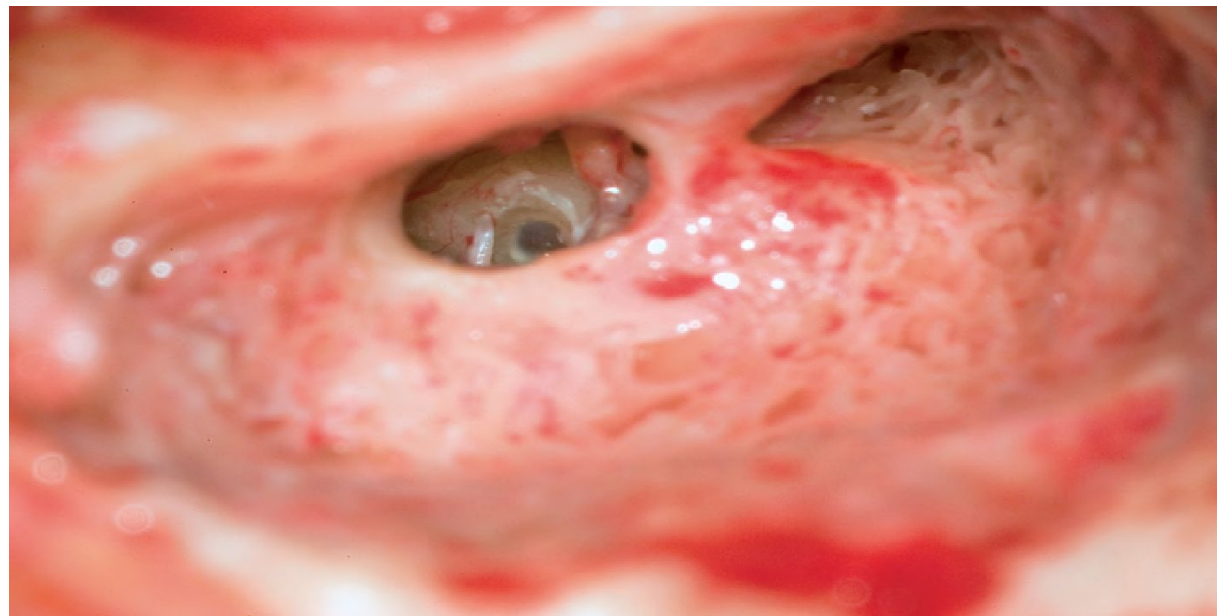
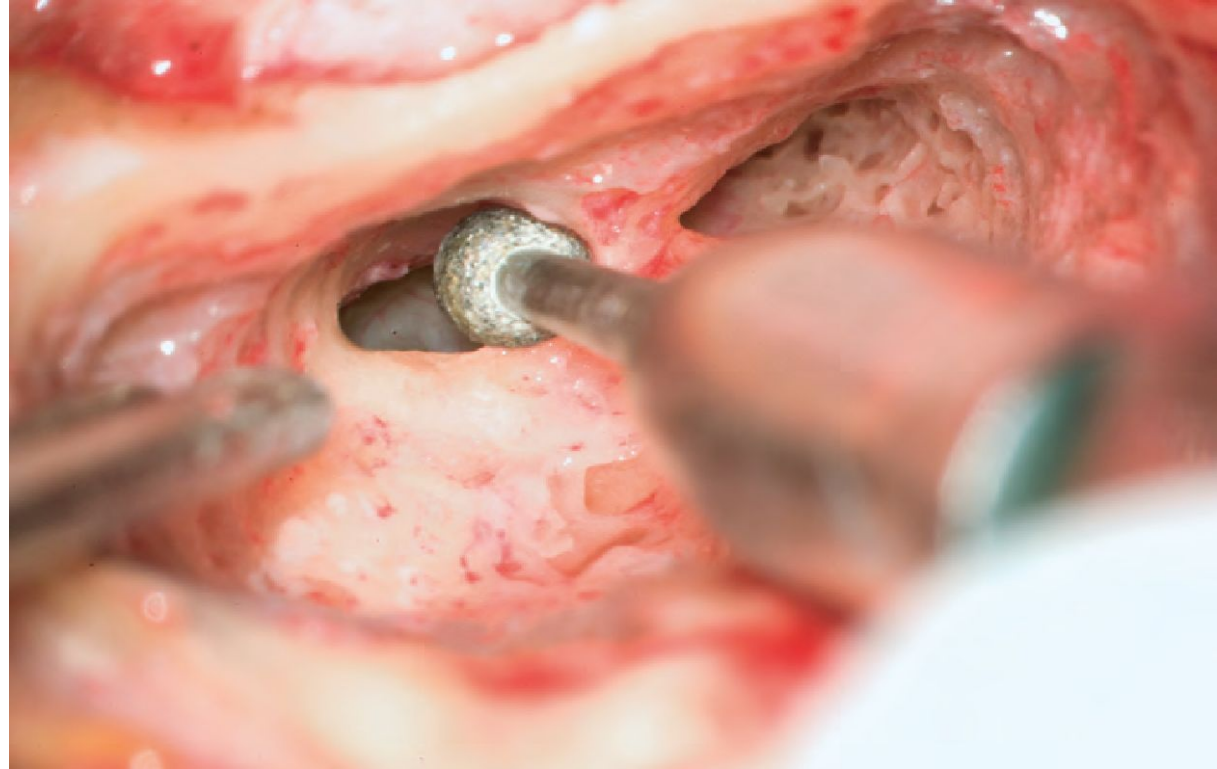
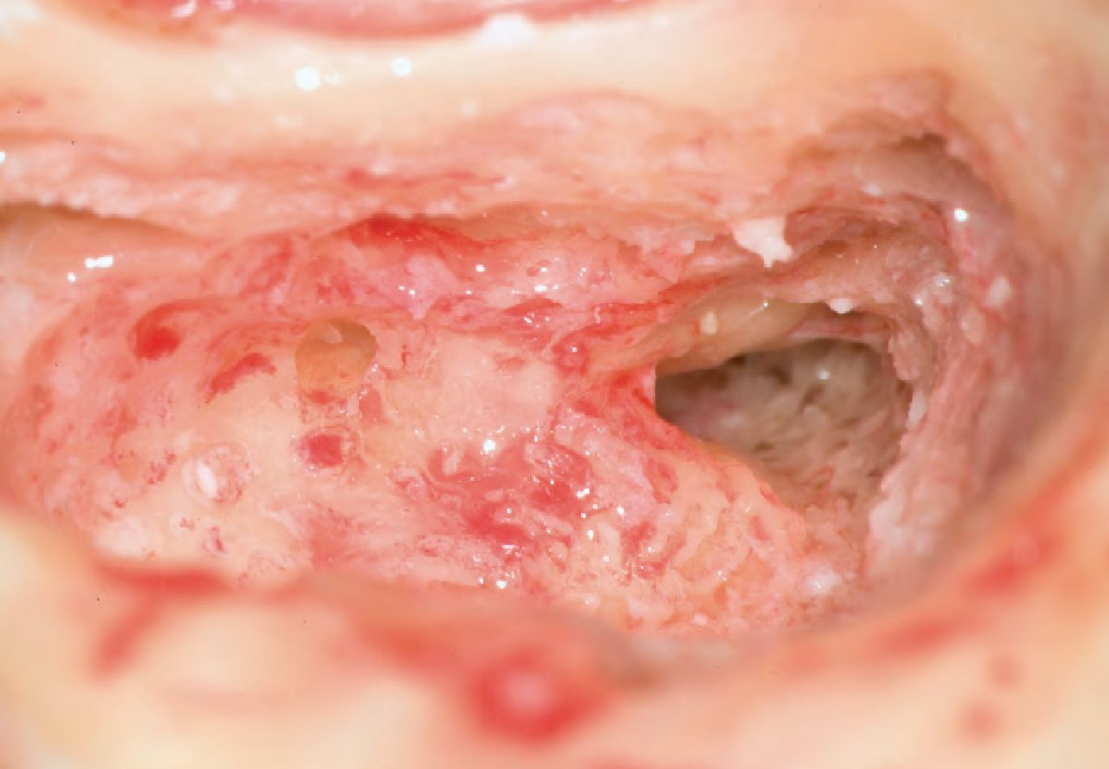
При этом, крайне важно оставлять участок задней стенки кзади от наковальни во избежании травматизации его короткого отростка.

