

Современные достижения и направления развития
детской аудиологии:

Аудиометрия, основанная на регистрации частотно-
специфических стволомозговых слуховых вызванных
потенциалов – основа для абилитации

Suzanne C. Purdy

sc.purdy@auckland.ac.nz

**Отделение изучения речи
факультета физиологии**

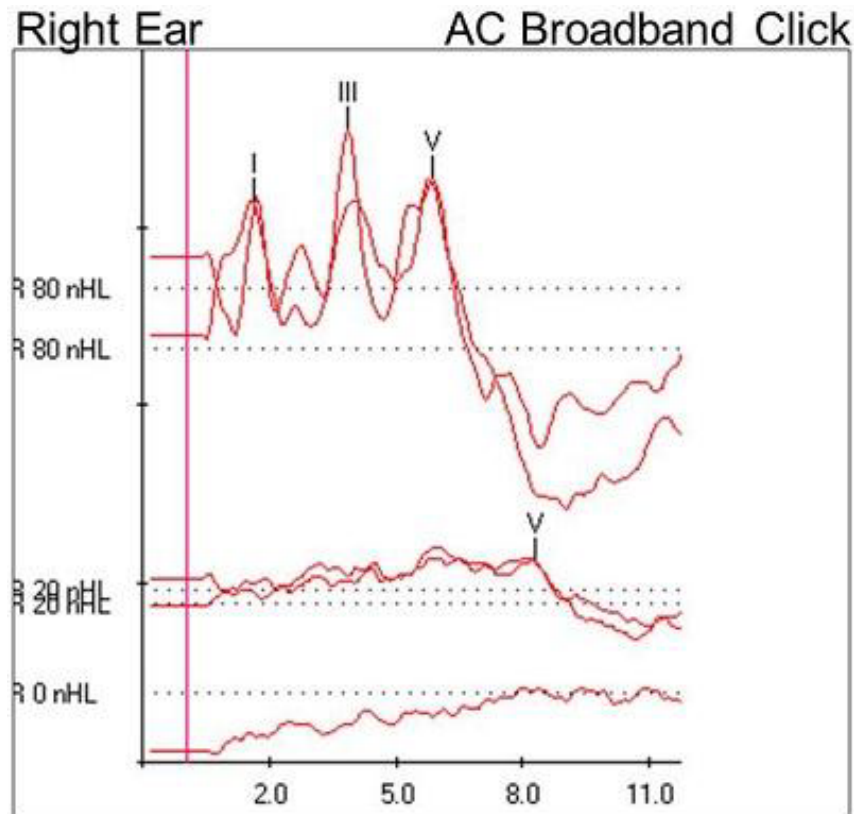


NEW ZEALAND

Te Whare Wānanga o Tāmaki Makaurau

Ключевые моменты

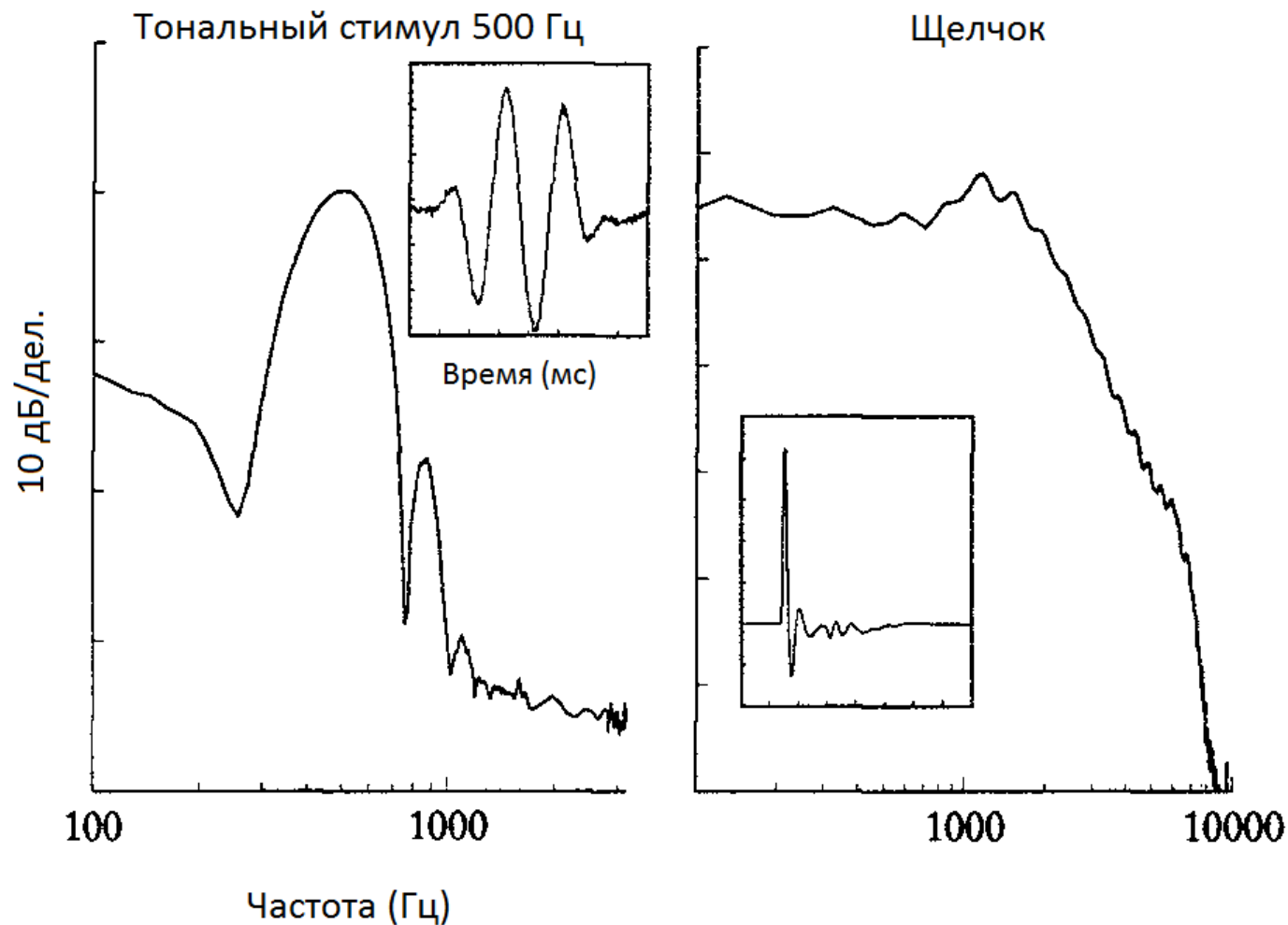
- КСВП в ответ на щелчок – превосходное средство скрининга, непригодное для определения порогов слышимости
- Разработаны директивы, основанные на наилучшей практике
- Необходимо уделять особое внимание протоколам стимуляции и регистрации, не полагаясь на исходные настройки производителя
- Если КСВП, зарегистрированные по воздушному звукопроводению (ВЗП) в ответ на короткие тональные стимулы, указывают на нарушение слуха, необходимо дополнить аудиометрию регистрацией КСВП по костному звукопроводению (КЗП)
- При несоблюдении правил снижения уровня шума в записи и принципов различения физиологических реакций и шума возможны ошибочные результаты



Традиционно для объективного определения порогов слышимости у детей, которых невозможно обследовать поведенчески, применялась регистрация КСВП в ответ на щелчки

