

КСВП – практические советы, качество записи и т.д.

Karsten Plotz

Профессор оториноларингологии, фониатрии и детской аудиологии

Отдел технологии и здоровья человека (TGM)

Институт слуховых технологий и аудиологии (INA)

Университет прикладных наук – Ольденбург

Германия

karsten.plotz@jade-hs.de - tgm.jade-hs.de

- эпидемиология
- слуховая система
- развитие речи
- роль слуха
- диагностика нарушений слуха
- процесс реабилитации
- заключение

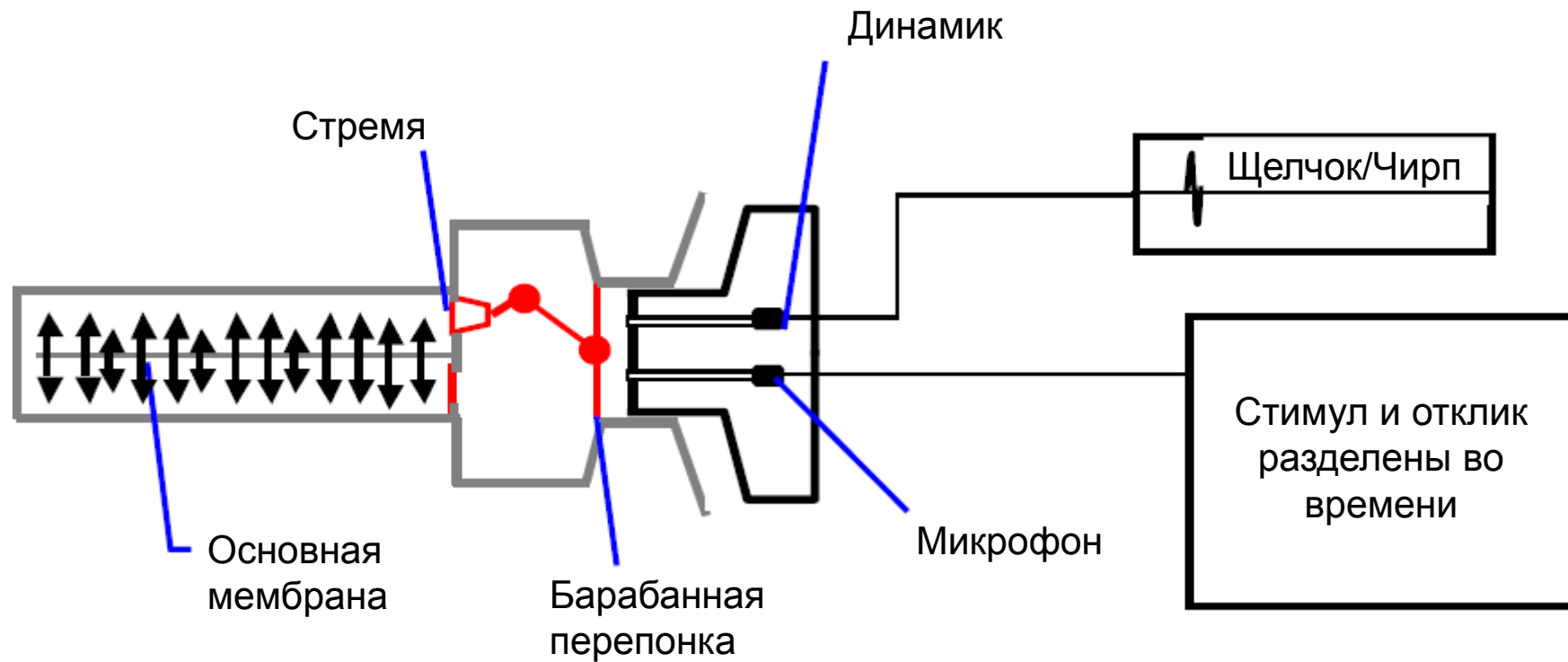
- электроды
- движения глаз
- потенциалы из других частей тела: шея, жевание, сердцебиение, мозг
- электрическая сеть, наводки, мобильные телефоны
- ошибки при подготовке обследования

- Все это приводит к снижению уровня сигнала или повышению уровня шума, т.е. к уменьшению отношения сигнал-шум (ОСШ)

- Распространенность тугоухости среди новорожденных составляет от 2 до 6 на 1000 здоровых младенцев.
- Этот показатель несколько различается в разных странах и зависит от системы здравоохранения в данной стране
 - в среднем на 1000 здоровых детей приходится 3-4 младенца с тугоухостью.

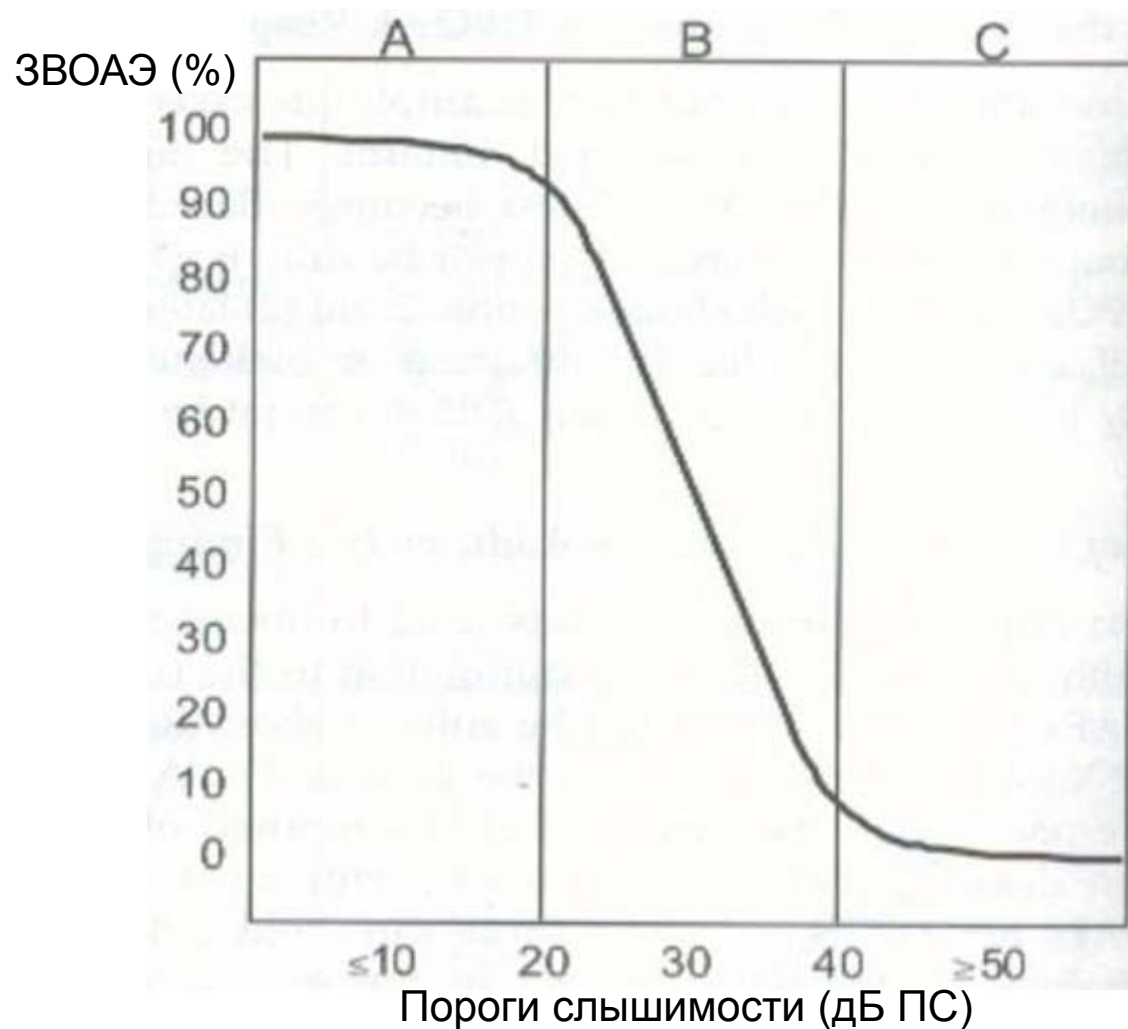
- Существуют специальные программы скрининга слуха и диагностики его нарушений. Необходимо придерживаться поэтапного выполнения этих программ для того, чтобы получить пороги слышимости в течение первых 6 месяцев жизни.
- Обычно мы начинаем с регистрации ОАЭ на второй день после рождения.
- Подробную информацию можно найти на сайте программы скрининга слуха новорожденных NHS (национальная система здравоохранения Великобритании)
 - <http://www.nhs.uk>

ЗВОАЭ: задержанная вызванная отоакустическая эмиссия





- При вероятности наличия ЗВОАЭ 70% пороги слышимости составляют от 0 до 25 дБ
- При скрининге допустимо дополнительное повышение порогов на 5-10 дБ
- Это значит, что результат "ПРОШЕЛ" возможен при порогах слышимости 30-35 дБ



- При результате "НЕ ПРОШЕЛ" необходимо провести дополнительный скрининг с применением ОАЭ или КСВП в течение 2-6 недель.

- **Стволомозговые (коротколатентные) слуховые вызванные потенциалы**
- Метод скрининга, использующий нейронную реакцию на акустические стимулы.
- Это скрининг посредством регистрации СТВОЛОМОЗГОВЫХ СЛУХОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ.
- Результаты скрининга также представлены в виде "ПРОШЕЛ" или "НЕ ПРОШЕЛ"; в данном случае регистрируется не реакция НВК, а потенциалы с поверхности черепа, как при регистрации ЭЭГ.

$\leq 1 \text{ кОм}$

$\leq 2 \text{ кОм}$

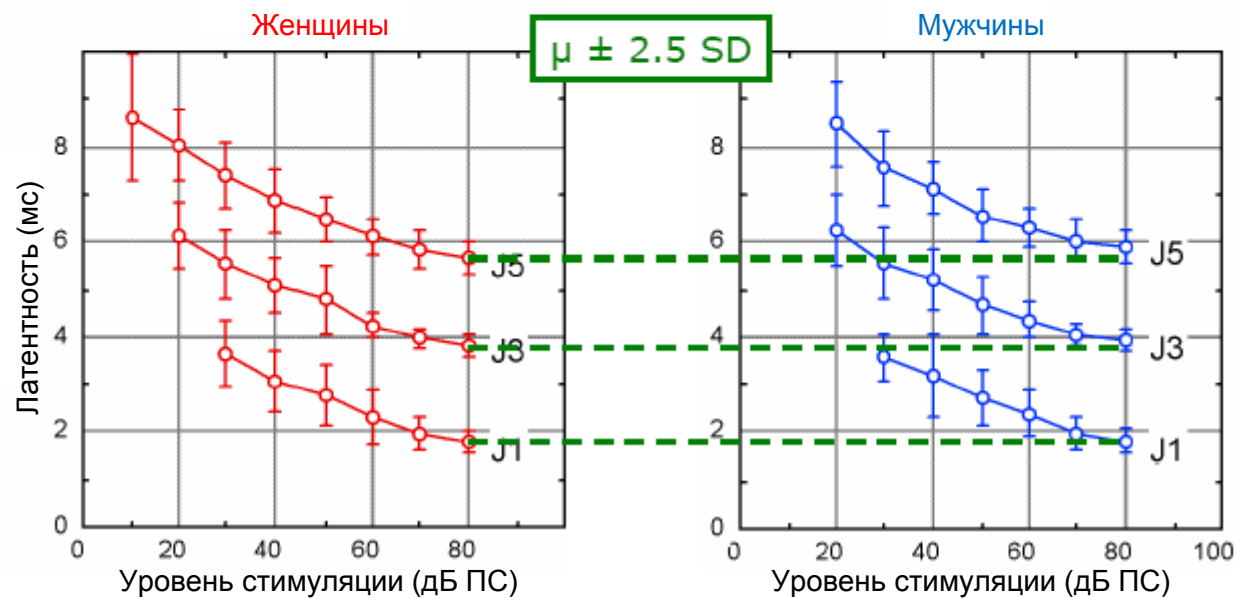
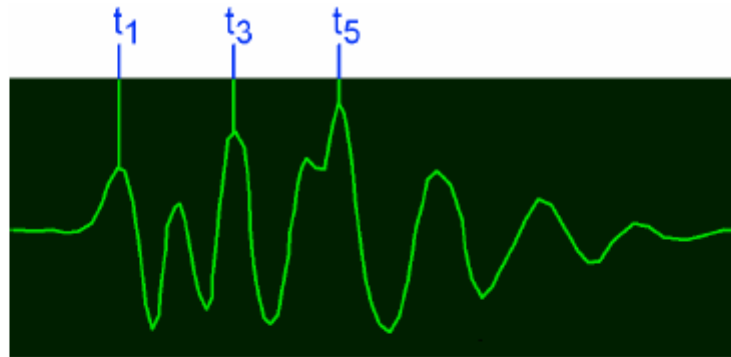
$\leq 5 \text{ кОм}$