При создании доступа к круглому необходимо крайне осторожно удалить участок костной ткани сверху и латерально от него, так как оно создает препятствие. На этом этапе крайне важно стараться не повредить лицевой нерв, стремя и барабанную струну.

Задняя тимпанотомия продолжается до обозначения структур стремени и ниши окна улитки и должна выполняться широко (минимум 2 мм).







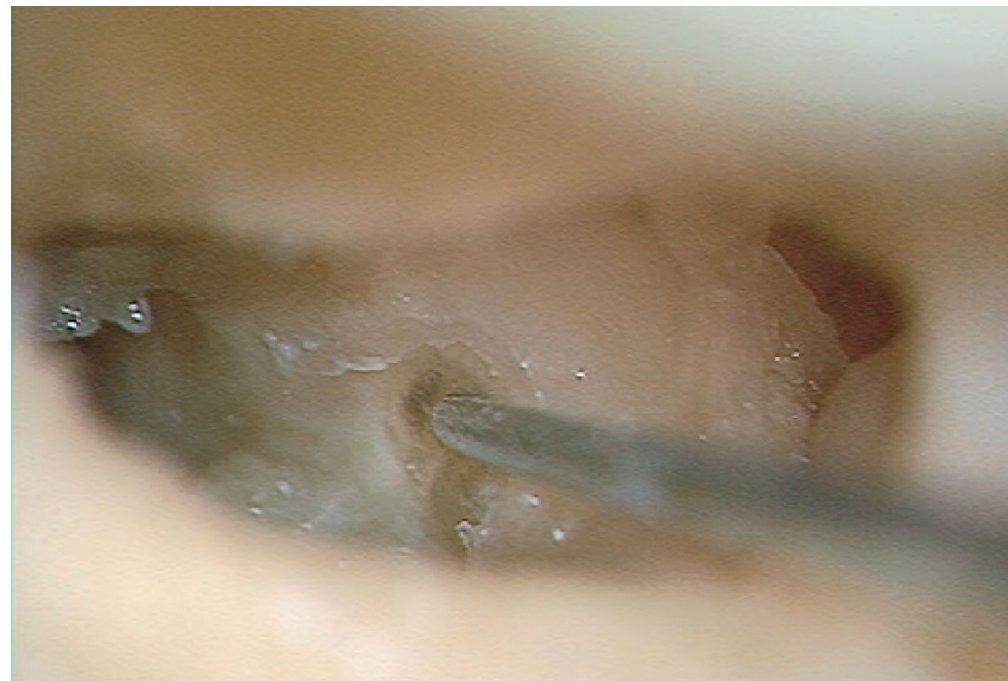
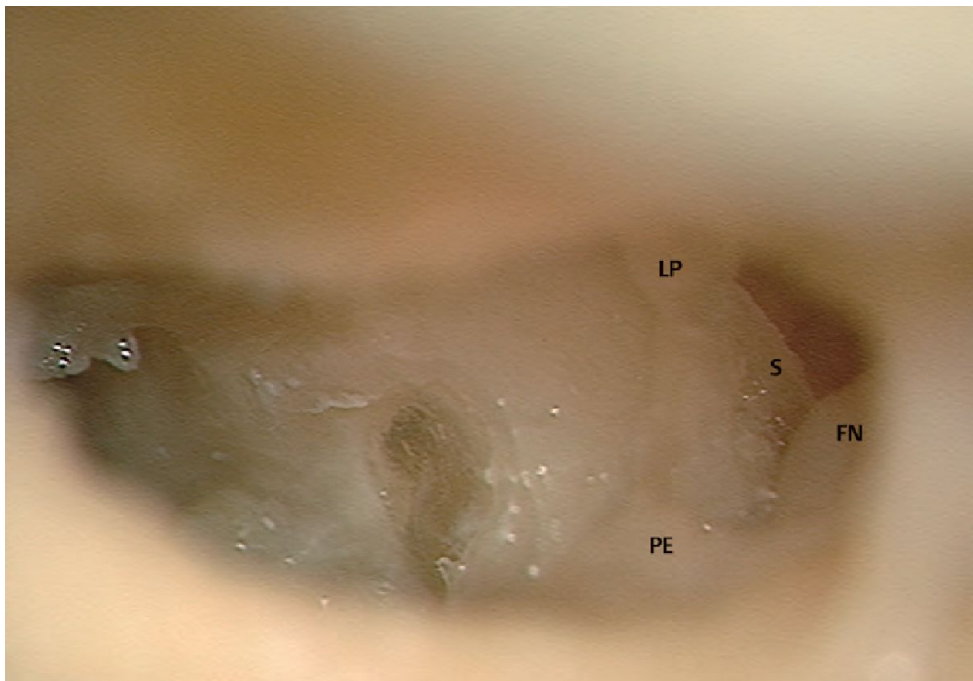
# НАЛОЖЕНИЕ КОХЛЕОСТОМЫ