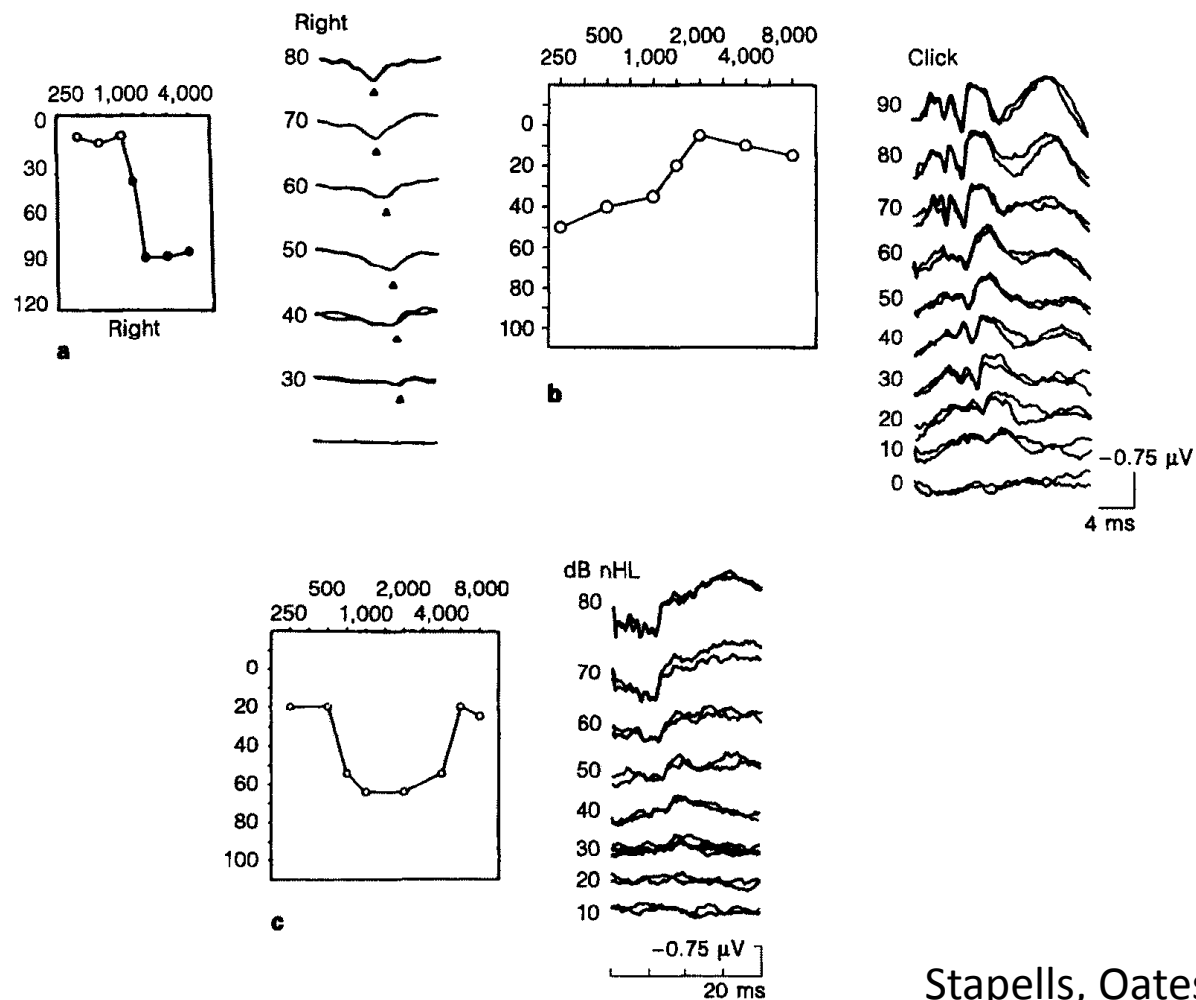
<http://www.audiologyonline.com/articles/abr-illustration-auditory-dysfunction-through-12179>

Акустические спектры щелчков и коротких тональных стимулов



Sininger (1995)

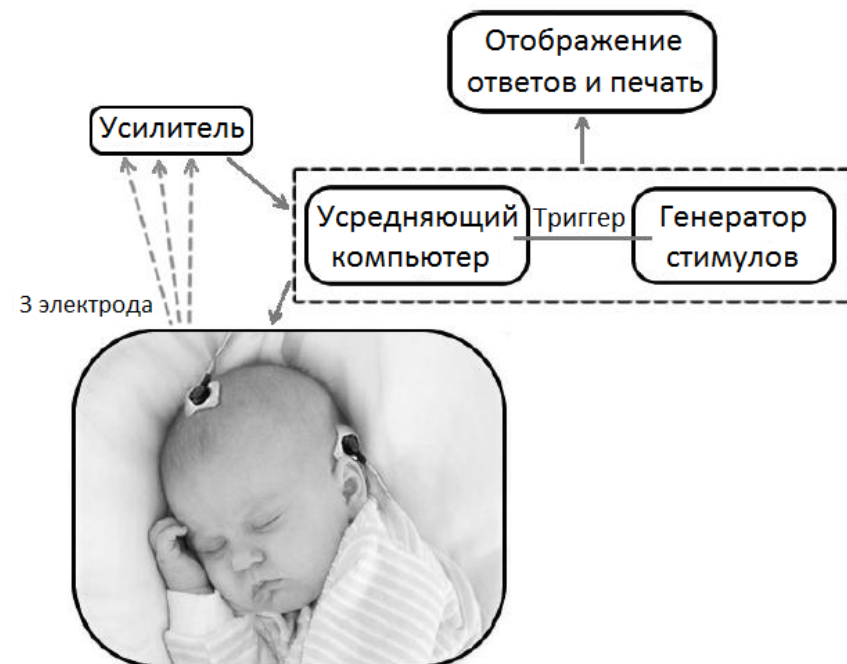
Регистрация КСВП в ответ на щелчок может "пропустить" тугоухость