$> 5-10 \text{ кОм}$

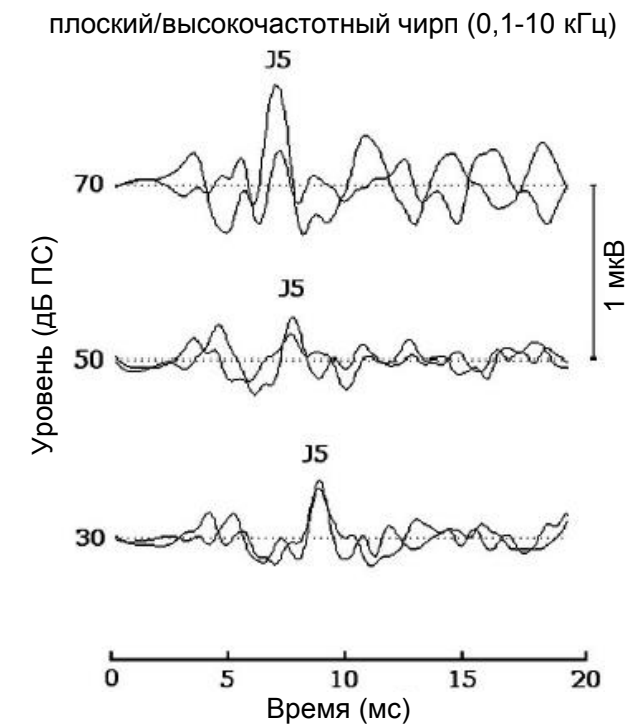
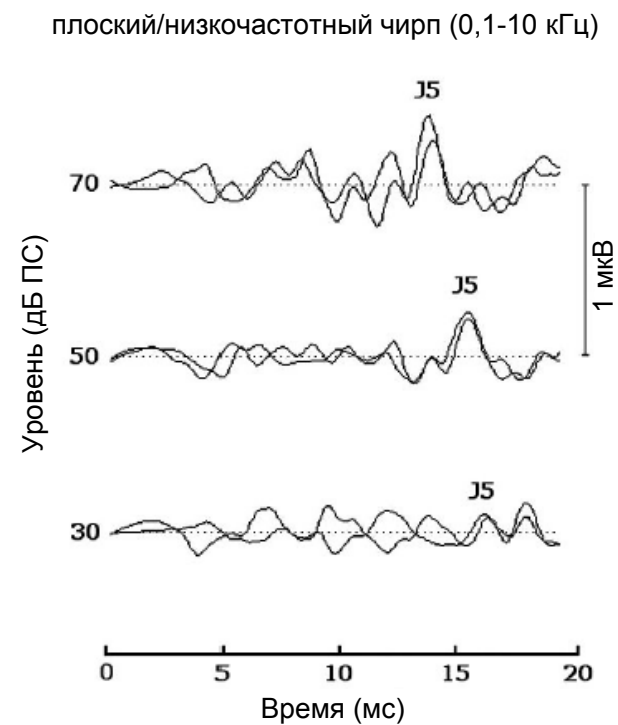
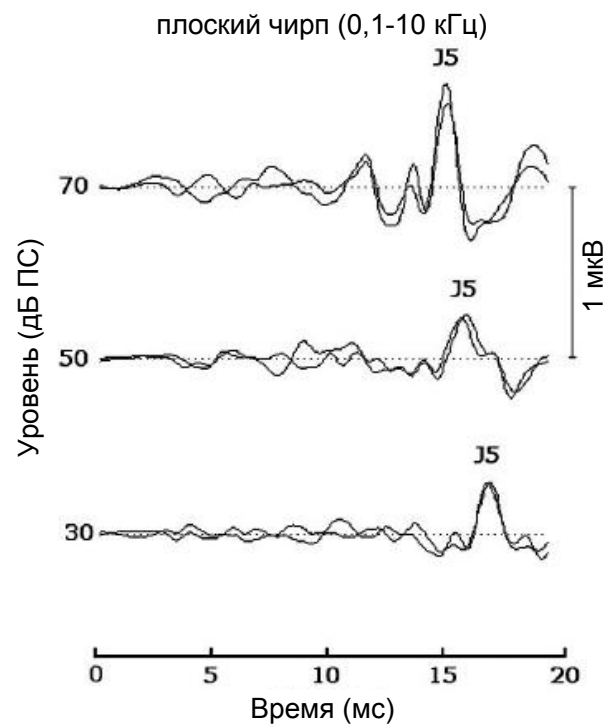
- Должно быть ниже 5 кОм.
- Еще важнее:
 - сопротивление на каждом из 4 электродов должно быть одинаковым (в крайнем случае, разность сопротивлений должна быть $\ll 1 \text{ кОм}$).
 - в противном случае вероятно возникновение высокоамплитудных помех



Функция входа/выхода: связь латентности волны V с уровнем стимула

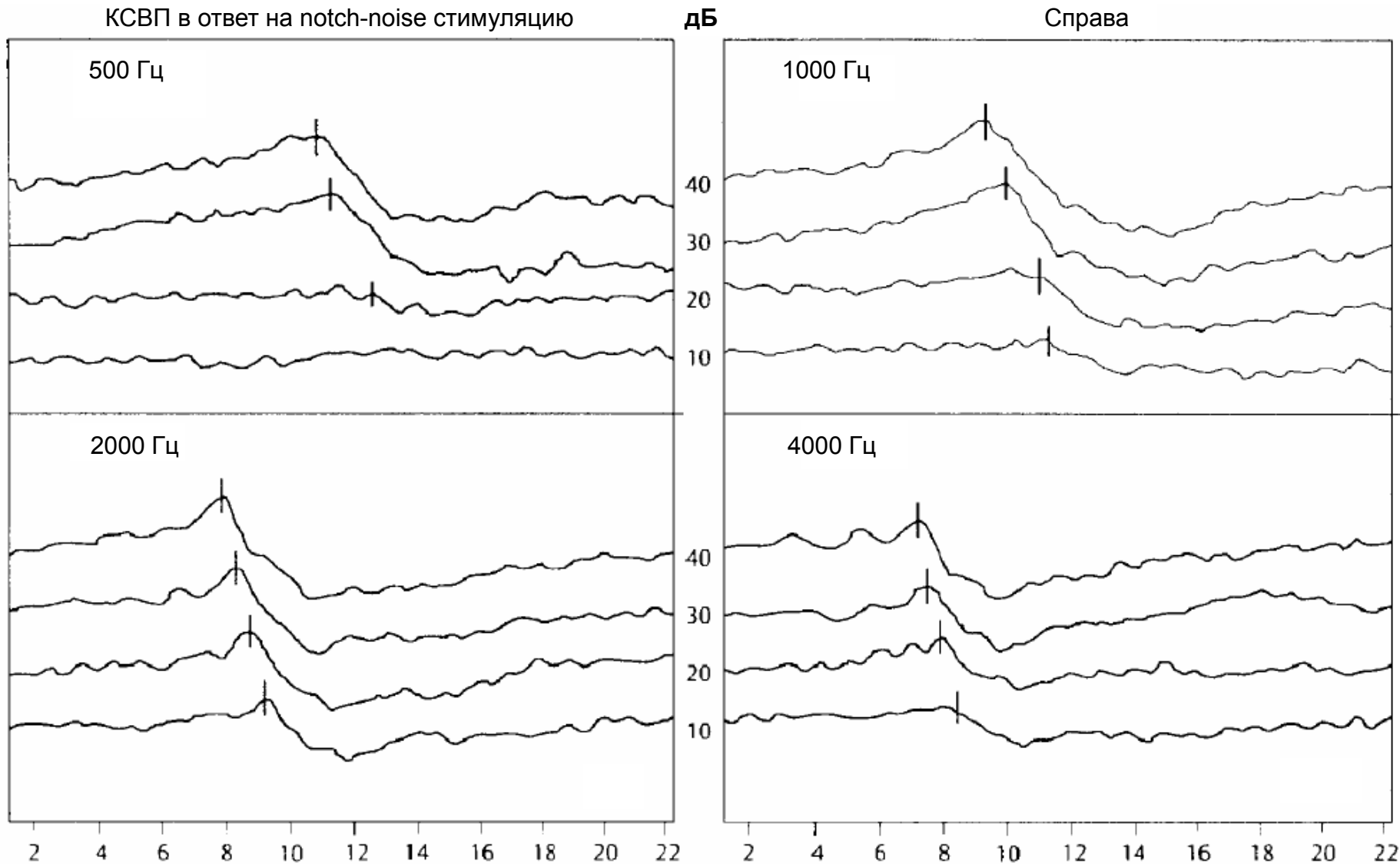


Морфология ответов на различные чирп-СТИМУЛЫ



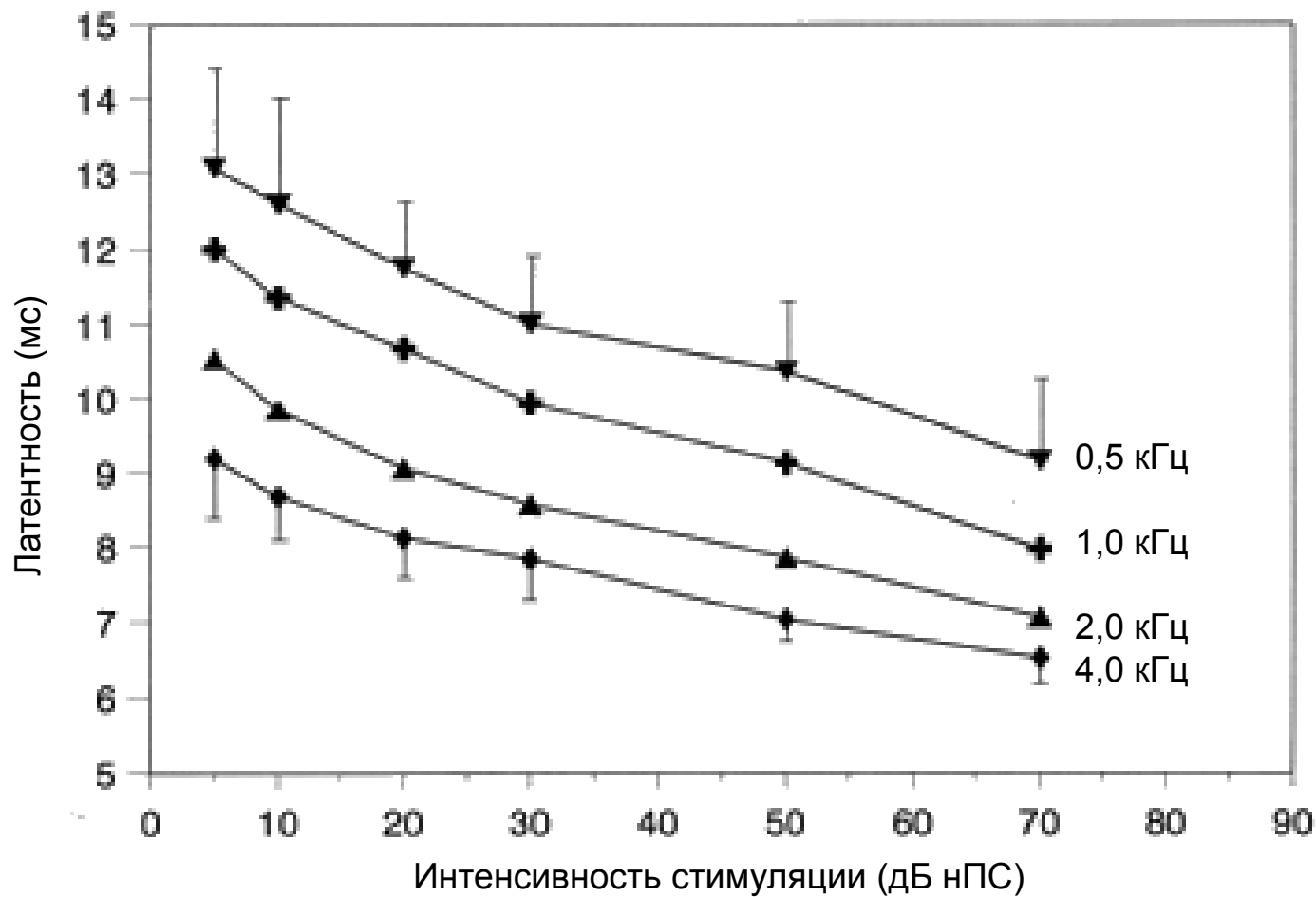
Морфология ответов при notch-noise (NN)

СТИМУЛЯЦИИ

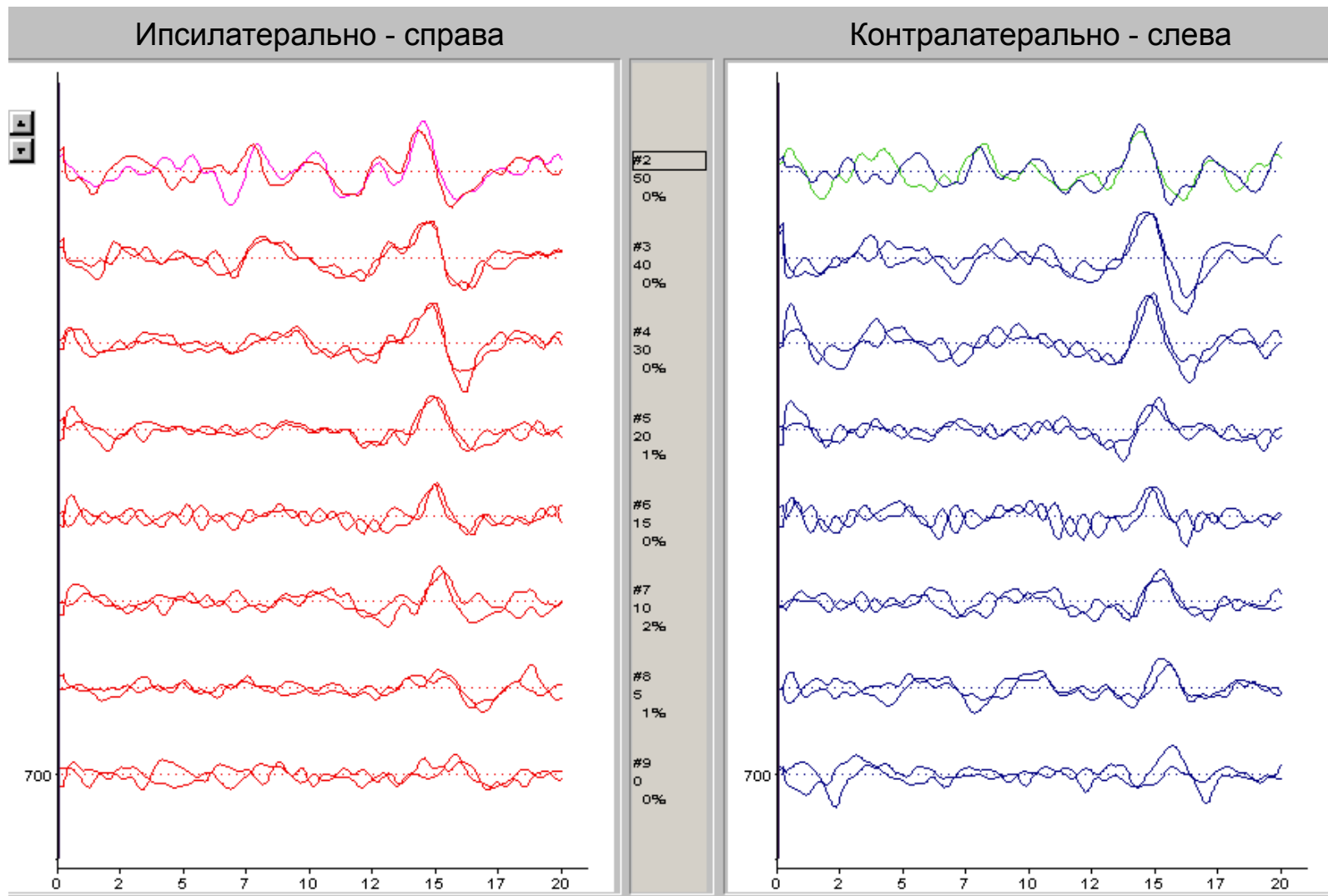


Функция входа/выхода при notch-noise

СТИМУЛЯЦИИ



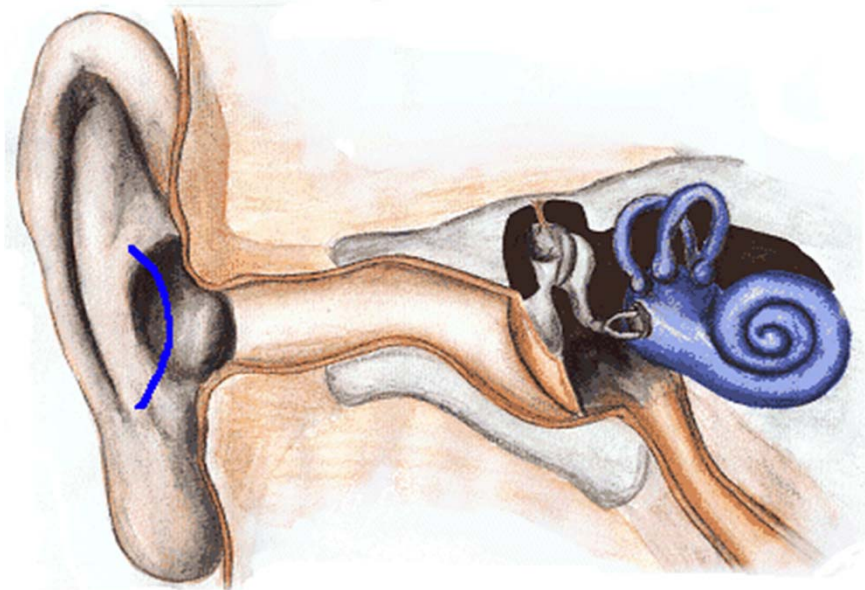
Морфология ответов на низкочастотные чирп-стимулы