Вскрытие барабанной лестницы производится на 1 мм кпереди и книзу от ниши окна улитки.

При формировании отверстия следует помнить, что диаметр самого большого электродного кольца равен 0,6 мм.

При трансмембранном подходе непосредственно перед введением активного электрода КИ производится вертикальный разрез мембраны серповидным ножом и горизонтальный разрез передней части мембраны для облегчения введения кончика электрода через расширенное (модифицированное) окно улитки.





## ФОРМИРОВАНИЕ ЛОЖА ДЛЯ ПРИЕМНИКА/СТИМУЛЯТОРА

Форма ложа определяется при помощи специального шаблона, передний край которого должен располагаться на 1 см кзади от заушной складки.

Далее, ложе формируется при помощи боров. По обе его стороны высверливаются отверстия, которые будут использоваться для фиксации приемника-стимулятора.

Наконец, формируется перешеек между ложем и мастоидальной полостью с целью окончательной фиксации всей системы.





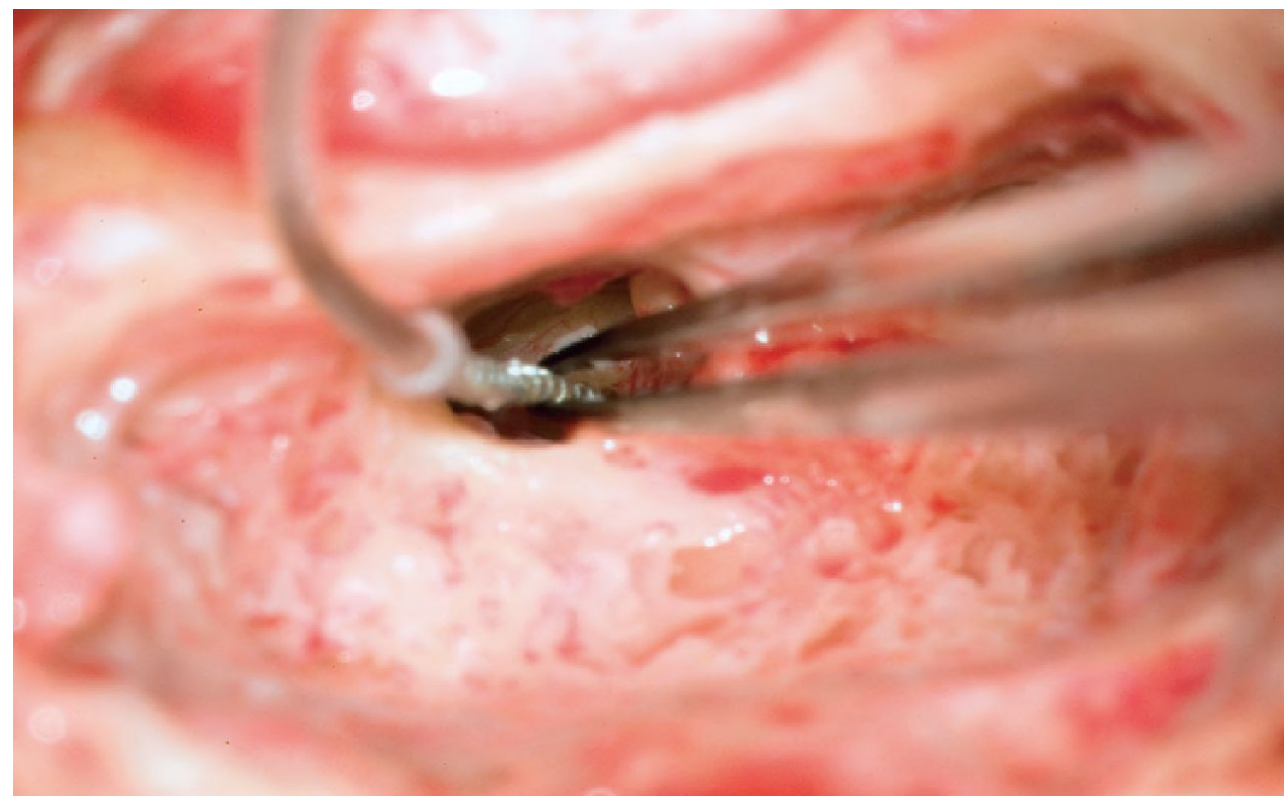
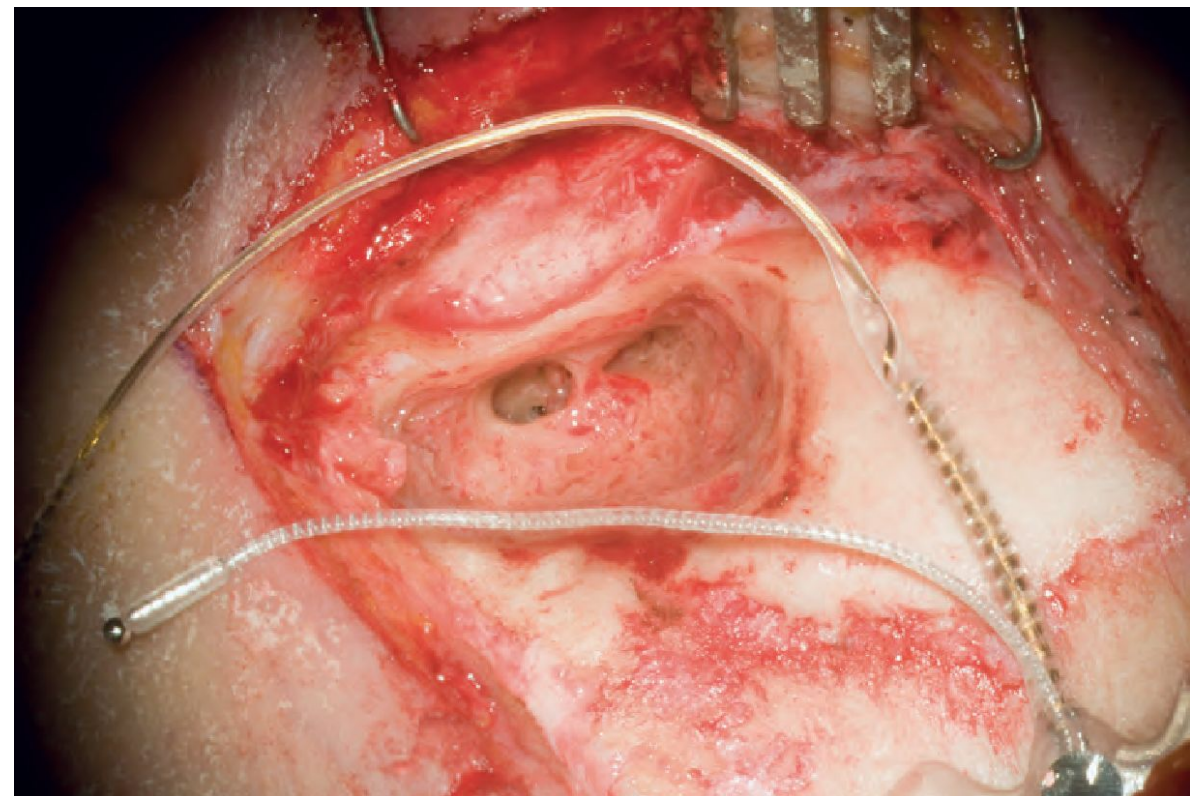
# ВВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ