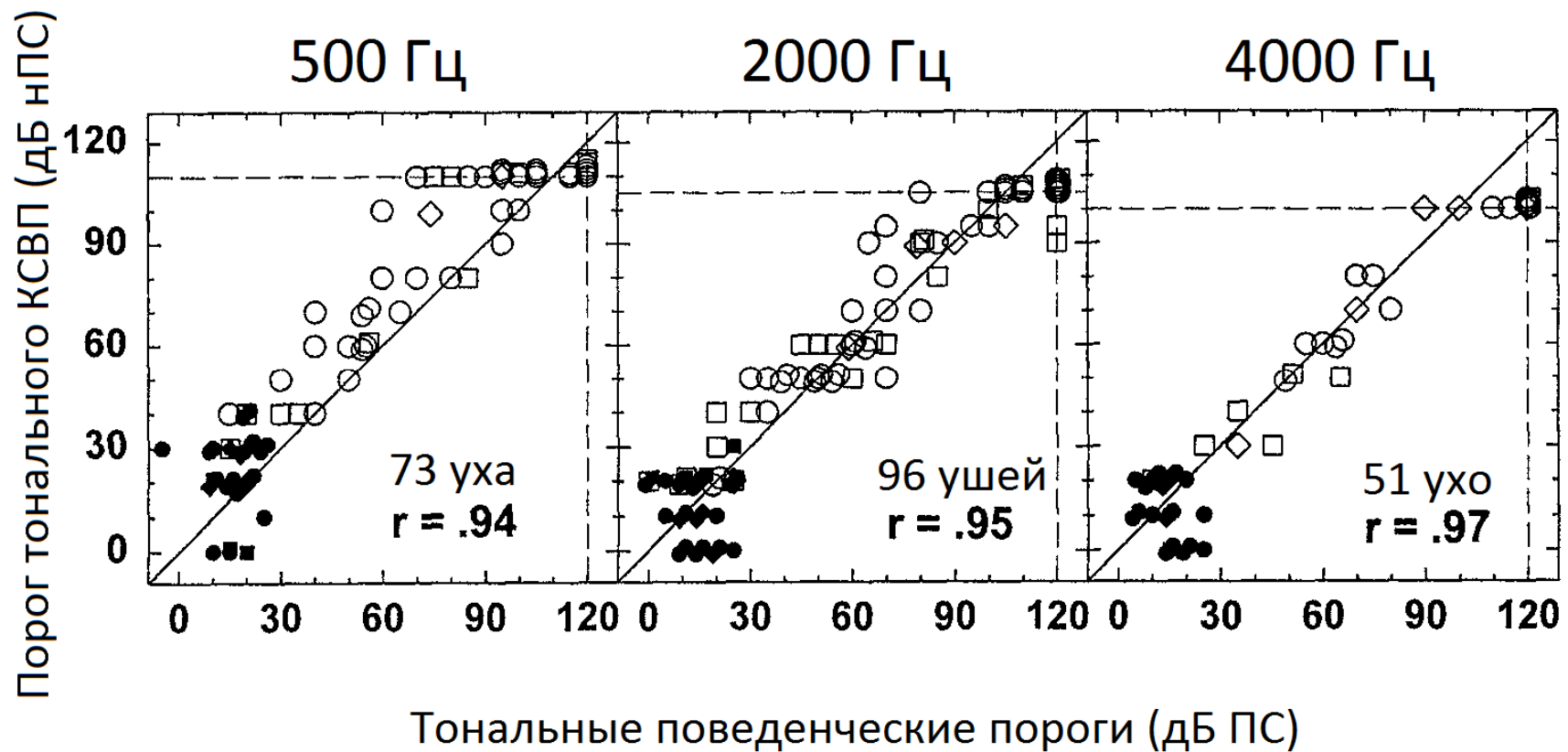
Stapells, Oates (1997)

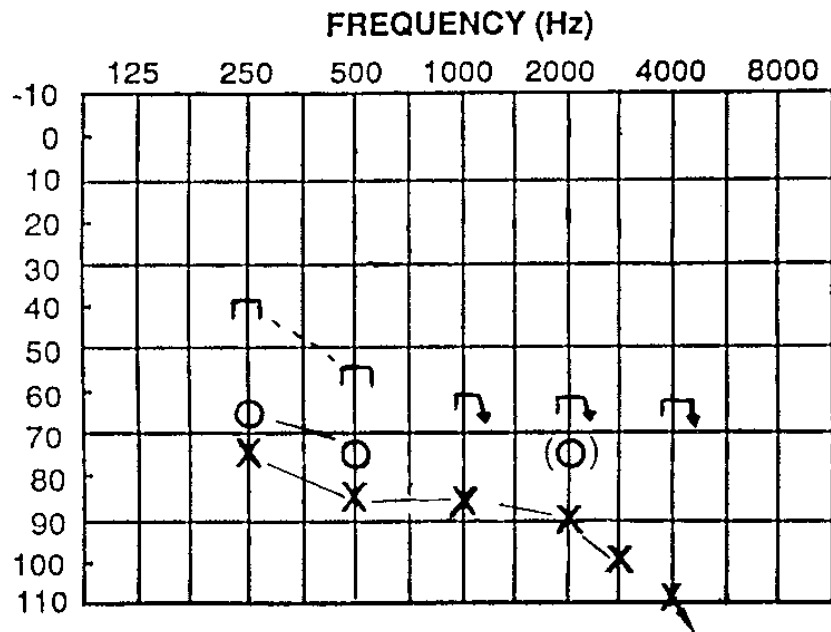
КСВП в ответ на короткие тональные стимулы
признаны золотым стандартом для определения
порогов слышимости у детей

**‘Auditory Evoked Response
Testing in Infants and
Children’** Suzanne C. Purdy
and Andrea S. Kelly. Chapter
15 in J.R. Madell & C. Flexer
(Eds.), *Pediatric audiology:
Diagnosis, technology, and
management, Second
edition*, New York: Thieme
Medical Publishers, ISBN
978-1-60406-844-3, pp.148-
163, 2014.



Взаимосвязь порогов КСВП в ответ на тональные стимулы с поведенческими порогами





/ T A /

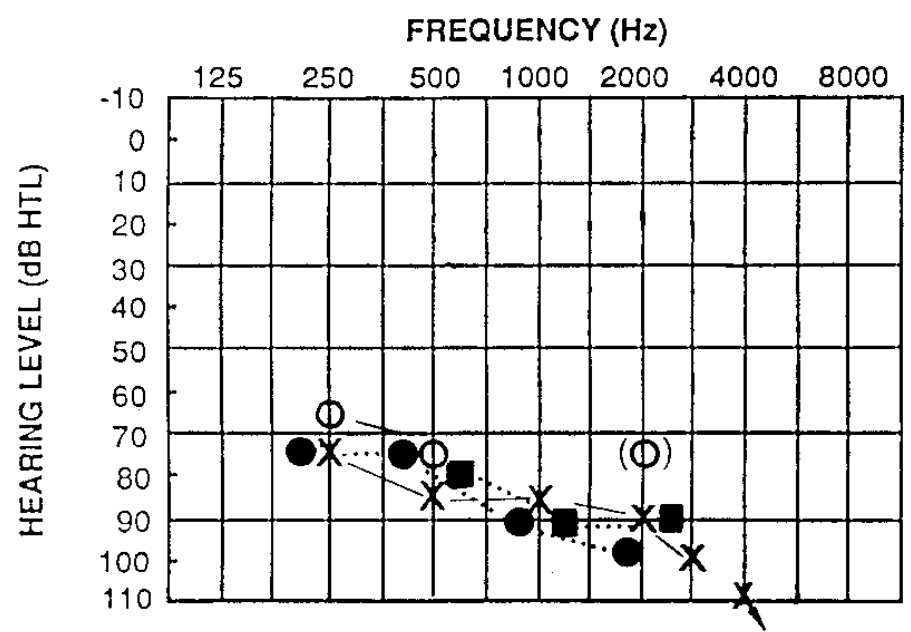
Без аппаратов



С аппаратами



200 msec/div.



/ D A /

Без аппаратов



С аппаратами



10 uV

200 msec/div.

Частотно-специфические КСВП и корковые СВП со слуховыми аппаратами у 7-месячного ребенка (Gravel и соавт., 1989)

Клинические указания по регистрации КСВП в ответ на тональные стимулы

- Новая Зеландия
 - Всеобщий скрининг слуха новорожденных и Программа раннего вмешательства Министерства здравоохранения: Национальная политика и стандарты качества. Приложение F: Протоколы диагностики и звукоусиления. Июнь 2013
<https://www.nsu.govt.nz/files/UNHSEIP-appendix-F-jun13.pdf>
- Британская Колумбия
 - Программа ранней диагностики нарушений слуха Британской Колумбии: Слуховые стволомозговые потенциалы
<http://www.phsa.ca/NR/rdonlyres/B8B8FF59-6474-4E66-8B92-5F1EA30916FD/40120/zDiagnosticABRTrainingManualSept292008.pdf>
- Онтарио
 - Программа исследования слуха у младенцев: Протокол аудиологического обследования. Версия 3.1, январь 2008
<https://www.mountsinai.on.ca/>

Клинические директивы, принятые в Великобритании

Включают разделы...