- Задачи состоят в следующем:
 - Исключение проблем среднего уха
 - экссудативный средний отит и/или кондуктивная тугоухость
 - Измерение порогов
 - по крайней мере, в 2-3 частотных областях
 - желательно, на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц
 - Дифференциация кондуктивной, сенсоневральной и смешанной тугоухости
 - Измерение латентности II, III и IV
 - Созревание или центральная обработка
 - Межпиковые латентности I-III и III-V

- Краткий обзор слуховой системы

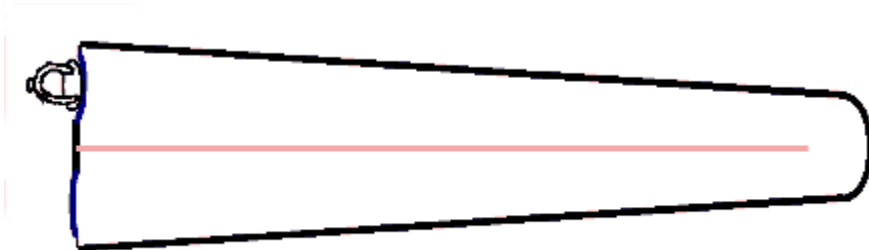
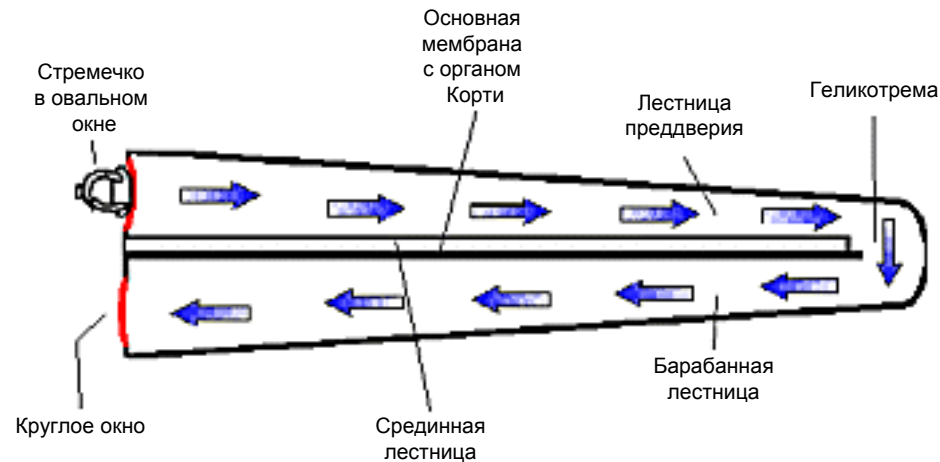
1.1.1 Наружное ухо – среднее ухо



- Путь звука:
 - наружный слуховой проход
 - барабанная перепонка
 - цепь слуховых косточек
 - улитка

Источник: http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/physiologie/

1.1.1 Бегущая волна

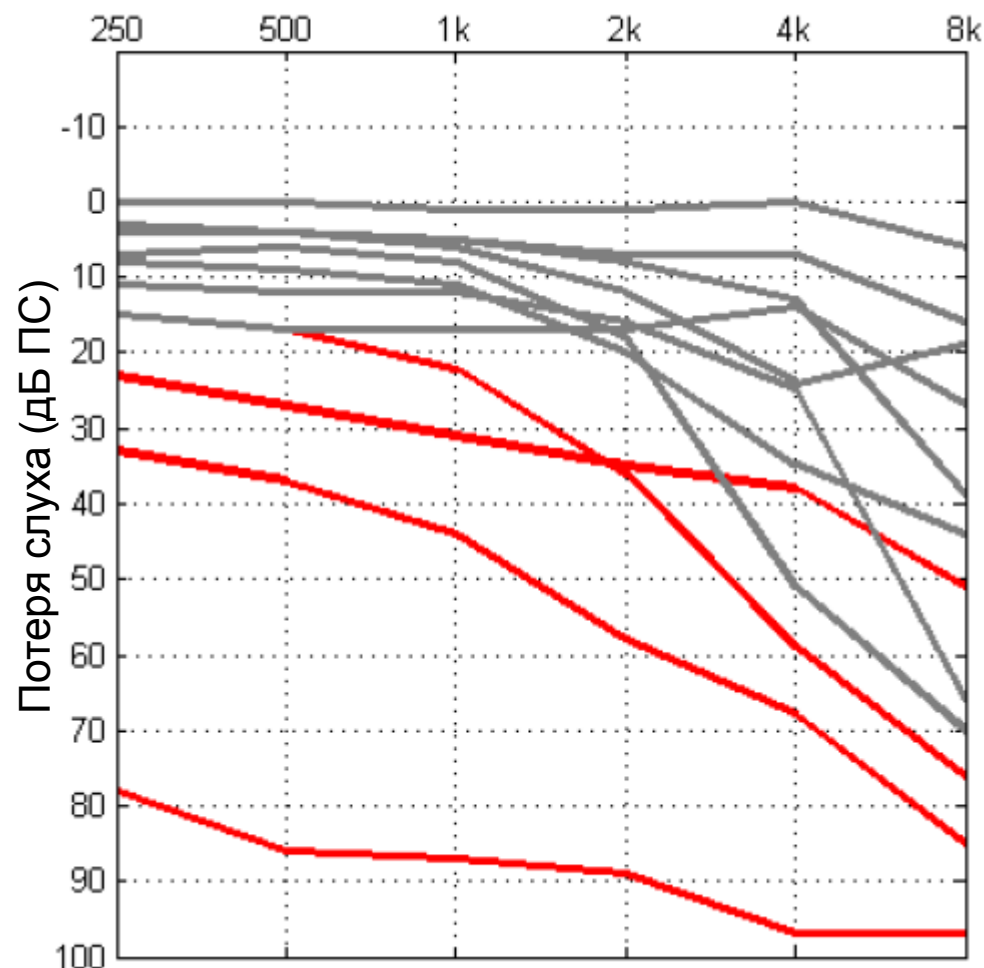


- Сопротивление на границе сред воздух/жидкость
- Разность давлений в лестнице преддверия и барабанной лестнице
- Бегущая волна распространяется по основной мембране от основания к верхушке

Источник: http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/physiologie/

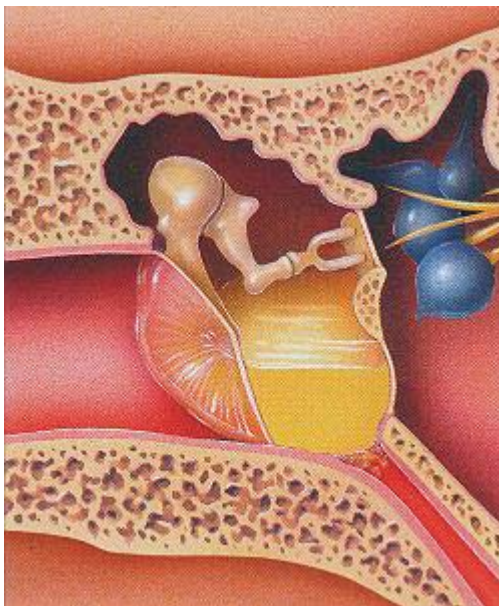
Сенсоневральная тугоухость в выборке

- Последствия высокочастотной тугоухости
 - нарушение развития речи
 - нарушение бинаурального слуха
 - эффект коктейльной вечеринки
- Серые линии: нарушений нет (согласно ВОЗ)
- Плоская: 45%
- Высокочастотная :19%
- Круто нисходящая: 25%
- Среднечастотная: 0,3%
- Низкочастотная: 0,3%

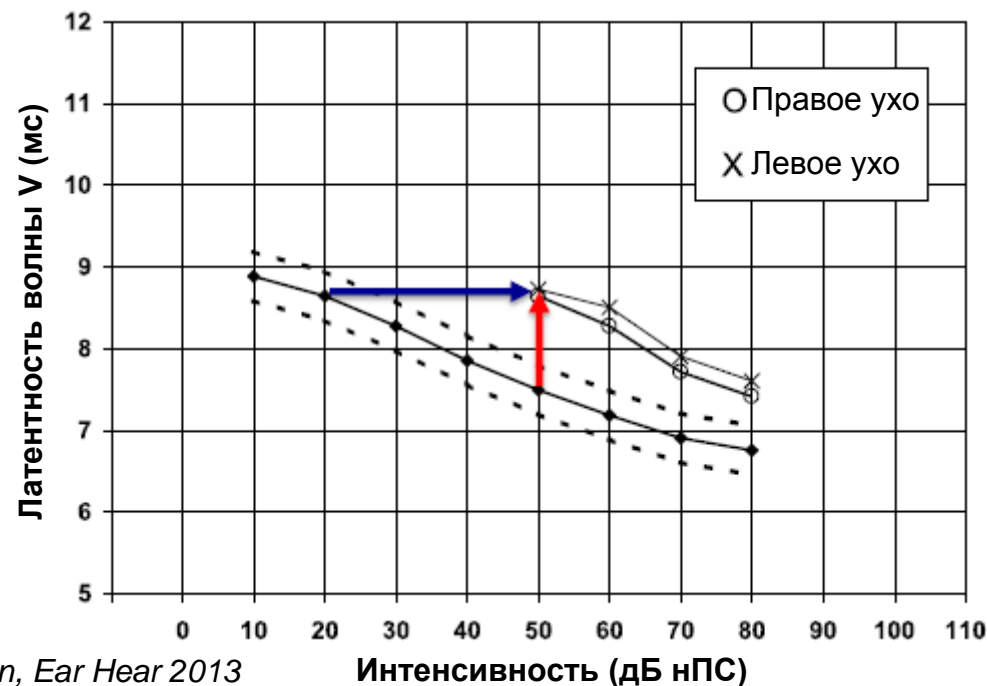


- Обнаружение порогов КСВП

Кондуктивная тугоухость



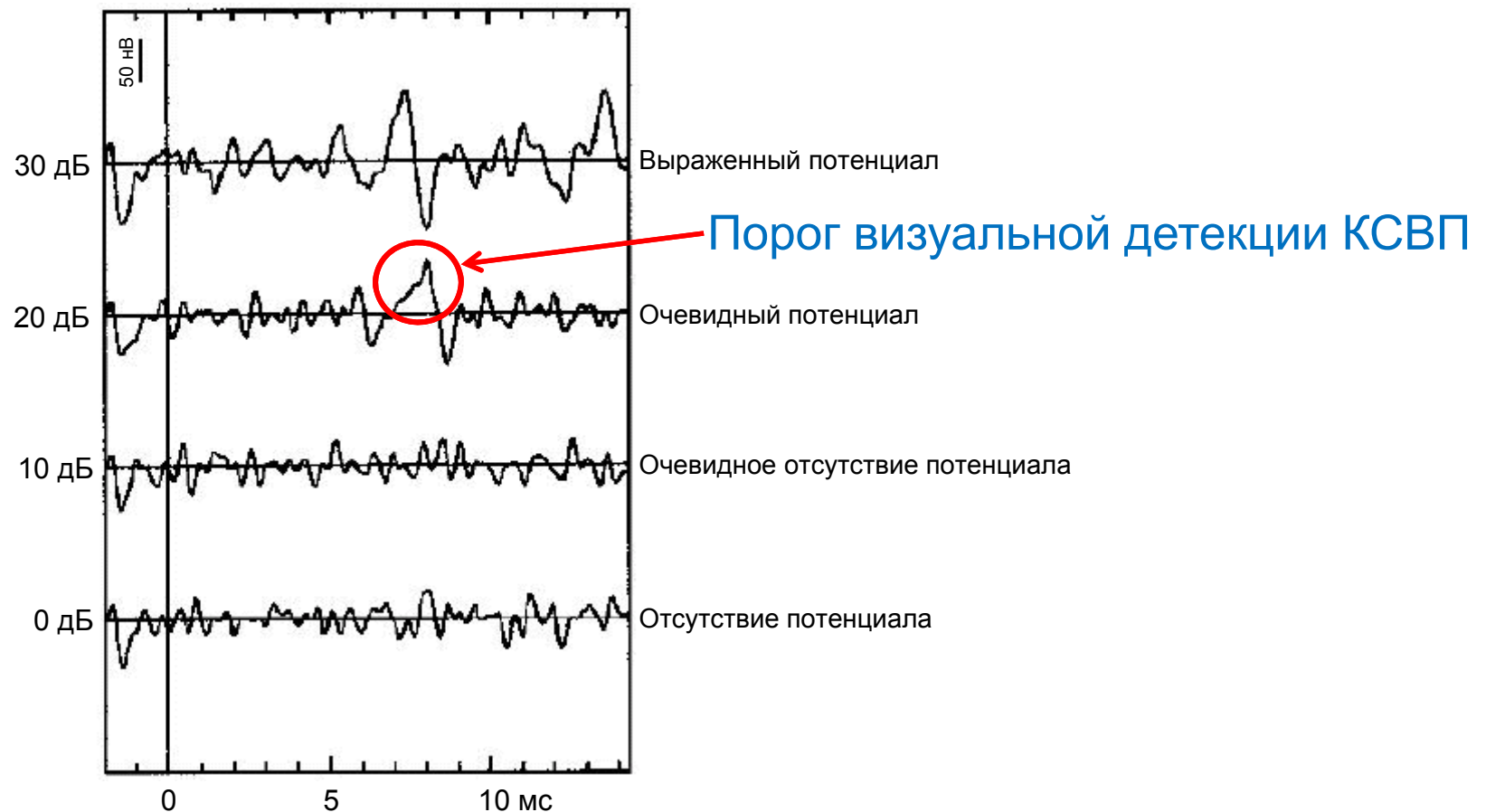
Baldwin & Watkin, Ear Hear 2013



Порог КСВП около 50 дБ, функция входа/выхода волны JV **сдвинута на 30 дБ**, **удлинение латентности >1 мс**