Как правило, без всяких усилий 9-10 мм электродной системы вводится в кохлеостому без особых усилий. В дальнейшем понадобится специальная вилочка.

Последние 10 колец не являются активными и поэтому нет смысла вводить их в улитку, поскольку их задача заключается в обеспечении жесткости всей системы.

В случае успешного введение всех 25 мм электродной системы, шанс достигнуть наилучшего речевого восприятия будет гораздо выше.





# ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

**Цель:** получение информации о состоянии системы КИ в период хирургического вмешательства, использование полученной электрофизиологической информации (регистраций) при подключении процессора и первичных настройках системы КИ.

## Методы:

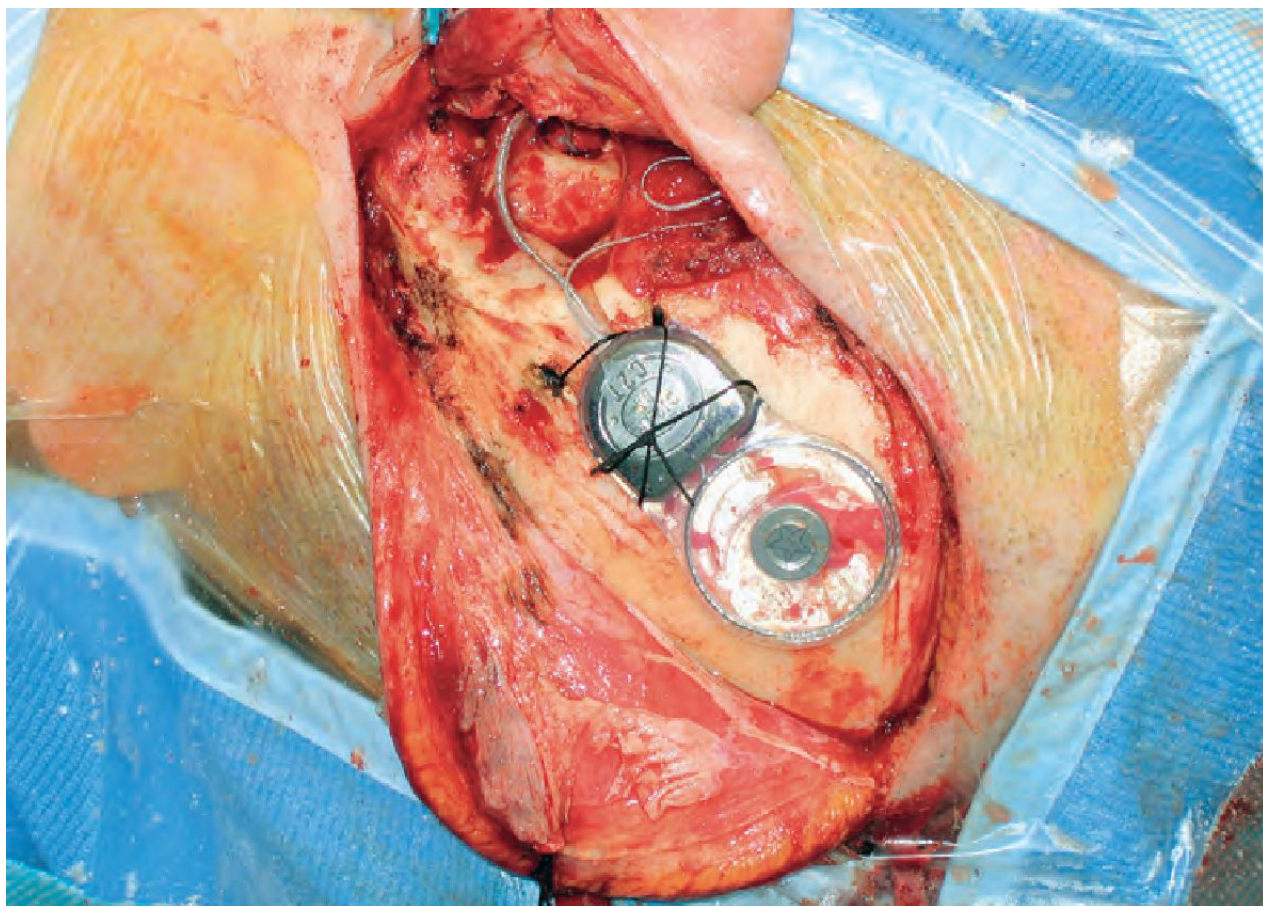
**1)Телеметрия кохлеарного импланта** (импеданс, межэлектродное сопротивление)-имеет определяющее значение при настройке речевого процессора, так как позволяет исключить наличие обрывов в цепи или коротких замыканий между электродами. Ориентируясь на сопротивление электродов имплантата можно сделать вывод, как о работоспособности устройства, так и особенностях его взаимодействия с окружающими тканями.