3. Подготовка пациента

4. Стимул

5. Сбор данных и анализ

[hearing.screening.nhs.uk/
getdata.php?id=19345](http://hearing.screening.nhs.uk/getdata.php?id=19345)



Antenatal and Newborn
Screening Programmes

NEWBORN HEARING SCREENING AND ASSESSMENT

Guidance for Auditory Brainstem Response testing in
babies

Version 2.1

March 2013

NHSP Clinical Group

Graham Sutton¹, Guy Lightfoot² (Co-editors)

Contributors: John Stevens³, Rachel Booth⁴, Slobhan Brennan⁵, Rachel Feirn⁶,
Rhys Meredith⁷

1. Newborn Hearing Screening Programme Centre, London, UK
2. Dept of Medical Physics and Clinical Engineering, Royal Liverpool University Hospital, Liverpool, UK.
3. University of Sheffield, Sheffield, UK.
4. Audiology Dept, Central Manchester Hospitals, Manchester
5. Regional Department of Neurology, Sheffield Teaching Hospitals, Sheffield, UK
6. Formerly of Children's Hearing Centre, Bristol, UK
7. Audiology Dept, Abertawe Bro Morgannwg University Health Board, Swansea, UK

With thanks to others who made contributions to this and earlier versions, including Inga Fern, Amanda Hall, Rob Low, Steve Mason, David Stapells, Clive Elliott, Dave Parker and Mike Vidler

Correspondence to Newborn Hearing Screening Programme, c/o Newborn Hearing Screening Programme Centre, 344-354 Grays Inn Rd, London WC1X 8BP, UK.

Стимул

- тип
- длительность
- полярность
- частота повторения
- маскировка
- преобразователь
- калибровка



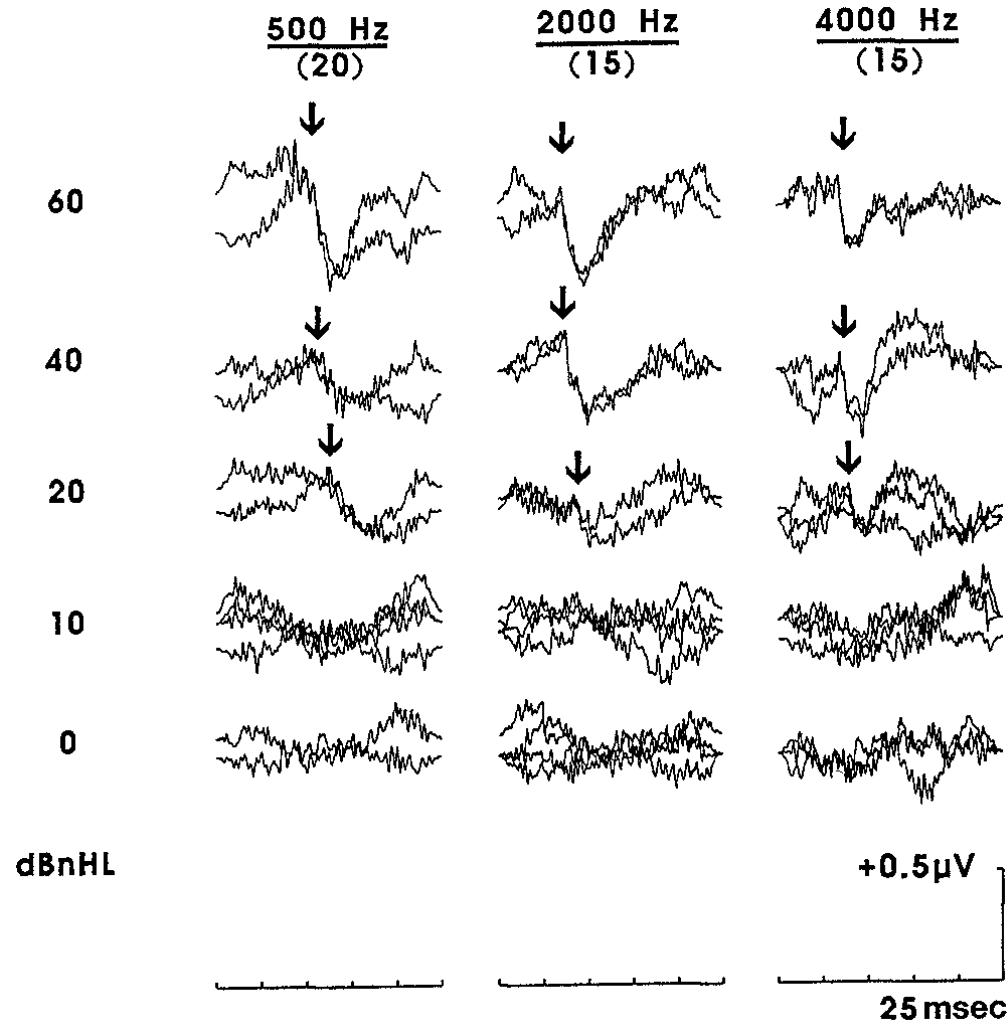
Регистрация

- электроды
- временное окно
- полосовой фильтр
- число усреднений
- расположение электродов
- число каналов
- число повторений
- отсеечение артефактов
- усиление/чувствительность
- режекторный фильтр

Параметры регистрации

- Временное окно
 - 20-30 мс
 - Должно быть достаточно длительным для того, чтобы вместить медленную волну восстановления "SN10" (медленная отрицательная 10)
- Фильтрация ответа
 - Широкий фильтр, включающий низкочастотную энергию в диапазоне 30-3000 Гц
- Расположение электродов
 - Вертекс (для выделения волны V)
 - 2 канала для сравнения ипси- и контралатеральных записей КСВП

Прослеживание КСВП вплоть до порога

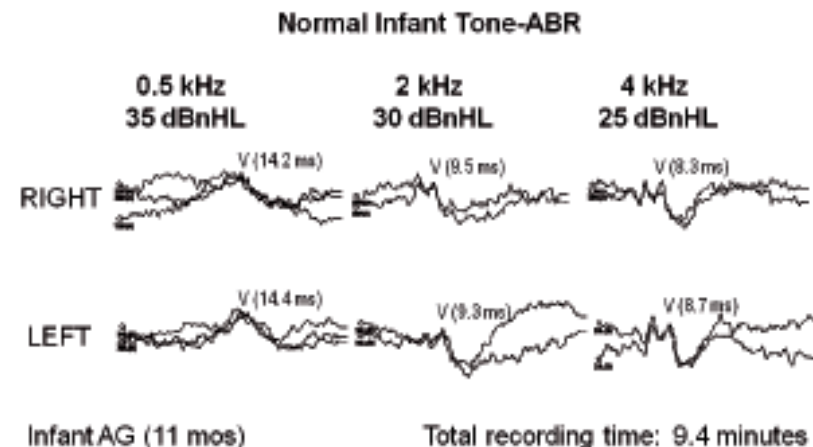


Ребенок в возрасте 21 мес. с нормальным слухом (в скобках указаны поведенческие пороги, полученные в возрасте 24 мес.)