- Экссудативный средний отит (ЭСО) и связанная с ним кондуктивная тугоухость приводят к результату "НЕ ПРОШЕЛ" в ходе всеобщего скрининга слуха новорожденных.
- Распространенность ЭСО среди новорожденных составляет около 5%

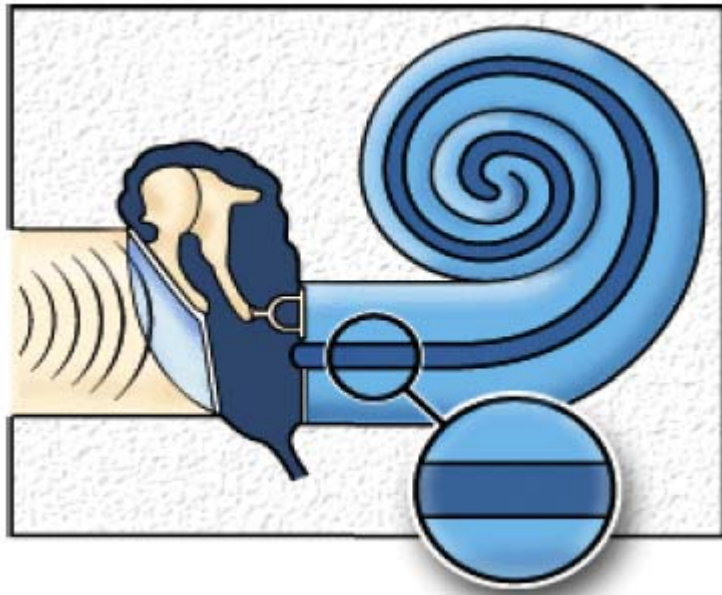
Определение порога КСВП и поправки порога



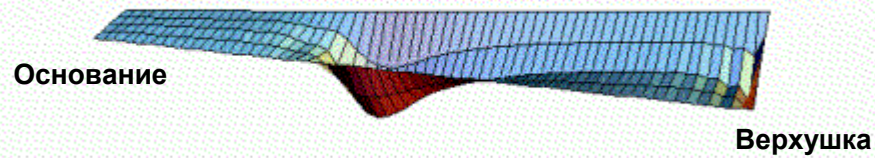
Поправка порога КСВП – это разность между порогом визуальной детекции КСВП и истинным психоакустическим порогом

- Регистрация частотно-специфических КСВП.

Тонотопия основной мембраны



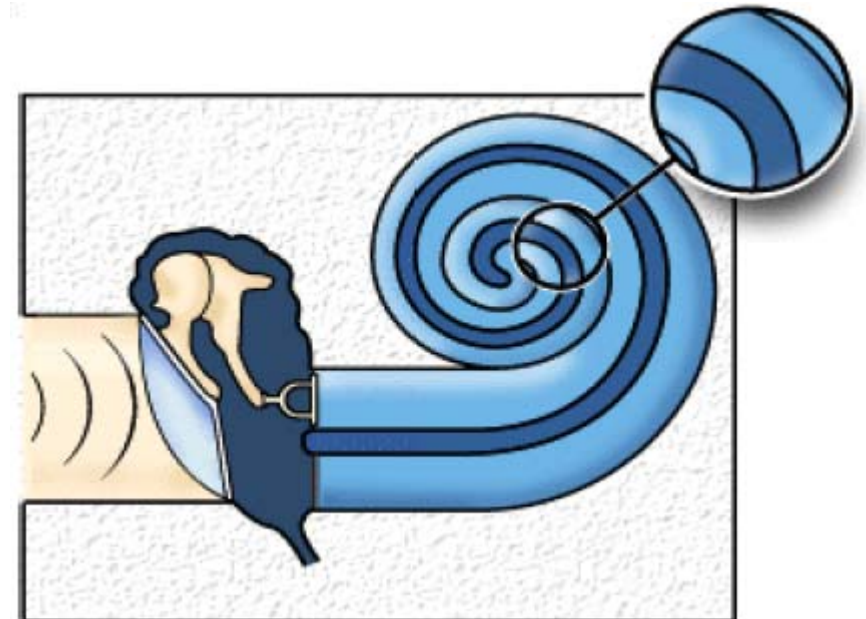
Высокочастотный стимул (щелчок 1-4 кГц)



500 Гц

Основание

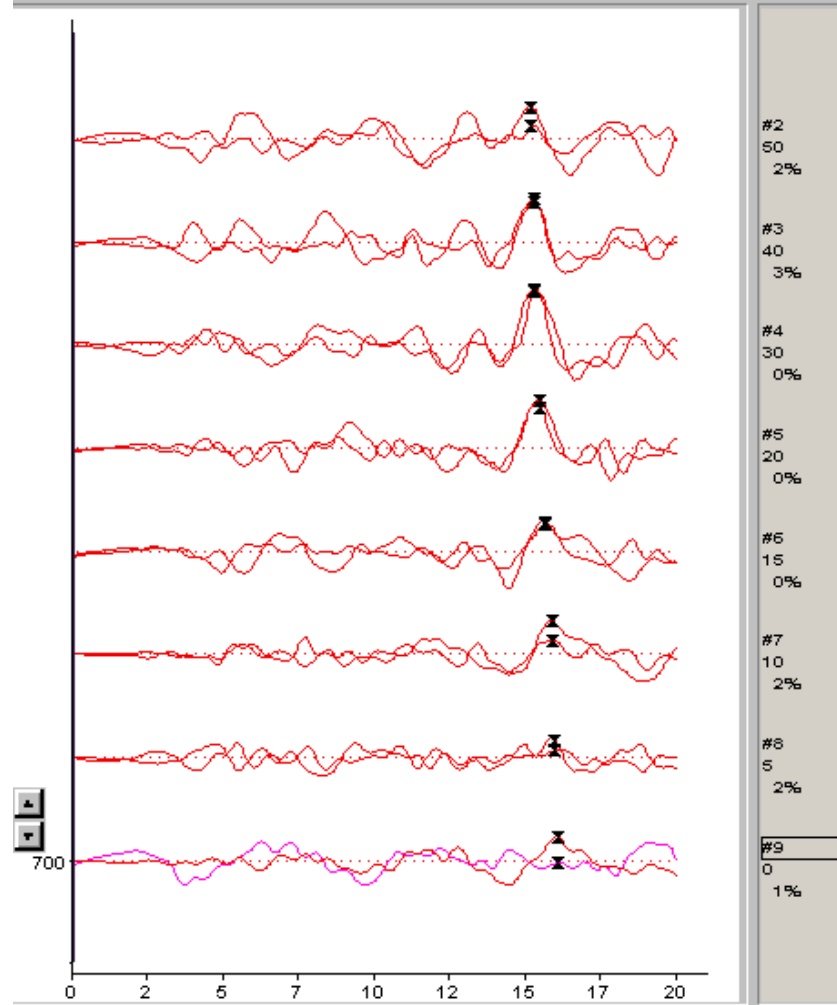
Верхушка



Сравнение низкочастотных Chirp-КСВП и NN-КСВП-500

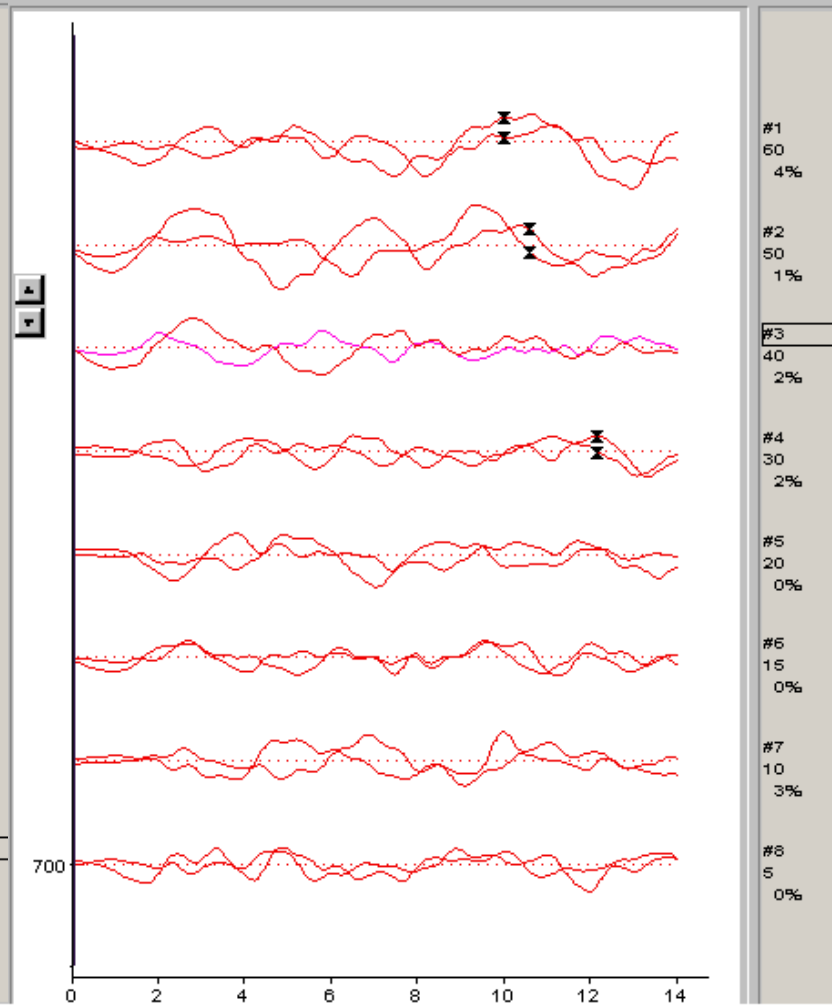
LChirp – с маскировкой

Ипсилатерально - справа



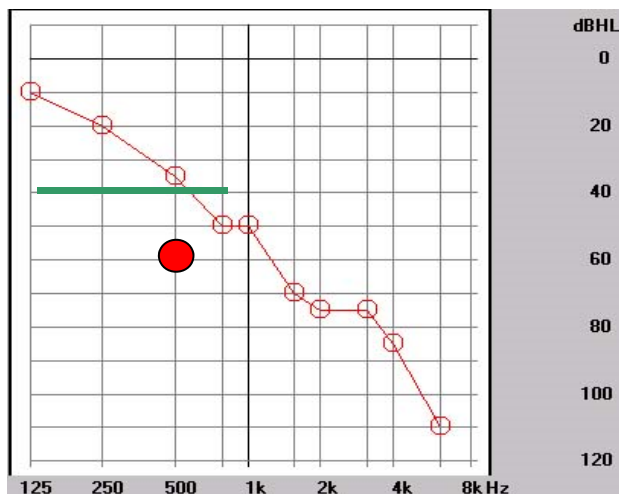
NN-500 Гц

Ипсилатерально - справа

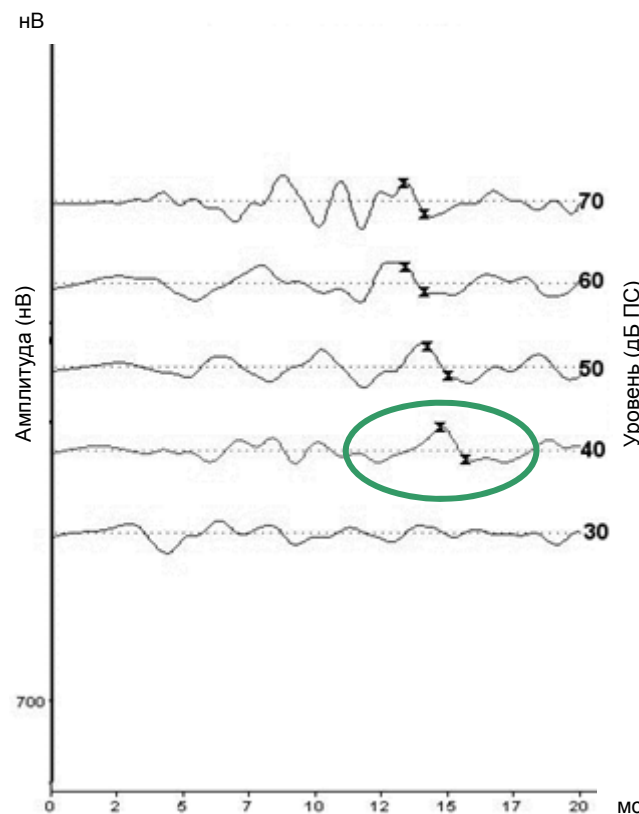


Сравнение низкочастотных Chirp-КСВП и NN-КСВП-500

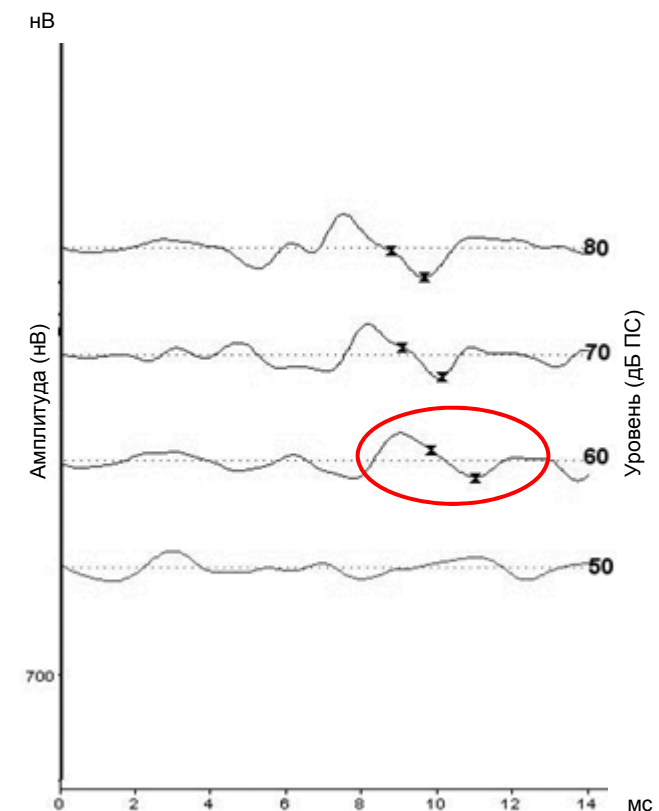
Тональная аудиограмма



низкочастотный чирп (100-1000 Гц)



NN-500



- Взрослый с нисходящей аудиограммой

Аппроксимированные пороги слышимости (eHL)