**2)Регистрация электрически вызванного рефлекса стременной мышцы**-заключается в подаче электрических стимулов на каждый электрод имплантата и визуальной регистрации сокращения стременной мышцы. Стимул генерируется речевым процессором пациента под контролем интерфейса системы КИ. Целью исследования является определение порогового уровня рефлекса, т.е. величины электрического тока, при котором наблюдается минимальное сокращение стременной мышцы.

**3)Телеметрия нервного ответа с кохлеарным имплантом**-это проведение регистраций электрически вызванного потенциала действия слухового нерва. Даёт информацию о правильности установки электродной системы и сохранности нейронов спирального ганглия/волокон слухового нерва на протяжении улитки. При проведении телеметрии нервного ответа начинают стимулировать слуховой нерв посредством кохлеарного импланта, когда специалист видит отчетливый ответ, уровень стимуляции снижают пока ответ не исчезнет и фиксируют результат.



# ФИКСАЦИЯ ИМПЛАНТА И УШИВАНИЕ РАНЫ



# ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА

Подключение речевого процессора осуществляется не ранее чем через 4-6 недель после операции.

Первая настроечная сессия продолжается в течение 6-ти дней (по 3 дня в течение 2-х недель). В этот период осуществляется пороги восприятия и комфорта на каждом активном канале и начинаются реабилитационные мероприятия.

В дальнейшем, контроль за картой процессора осуществляется 2-3 раза в год.

# ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

«Большими» осложнениями считаются те, которые требуют дополнительного хирургического вмешательства или госпитализации, например, различные инфекции (раневые, острый средний отит, менингит и др.), холестеатома, кровотечения, полная потеря слуха, несостоятельность лоскута, перилимфатическая фистула, обнажение электродов в антруме, нарушение фиксации системы, итд.

К «малым» осложнениям относятся более легкие инфекционные осложнения, вестибулярные нарушения, расстройство вкуса, преходящий парез лицевого нерва, гематомы (не требующие хирургического лечения), синдром барабанной струны (характеризуется усиленным потоотделением в области подбородка в ответ на вкусовое ощущение) и др.

Нарушение работы устройства, по разным данным, принято включать или не включать в число осложнений КИ.

# ВЫВОДЫ

1)Кохлеарная имплантация является самостоятельным методом реабилитации пациентов с тяжелым поражением слухового анализатора

2)Успех кохлеарной имплантации зависит от грамотного сочетания физических параметров импланта, настройки речевого процессора, психофизиологических параметров пациента и хирургического этапа

3)Ни одна кохлеарная имплантация не имеет шанса на успех без полного вовлечения пациента и его окружения в процесс реабилитации

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**