Stapells и соавт. (1995)

Janssen, Usher и Stapells (2010)

- изучили несколько сотен записей КСВП, половина из которых соответствовала нормальным порогам
- средняя продолжительность медикаментозного сна = 58 минут (7,6 записей)
- средняя продолжительность естественного сна = 49 минут (6,2 записей)



Вначале проверьте наличие ответа при уровнях стимуляции, на которых ответ регистрируется у всех детей с нормальным слухом: 35 дБ нПС на частоте 500 Гц и 30 дБ нПС на частотах 1, 2 и 4 кГц

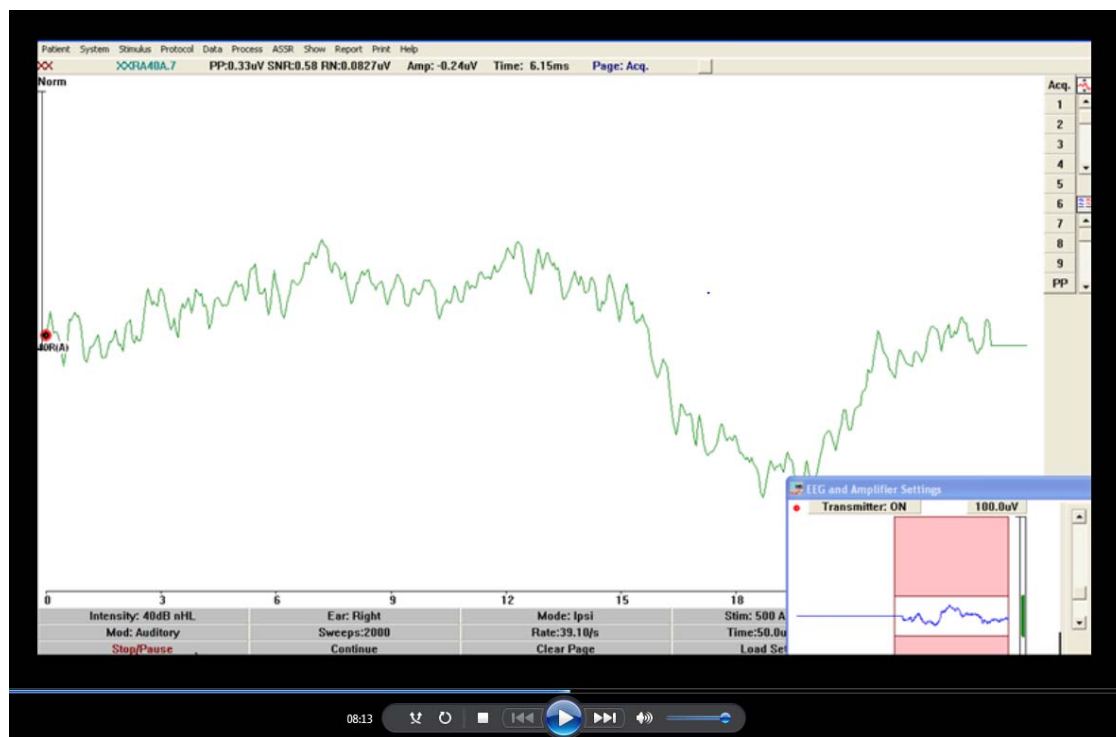
Табл. 3: Пороги и обнаруживаемость тональных КСВП в группе детей с нормальным слухом*

	Частота (Гц)		
	500	2000	4000
Средний порог (дБ нПС)	23,6	12,9	12,6
SD (дБ)	9,9	9,0	8,1
N	25	28	23
Обнаруживаемость (%):			
≤10 дБ нПС	12	50	52
≤20 дБ нПС	52	96	100
≤30 дБ нПС	92	100	100
≤40 дБ нПС	100	100	100

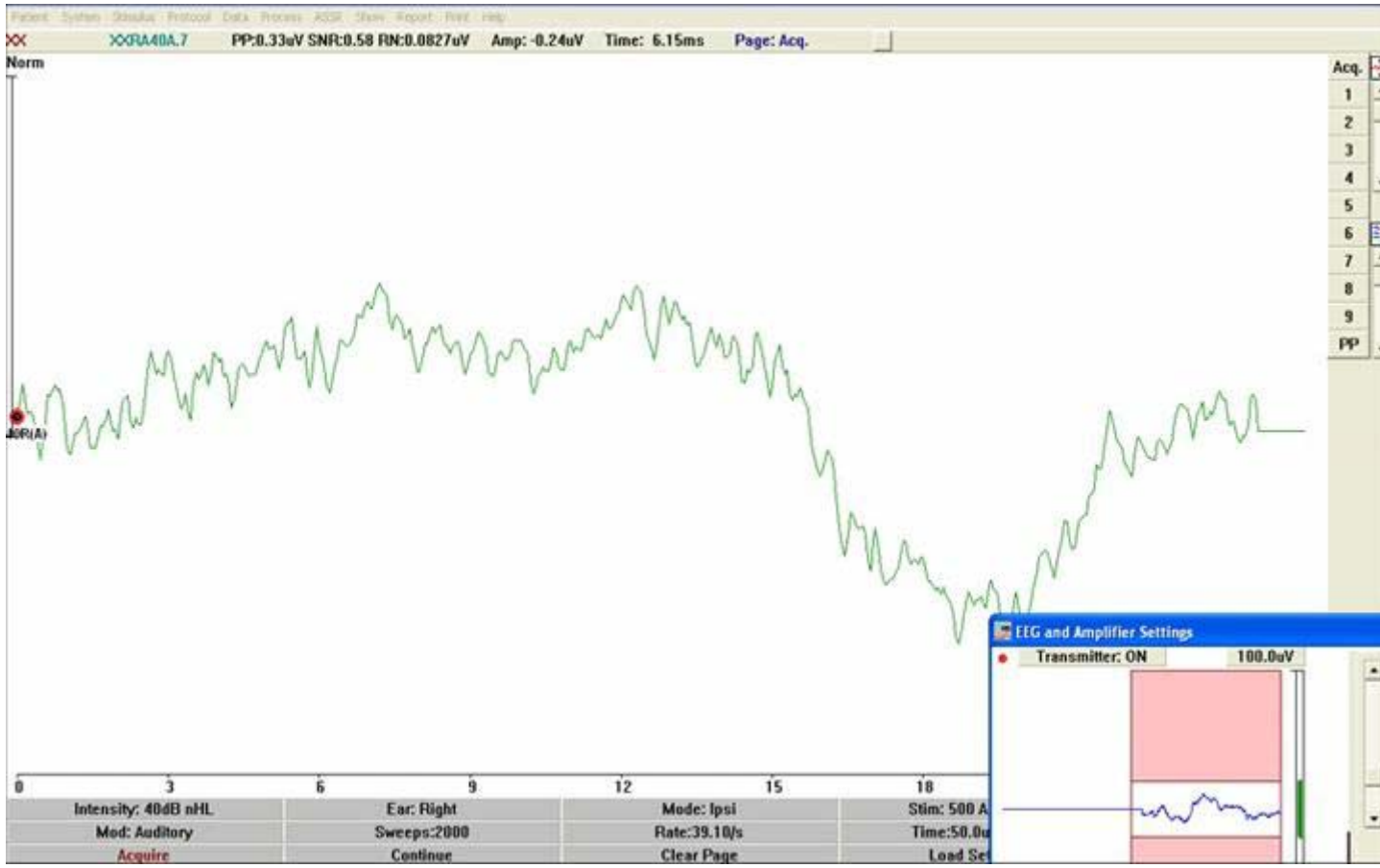
*Результаты получены в группе детей с двусторонним нормальным слухом; использованы результаты, полученные в одном ухе каждого испытуемого.