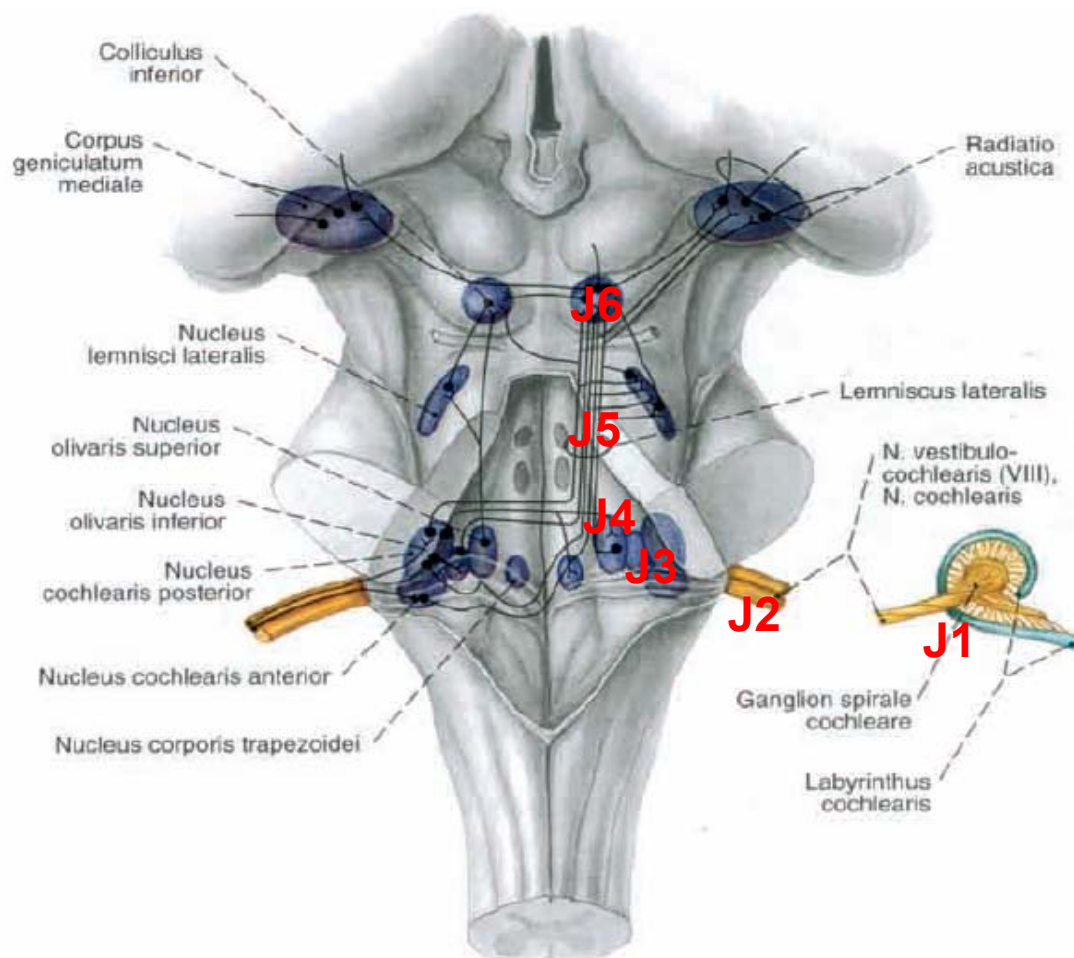
До 12 нед. (≤84 дн.)	КСВП в ответ на тоны/щелчки					Чирп			
	0,5 кГц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	Щелчок	0,5 кГц	1 кГц	2 кГц	4 кГц
В/у телефоны	-15	-10	-5	0	5	-10	-5	0	5
Наушники	-20	-15	-10	-10	-5	-15	-10	-5	-5
Костный вибратор	5	5	-5	0	См. табл. 4	10	10	0	5

Аппроксимация eHL основана на следующих факторах:

- Различие уровней стимулов, предъявляемых младенцам и взрослым
- **Поправки**, обусловленные преобразователем. Они неодинаковы для различных преобразователей (наушников, внутриушных телефонов и костных вибраторов).
- Различия между порогами КСВП и истинными порогами слышимости (психоакустическая реакция на 50% предъявляемых стимулов), т.е. **поправка порога КСВП**.

Источник: Руководство по раннему аудиологическому обследованию младенцев с положительными результатами скрининга слуха новорожденных, версия 3.1, www.nhs.uk

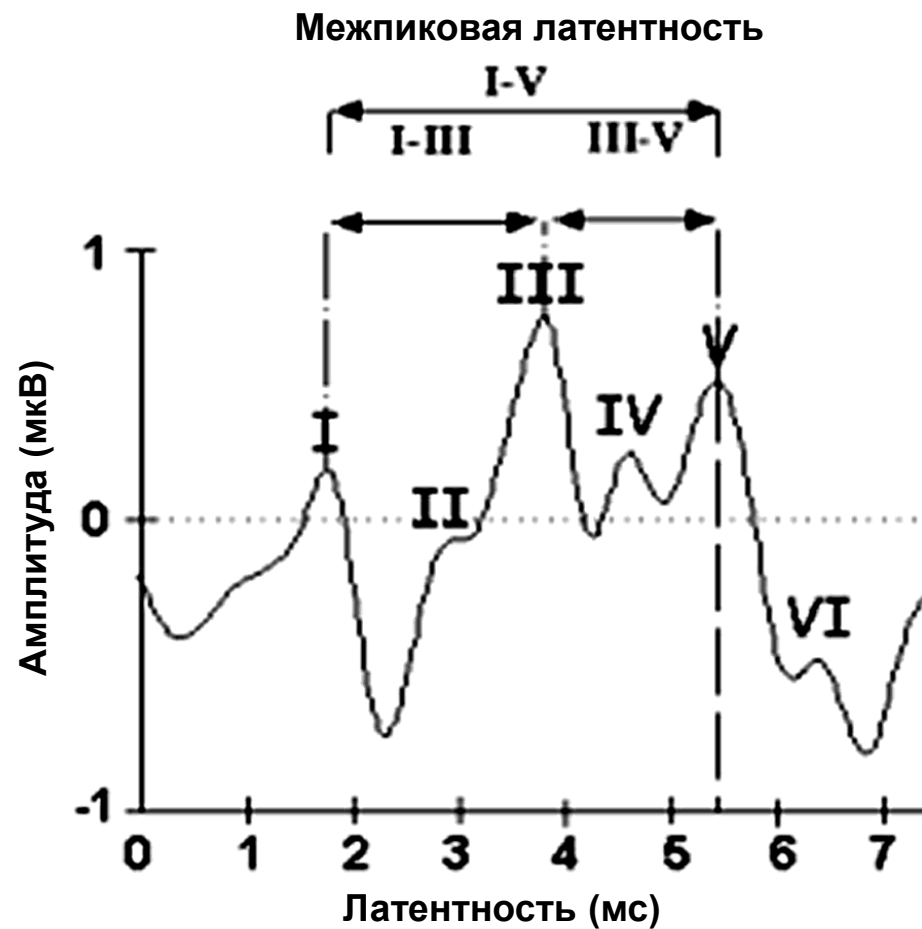
- **Тип тугоухости**



- Пики КСВП (Jewett I-VI):

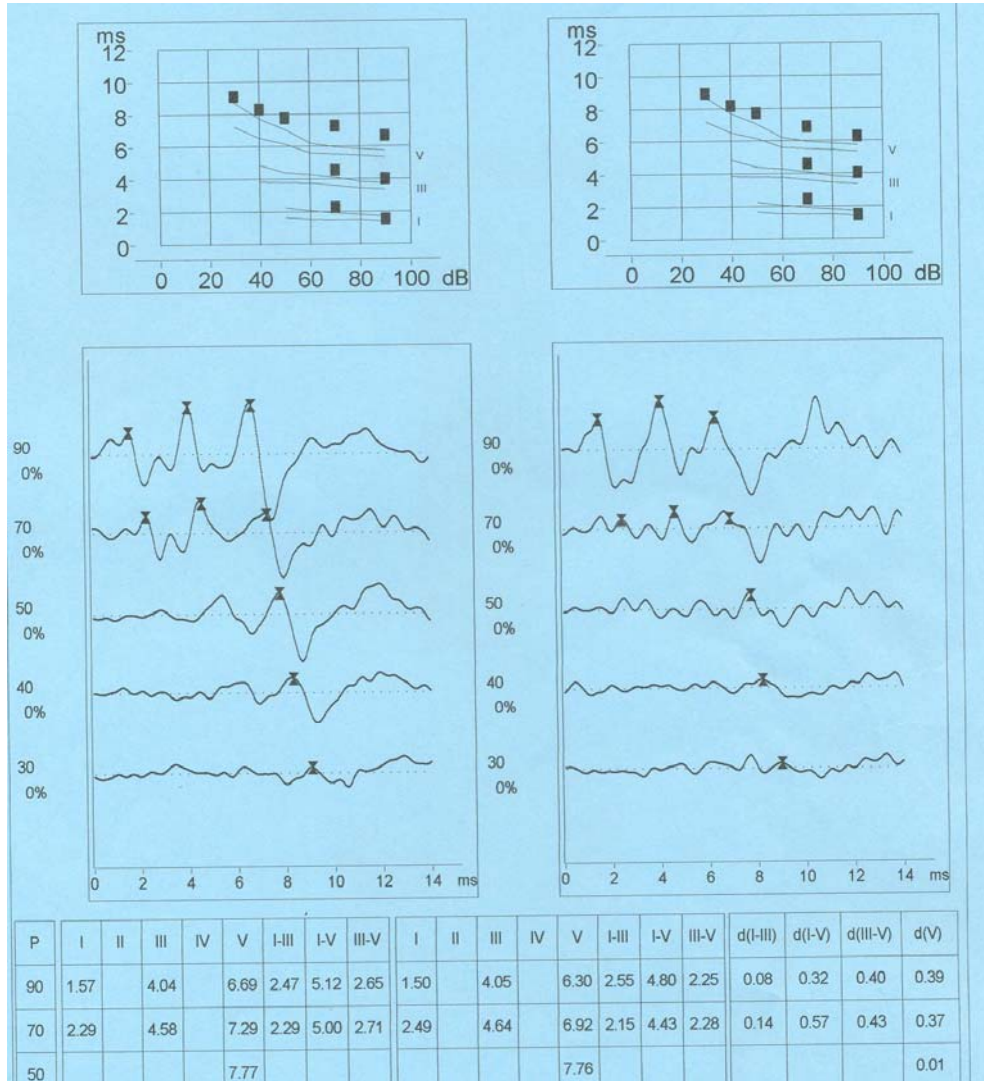
- Волна VI: нижний бугорок четверохолмия
- Волна V: латеральная петля (восходящая часть)
- Волна IV: верхнеоливарный комплекс и нижняя часть латеральной петли
- Волна III: вентральное ядро улитки
- Волна II: слуховой нерв
- Волна I: спиральный ганглий

Референтные значения межпиковой латентности



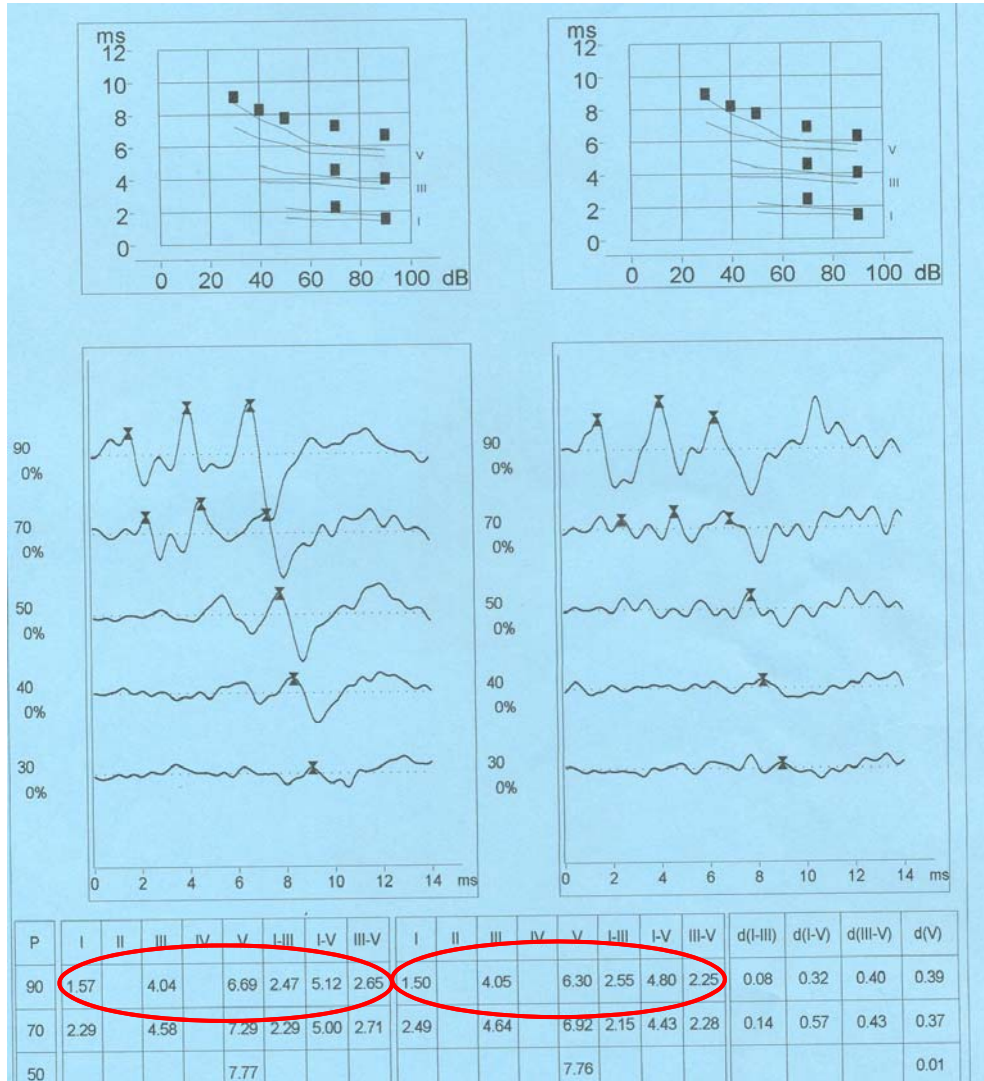
Уровень звука	Интервал	Среднее значение	SD
60 дБ	I-II	1,22	0,15
	I-III	2,25	0,13
	I-IV	3,47	0,16
	I-V	4,10	0,12
	I-IV/V	3,92	0,14
70 дБ	I-II	1,17	0,16
	I-III	2,27	0,15
	I-IV	3,47	0,17
	I-V	4,10	0,15
	I-IV/V	3,74	0,16
80 дБ	I-II	1,21	0,14
	I-III	2,29	0,17
	I-IV	3,53	0,15
	I-V	4,10	0,16
	I-IV/V	3,76	0,18

КСВП: ребенок 4 г. 11 мес.



- Хорошая запись
- Виден каждый пик
- Порог на уровне 30 дБ
- ОК или нет?

КСВП: ребенок 4 г. 11 мес.