Stapells и соавт. (1995)

Пример: регистрация КСВП в ответ на стимул частотой 500 Гц (оборудование: IHS)

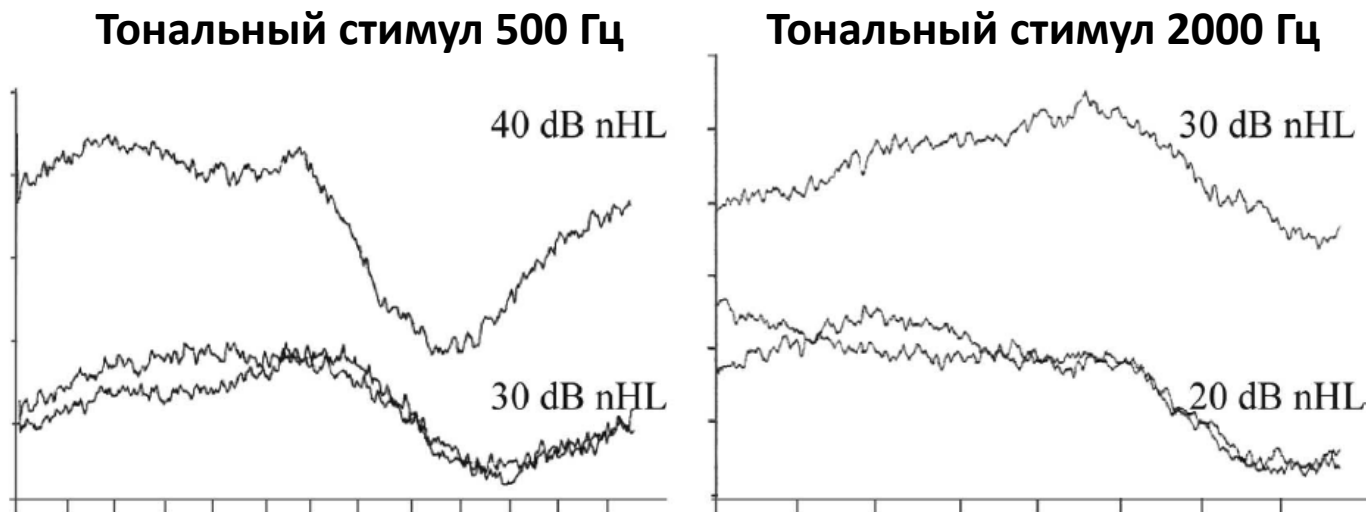


[Данный слайд представляет собой видео, воспроизведение которого в используемом формате файла невозможно]

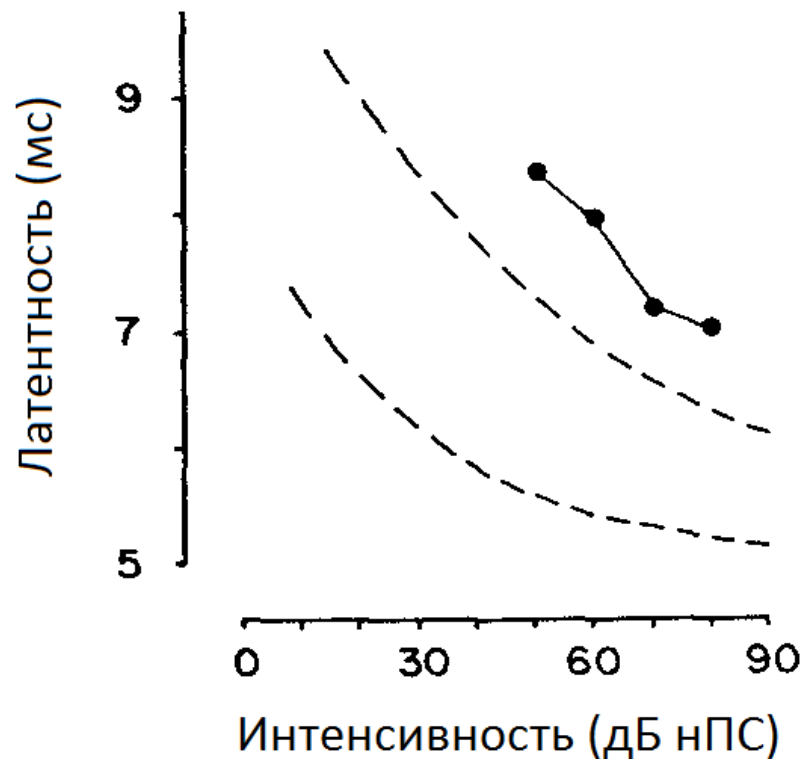
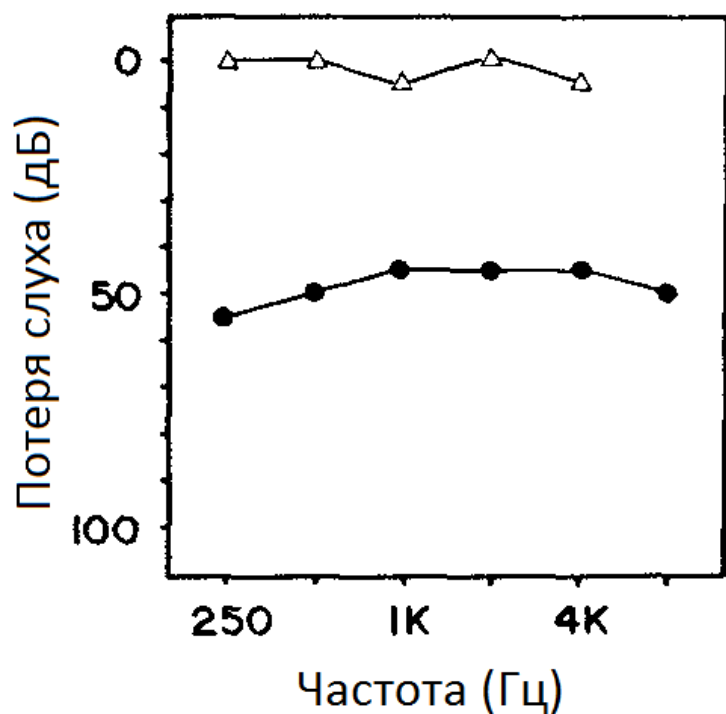


Выбор стимулов

- Подозрение на 1-стороннюю тугоухость
 - 2000, 500, 4000 Гц; затем перейдите к другому уху
- Подозрение на 2-стороннюю тугоухость:
 - 2000 Гц (1-е ухо), 2000 Гц (2-е ухо), 500-500 Гц, 4000-4000 Гц

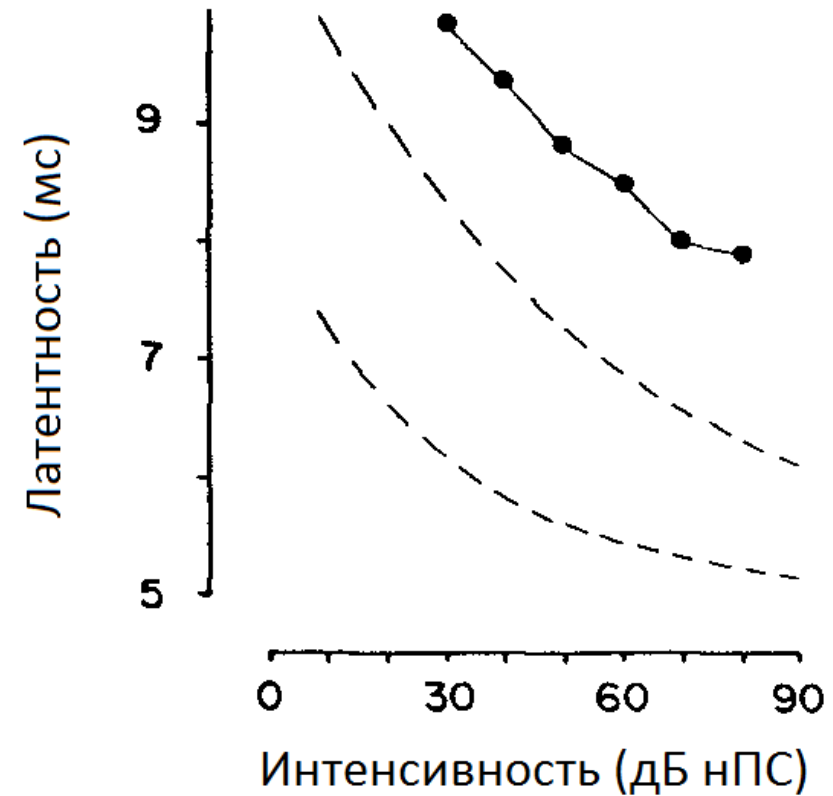
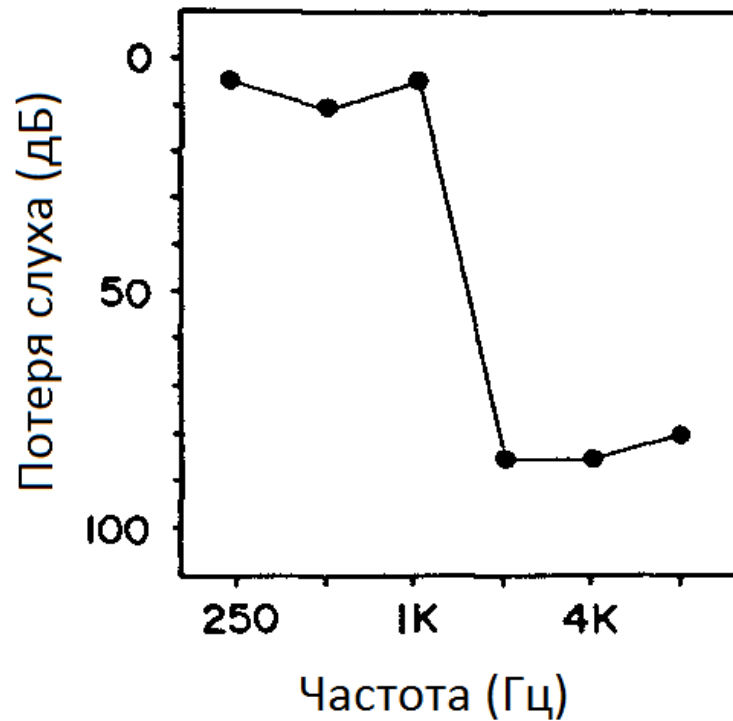


Кондуктивная тугоухость – диагноз не должен основываться на функции латентность-интенсивность



Stapells et al (1985)

Круто-нисходящая высокочастотная НСТ – функция латентность-интенсивность выглядит так же, как при кондуктивной тугоухости



Stapells et al (1985)

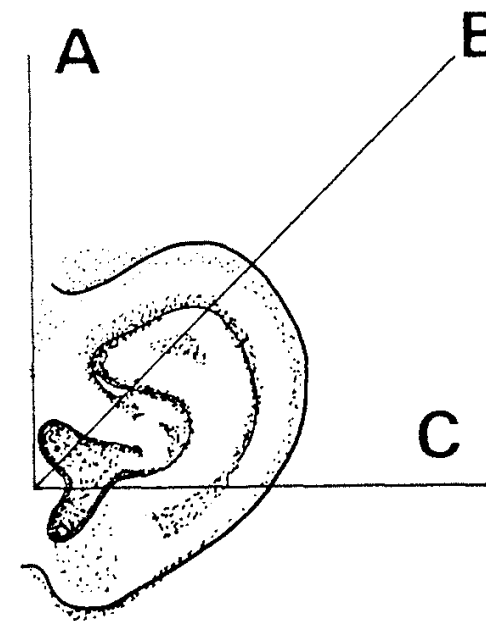
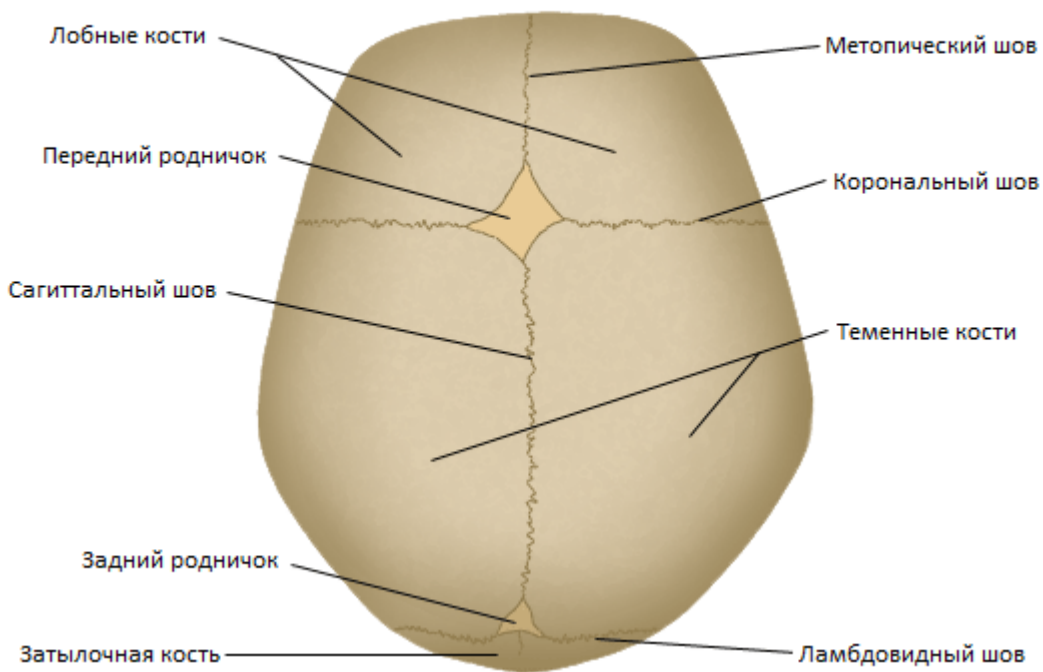
Кондуктивная и сенсоневральная тугоухость