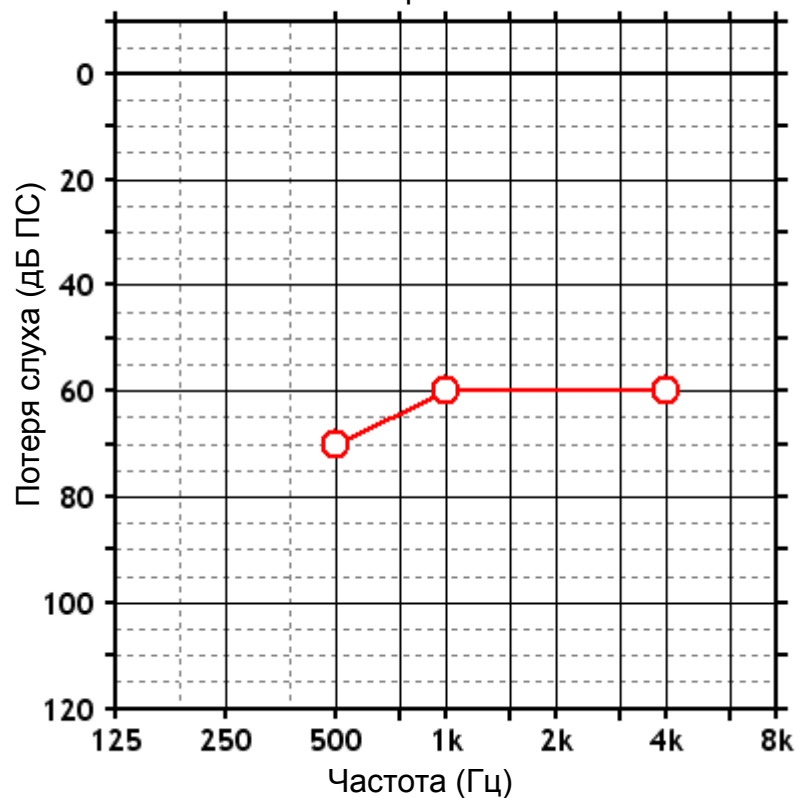


- JI – ОК
- JIII – слишкoм поздня
- JV – слишкoм поздня
 - Интервал I-III = 2,5-2,6 мс
- Интервал III-V удлинен
 - Интервал I-V = 4,8-5,1 мс

Свободное поле: порог реакции

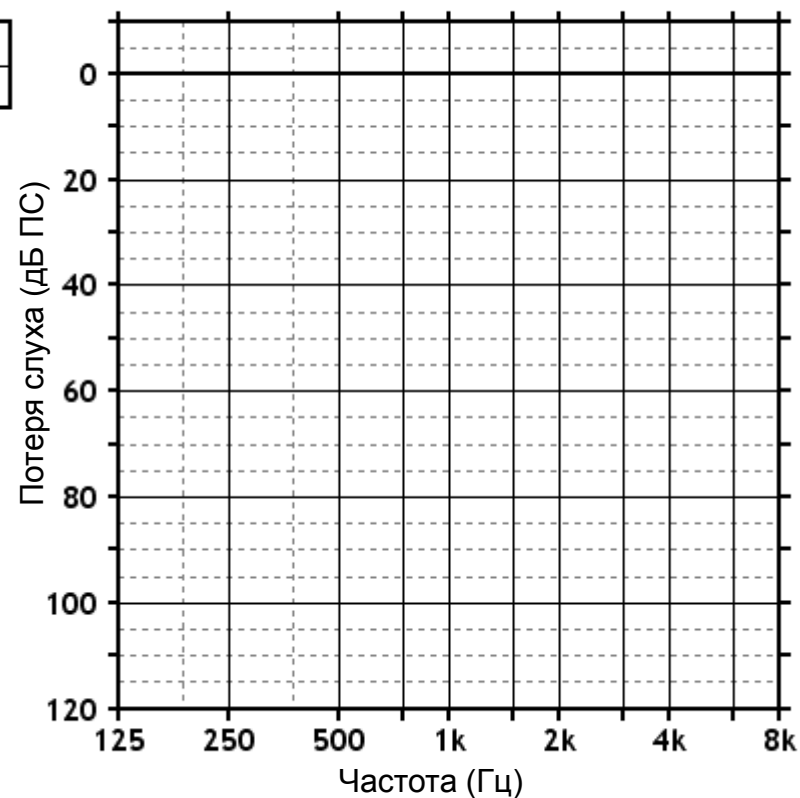
Свободное поле, ребенок 4 г. 11 м., нейрофиброматоз

Правое



W
R

Левое



- Мы считаем, что самые надежные результаты могут быть получены при следующей схеме обследования:
 1. Отоскопия и тимпанометрия
 2. КСВП в ответ на щелчок в общих целях, для неврологической диагностики и определения порогов в области 1-2 кГц
 3. Низкочастотный чирп для определения порогов в области 500 Гц
 4. NN-КСВП 4 кГц для определения высокочастотных порогов

Большое спасибо за внимание!

- благодарю моих коллег:
 - Manuela Hagen,
 - Petra von Gablenz,
 - Inga Holube, а также
 - Manfred Mauermann из Ольденбурга
 - Izet Valjic из Эрфурта

- **NHS Screening Programmes Newborn Hearing** <http://www.nhs.uk>
- AG-ERA; Empfehlungen der AGERA zur pädaudiologischen Konfirmationsdiagnostik (follow-up) nach nicht bestandenem Neugeborenen-Hörscreening
- DGPP; Phoniatriisch-pädaudiologischer Konsensus zu einem universellen Neugeborenen-Hörscreening in Deutschland, <http://www.dgpp.de>
- Baldwin, M., & Watkin, P. (2013). Predicting the type of hearing loss using click auditory brainstem response in babies referred from newborn hearing screening. *Ear and Hearing*, 35(1), 1–9. <http://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31829e0718>
- Damm, M., Jayme, K. P., & Klimek, L. (2013). Recurrent otitis media with effusion in childhood, 61(10), 843–848. <http://doi.org/10.1007/s00106-013-2700-9>
- Hoth, S., Mühler, R., Neumann, K., & Walger, M. (2015). Objektive Audiometrie im Kindesalter. Springer-Verlag.

**СЛАЙДЫ, НЕ ВОШЕДШИЕ В
ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ
ПРЕЗЕНТАЦИИ**

- **Развитие слуха и речи**

- По-видимому, слух появляется на 20-25-й неделе беременности. Этот вывод сделан на основании обследования недоношенных детей, у которых КСВП можно зарегистрировать на 25-й неделе.
- Как правило, у новорожденных и очень маленьких детей реакцию на звук измерить невозможно. Первые акустические реакции (в том числе, со зрительным подкреплением) появляются между 3-м и 5-м месяцами жизни.

Исследование развития речи свидетельствует о наличии **критических чувствительных фаз** сенсорного слухового развития ребенка:

- 1-я фаза: развитие **слуха** у очень маленьких детей
- 2-я фаза: развитие **грамматических** признаков речи (семантических, морфологических и фонологических) в дошкольный период
- 3-я фаза: развитие **бинауральной слуховой обработки** в период начального школьного обучения

- Роль слуха

- В ранний период жизни слух необходим для развития разговорной речи.
- При нарушении слуха развитие речи замедляется и не достигает нормального уровня.
- Существуют т.н. "поздноговорящие" дети, начинающие говорить после 3-летнего возраста.
- В таких случаях очень важно как можно раньше исключить нарушение слуха.

- Позже речь становится важнейшим фактором умственного развития, общения в семье, школе и с другими детьми.
- Существует также связь с письменной речью. Письмо и чтение также зависят от развития слуховой системы.
- Дети с нарушениями слуха часто получают более низкие оценки в школе.

- **Приборы для диагностики нарушений слуха**

Что такое ОАЭ?

Как регистрируют ОАЭ?

- Спонтанная ОАЭ -
- Задержанная вызванная ОАЭ -
- Одновременная вызванная ОАЭ -
- ОАЭ на частоте продукта искажения -

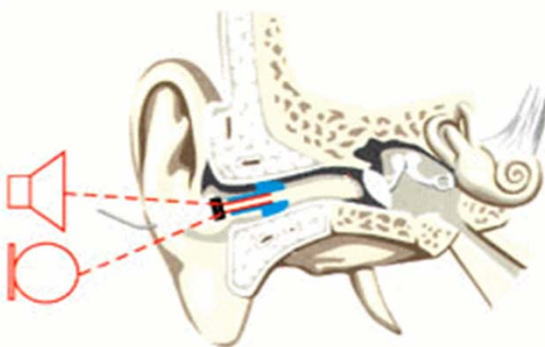


СОАЭ

ЗВОАЭ

ОВОАЭ

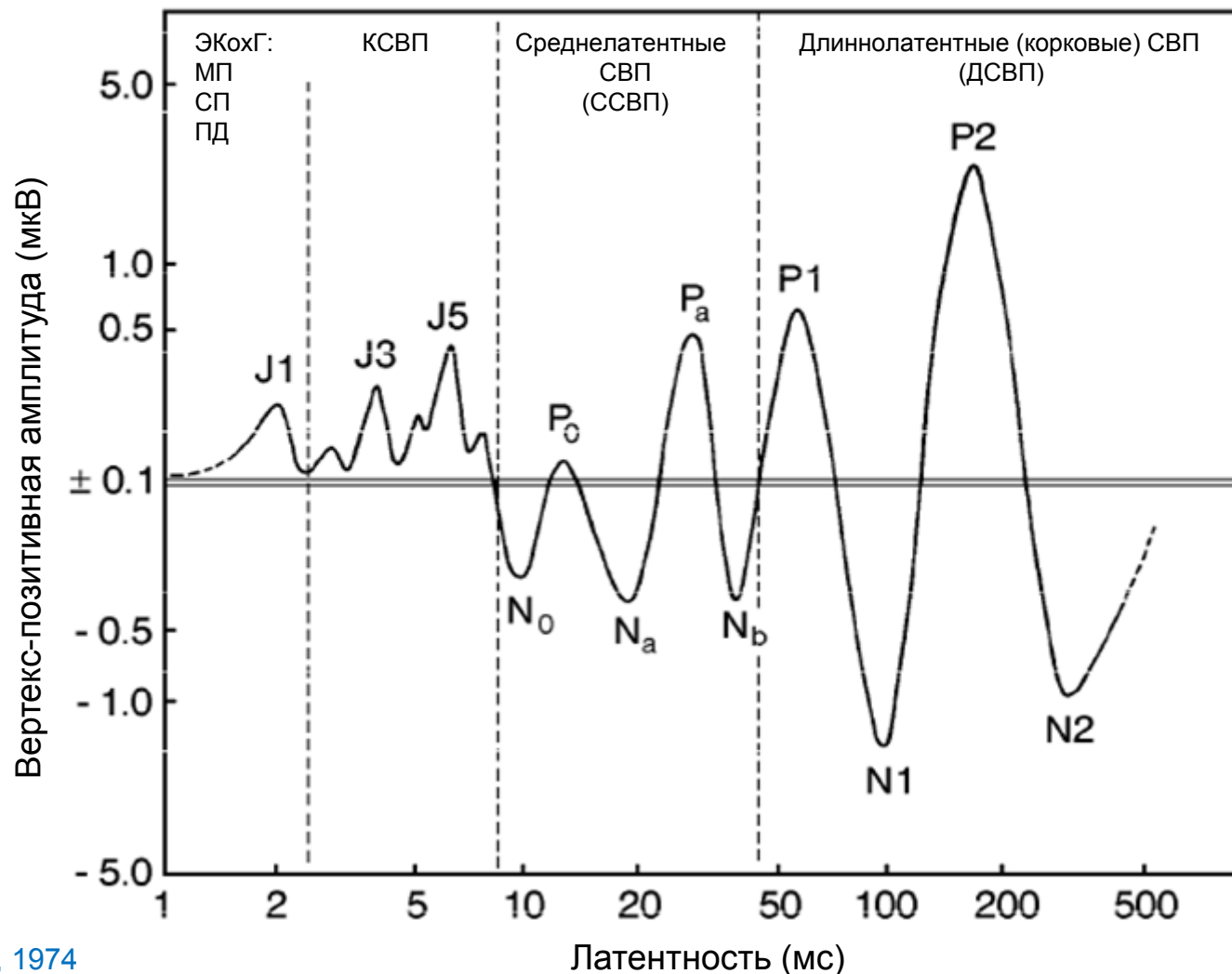
ОАЭПИ



История регистрации синхронизированных слуховых потенциалов

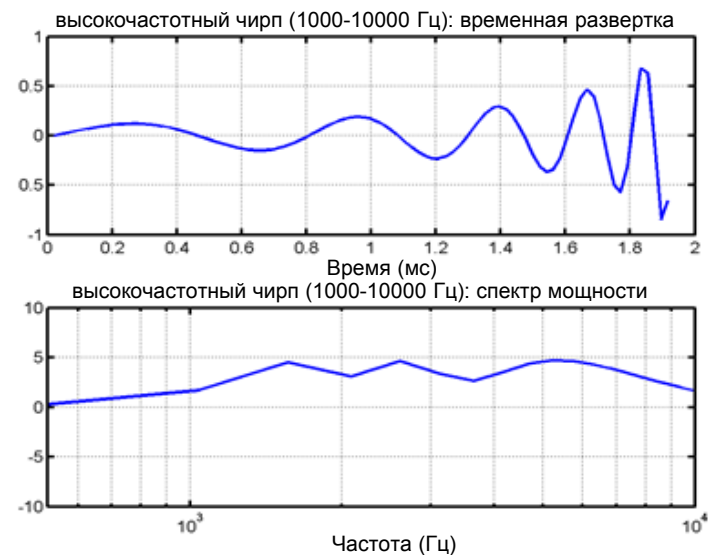
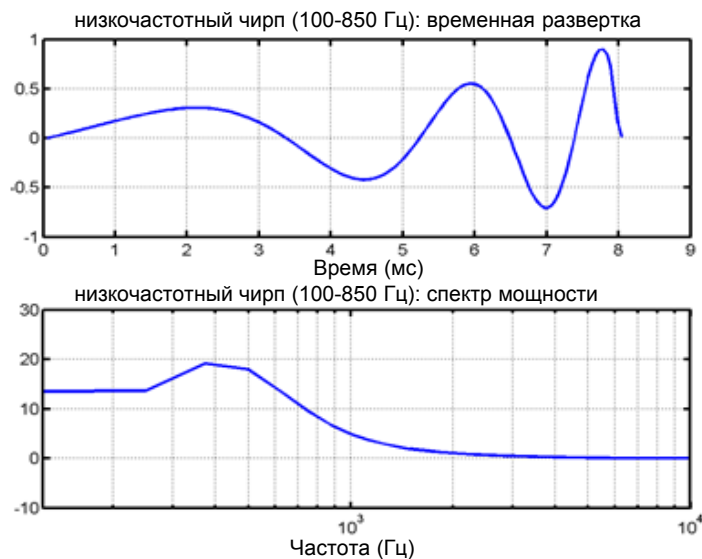
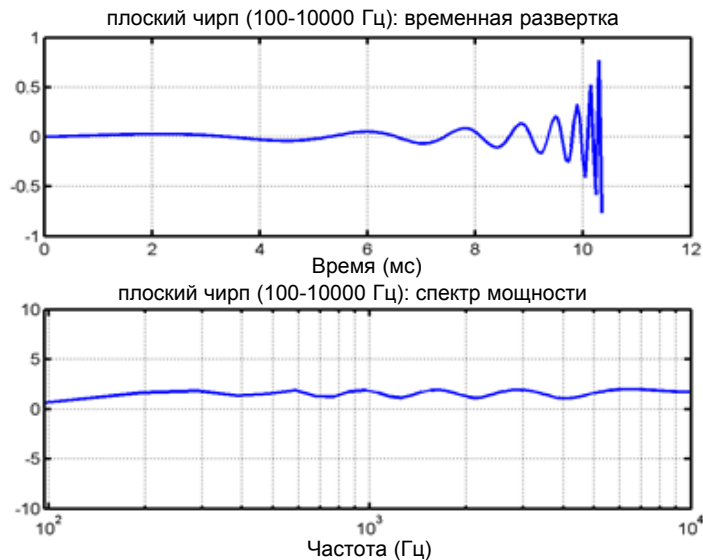
- 1913 Pravdich-Neminsky: первая регистрация ЭЭГ у животных
- 1927 Frobes и соавт.: нейронная активность у кошек в ответ на акустические щелчки
- 1929 Berger: первая регистрация ЭЭГ у людей
- 1951 Dawson: внедрение усреднения и концепции вызванных потенциалов
- 1968 von Burian: внедрение КСВП в клиническую практику
- 1971 Jewett и Williston: систематическое описание волн (JI – JVII)
- 1974 Несох и Galambos: внедрение КСВП в объективную аудиометрию
- 1999 Dau и Fobel: CHIRP – новый стимул для лучшей синхронизации
- 2004 Valjic и соавт.: изучение низкочастотных чирп-стимулов для лучшей синхронизации в низкочастотной области
- 2010: межцентровое исследование использования низкочастотных чирп-стимулов для настройки слуховых аппаратов детям, младенцам и новорожденным

Методы измерения и номенклатура СВП



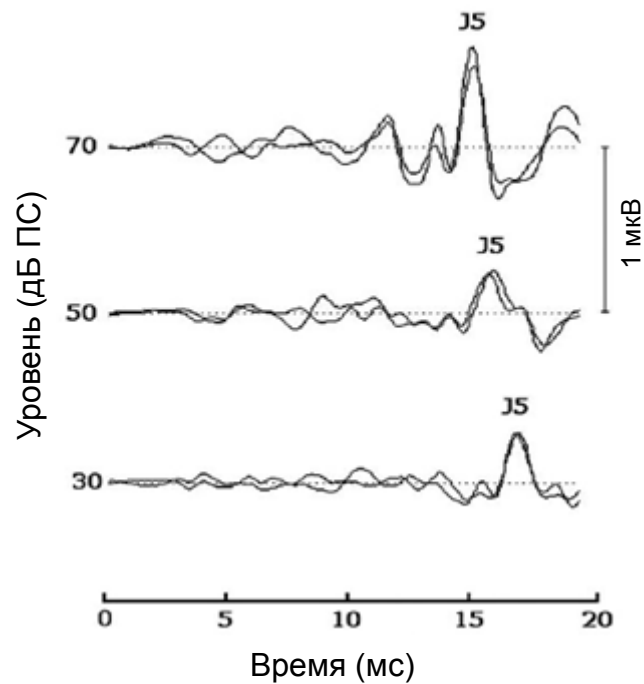
Источник: T.W. Picton, 1974

Стимулы, используемые при регистрации CHIRP-КСВП

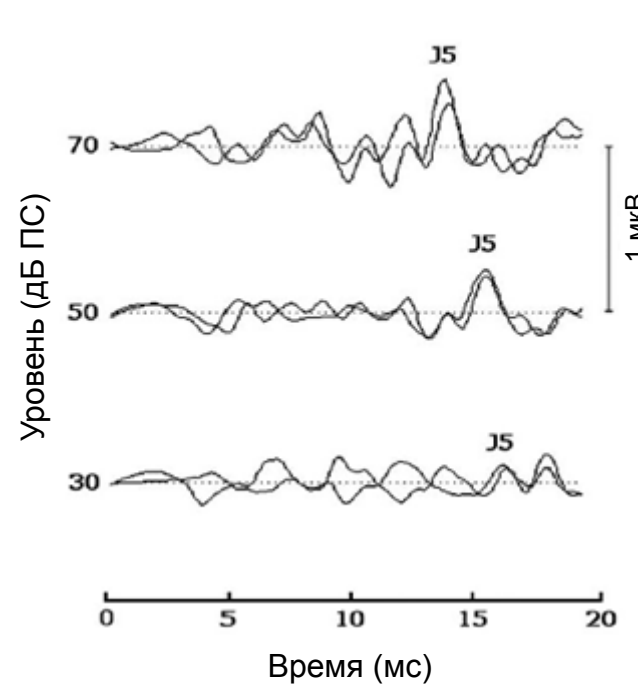


Примеры потенциалов

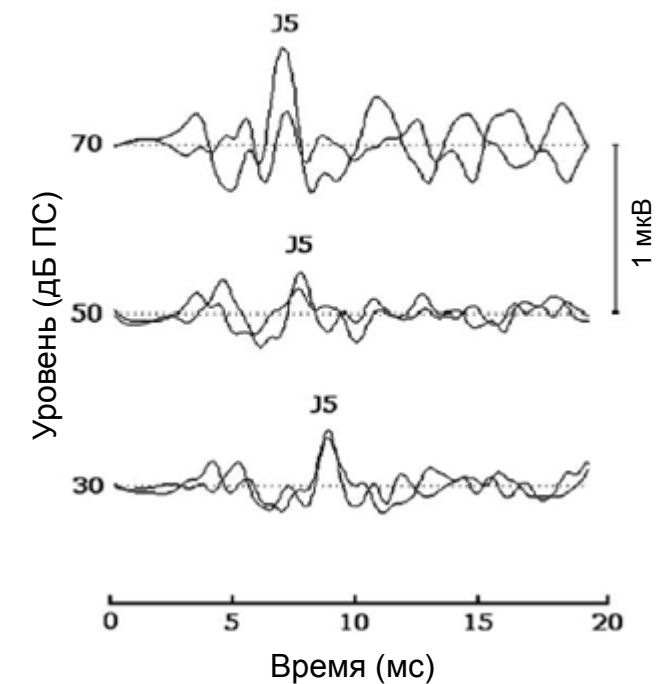
плоский чирп (0,1-10 кГц)



плоско-низкочастотный чирп (0,1-0,85 кГц)

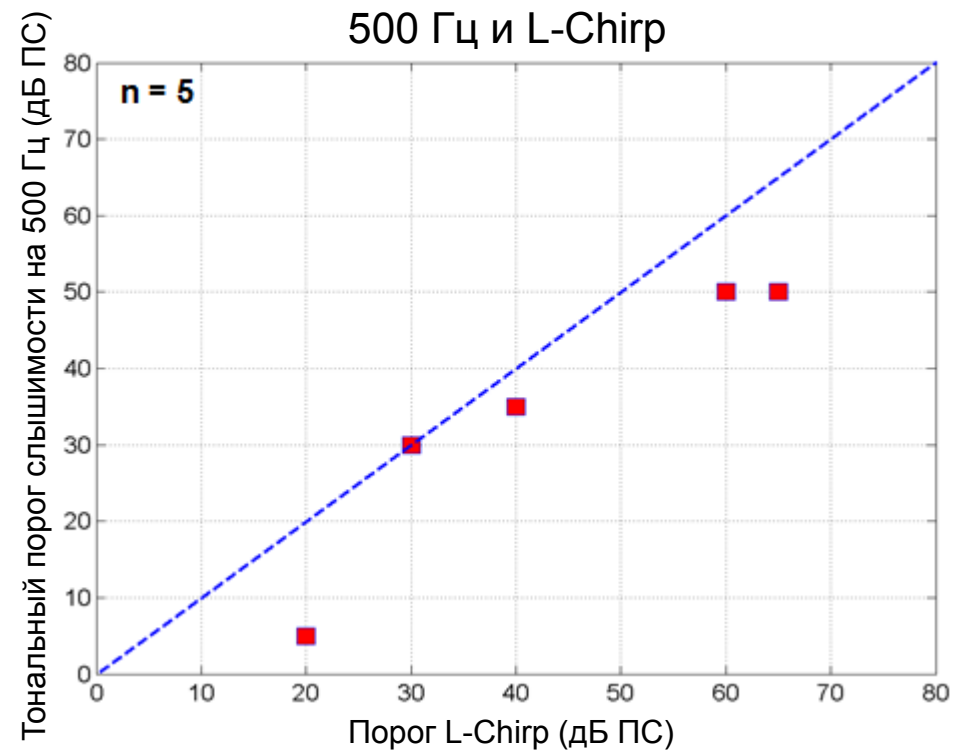
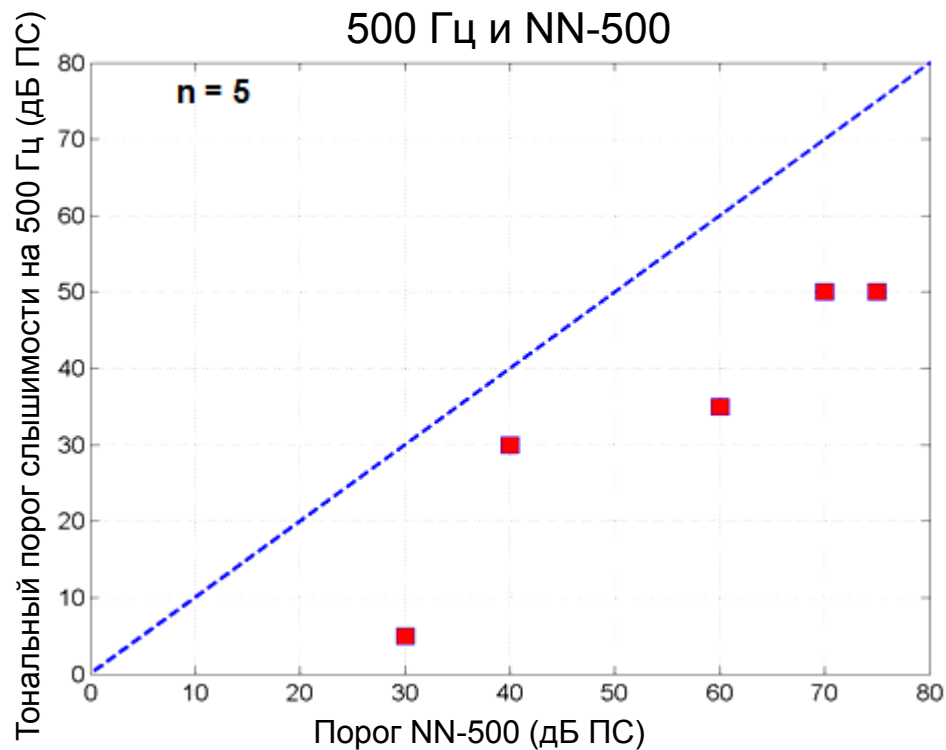


плоско-высокочастотный чирп (1-10 кГц)

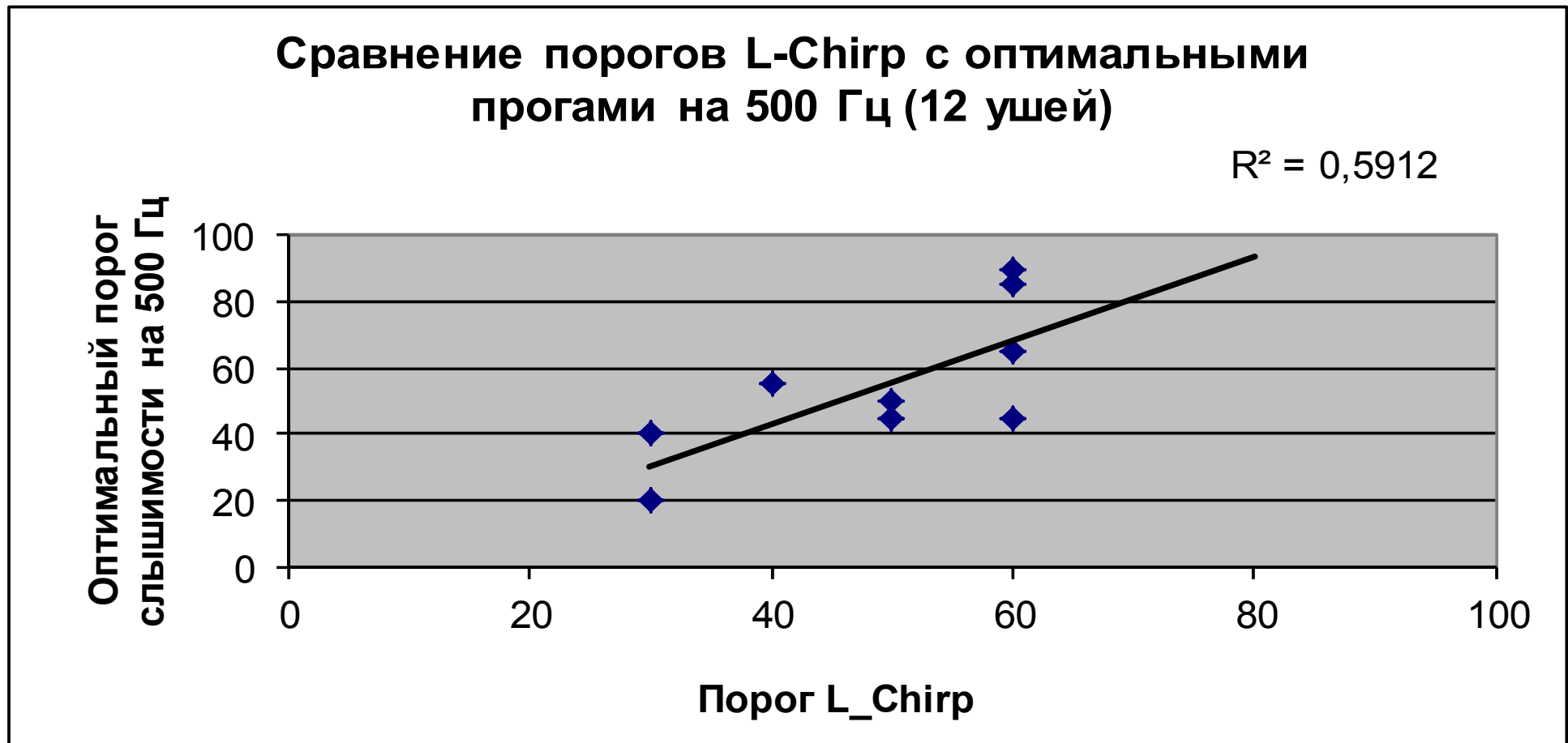


Корреляция тональных порогов слышимости с порогоми КСВП в ответ на NN-500 и низкочастотный чирп (L-Chirp)

- Слабослышащие взрослые

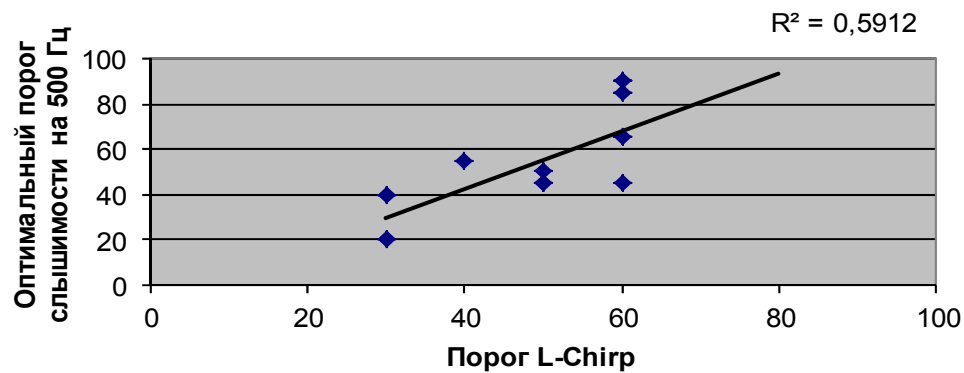


Пороги КСВП в ответ на низкочастотный чирп (L-Chirp) при подборе слуховых аппаратов

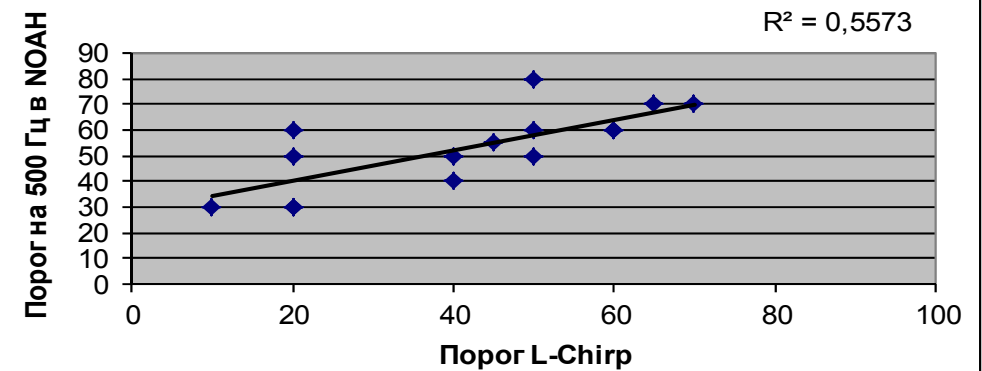


Применение Chirp-КСВП: настройка СА

Сравнение порогов L-Chirp с оптимальными порогоми слышимости на 500 Гц (12 ушей)



Сравнение порогов L-Chirp с порогоми на 500 Гц, используемыми в NOAH (15 ушей)

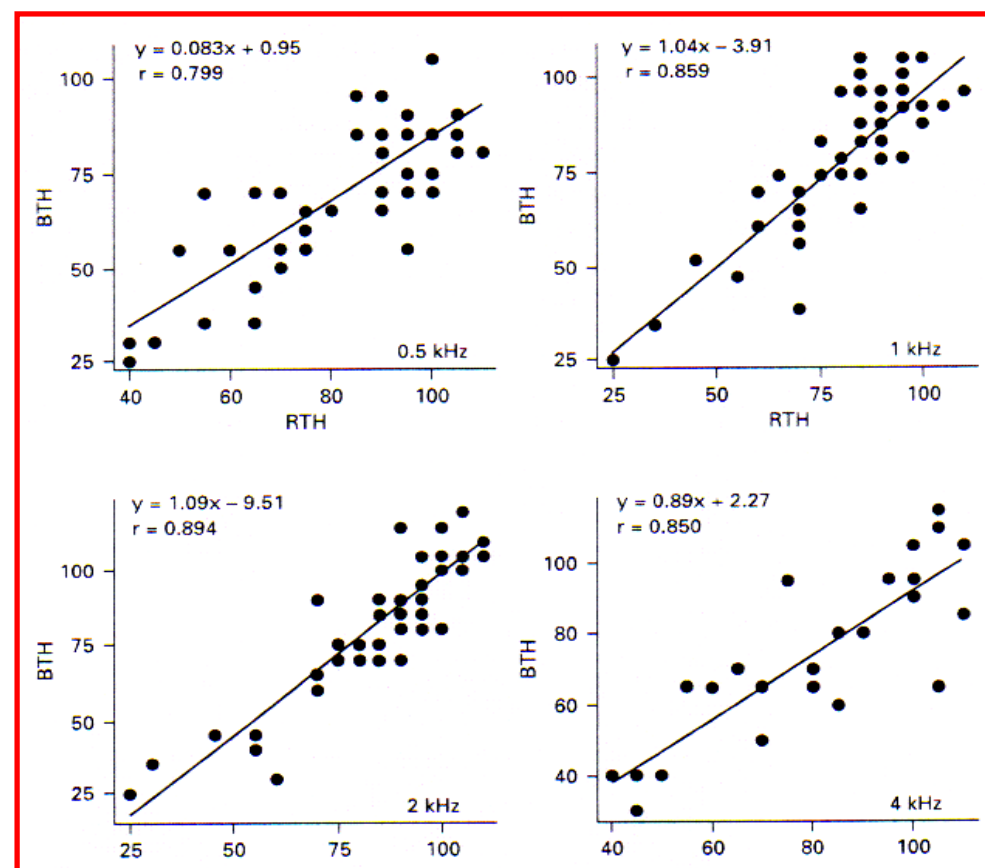


Стационарные слуховые вызванные потенциалы: определение порогов слышимости

ORL **Threshold Estimation in Children Using Auditory Steady-State Responses to Multiple Simultaneous Stimuli***

Demin Han Lingyan Mo Hui Liu Jing Chen Lihui Huang

*Определение порогов у детей с использованием стационарных слуховых вызванных потенциалов в ответ на несколько одновременно предъявляемых стимулов



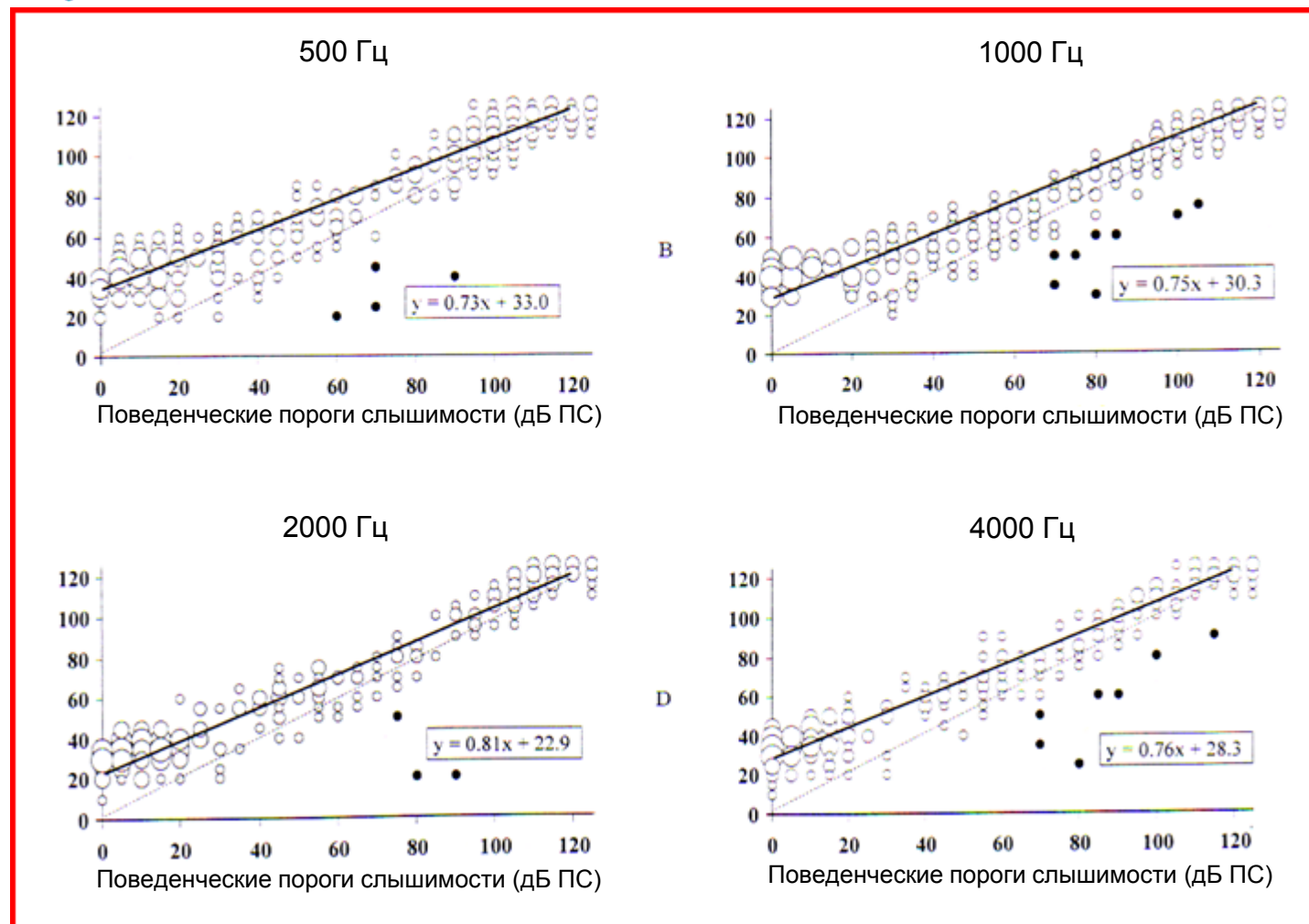
RTH = объективный порог слышимости
BTH = поведенческий порог слышимости

Стационарные слуховые вызванные потенциалы: определение порогов слышимости

Hearing Threshold Estimation in Infants Using Auditory Steady-State Responses¹

Gary Rance*
Richard Roper†
Lindsay Symons‡
Lisa-Jane Moody§
Christine Poulis**
Melissa Dourlay††
Therese Kelly‡‡

¹Определение порогов слышимости у младенцев с использованием стационарных слуховых вызванных потенциалов

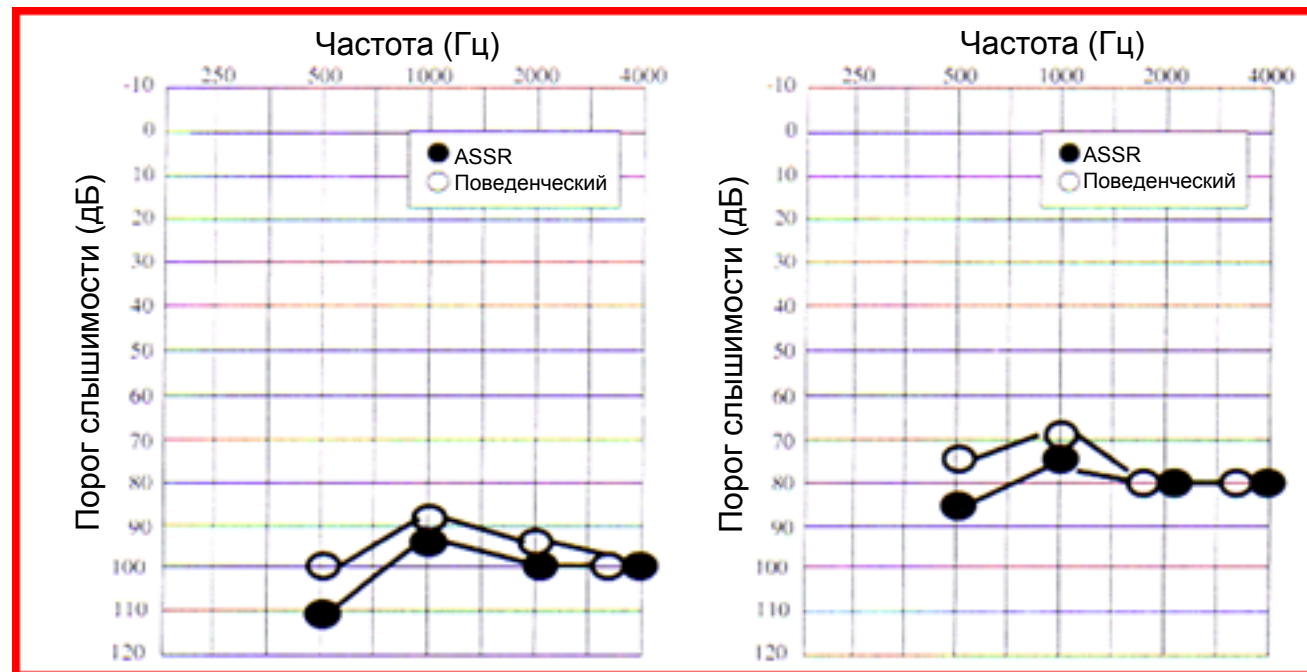


Стационарные слуховые вызванные потенциалы: определение порогов слышимости

Hearing Threshold Estimation in Infants Using Auditory Steady-State Responses¹

Gary Rance*
Richard Roper†
Lindsay Symons‡
Lisa-Jane Moody§
Christine Poulis**
Melissa Dourlay††
Therese Kelly‡‡

¹Определение порогов слышимости у младенцев с использованием стационарных слуховых вызванных потенциалов (ASSR)



- Заключение

- Чтобы создать команду специалистов по работе с детьми с нарушениями слуха, вам, как минимум, понадобятся педиатры, оториноларингологи, аудиологи, специалисты в области ухода за детьми, неонатологи и гинекологи.

- Скрининг следует проводить на 2-й день после рождения, по возможности, у всех детей. Во всяком случае, скрининг должен быть обязательным в популяции детей, относящихся к группе риска. Средство скрининга должно быть простым в применении. Его задача – дать ответ "ПРОШЕЛ" / "НЕ ПРОШЕЛ" за короткий промежуток времени.

- Детей с результатом "НЕ ПРОШЕЛ" следует заносить в реестр повторного обследования. Им необходимо пройти повторный скрининг или/и аудиологическое обследование в амбулаторных условиях.

- При повторном получении результата "НЕ ПРОШЕЛ" необходимо объективное обследование с использованием стволомозговых слуховых вызванных потенциалов. Под анестезией (мы рекомендуем пропофол) можно зарегистрировать пороги КСВП, выполнить отоскопию, а также проверить наличие жидкости в среднем ухе.

- Если пороги КСВП превышают 40 дБ, необходимо дополнительное объективное исследование.
- После этого начинается процесс реабилитации с использованием:
 - традиционных слуховых аппаратов
 - кохлеарных имплантов (в случае тяжелой или глубокой тугоухости)