- Импедансометрия
- Аудиометрия по костному звукопроведению



Тональные КСВП по костному звукотрансмиссии

Череп здорового новорожденного

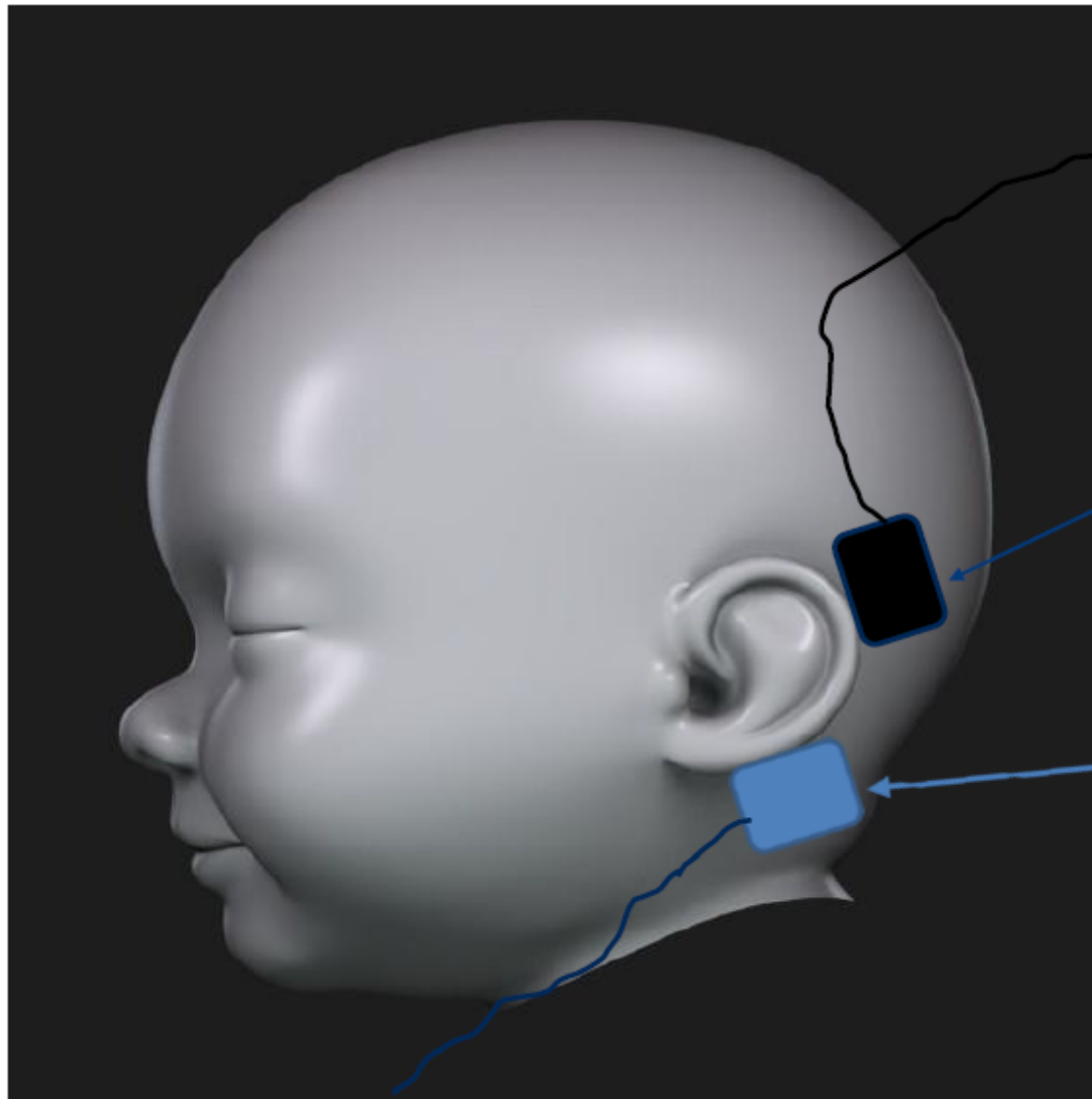


A: верхняя

B: верхне-задняя

C: задняя

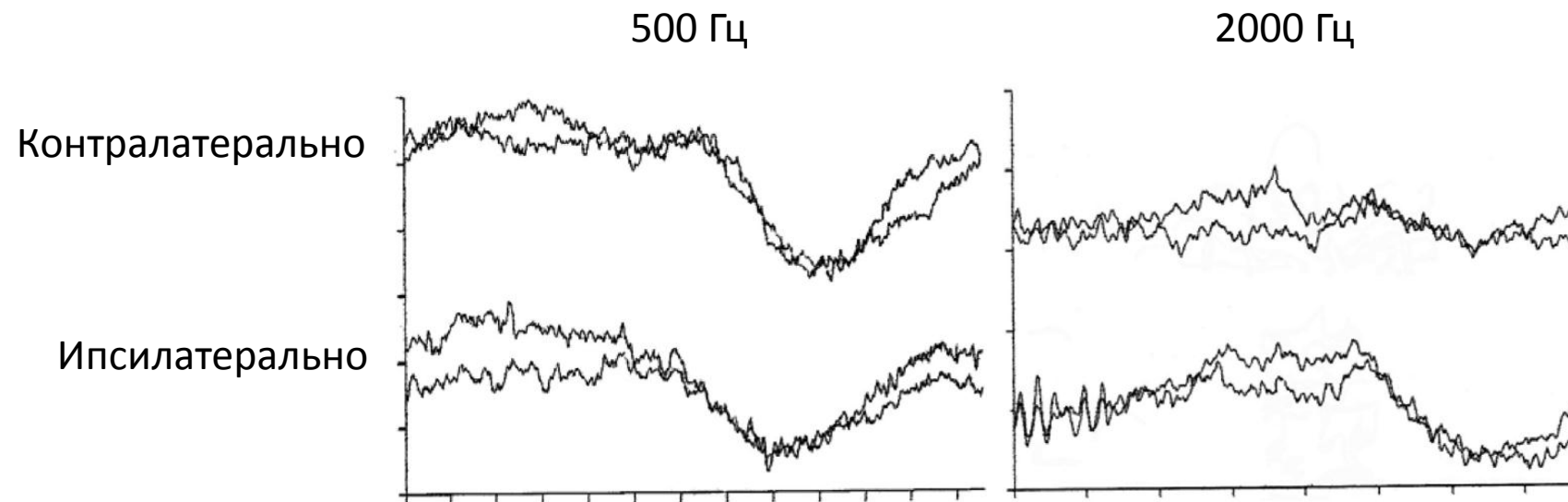
<http://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=craniosynostosis-90-P02595>



Костный вибратор

Электрод

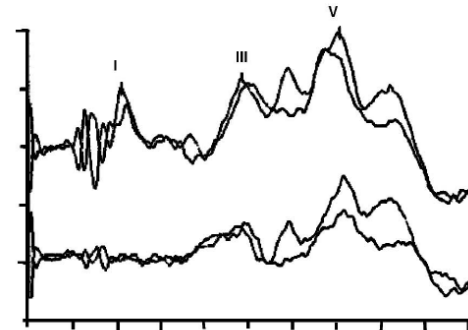
Тональные КСВП по костному звукопроведению:
2-канальная регистрация (референтные электроды
на левом и правом сосцевидном отростке)



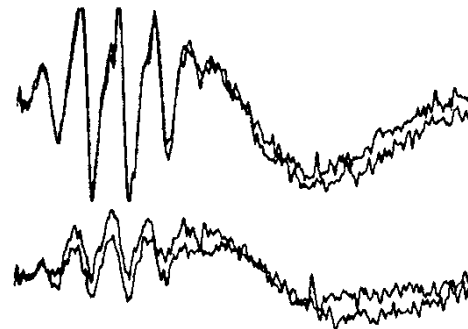
Purdy Kelly (2014)

Артефакт стимула

- Длительность щелчка 100 мкс, поэтому артефакт очень короткий и расположен в начале кривой
- Тональный стимул частотой 500 Гц длительностью 2-1-2 цикла (нарастание-плато-спад) длится 4-2-4 мс, поэтому артефакт может "забить" первые 10 мс кривой
- Тональный стимул частотой 2000 Гц длительностью 2-1-2 цикла длится 1-0,5-1 мс, поэтому артефакт может "забить" первые 2,5 мс кривой
- При наличии артефакта стимула ранние пики, предшествующие волне V, трудно идентифицировать. Это не проблема, если нас интересует только волна V

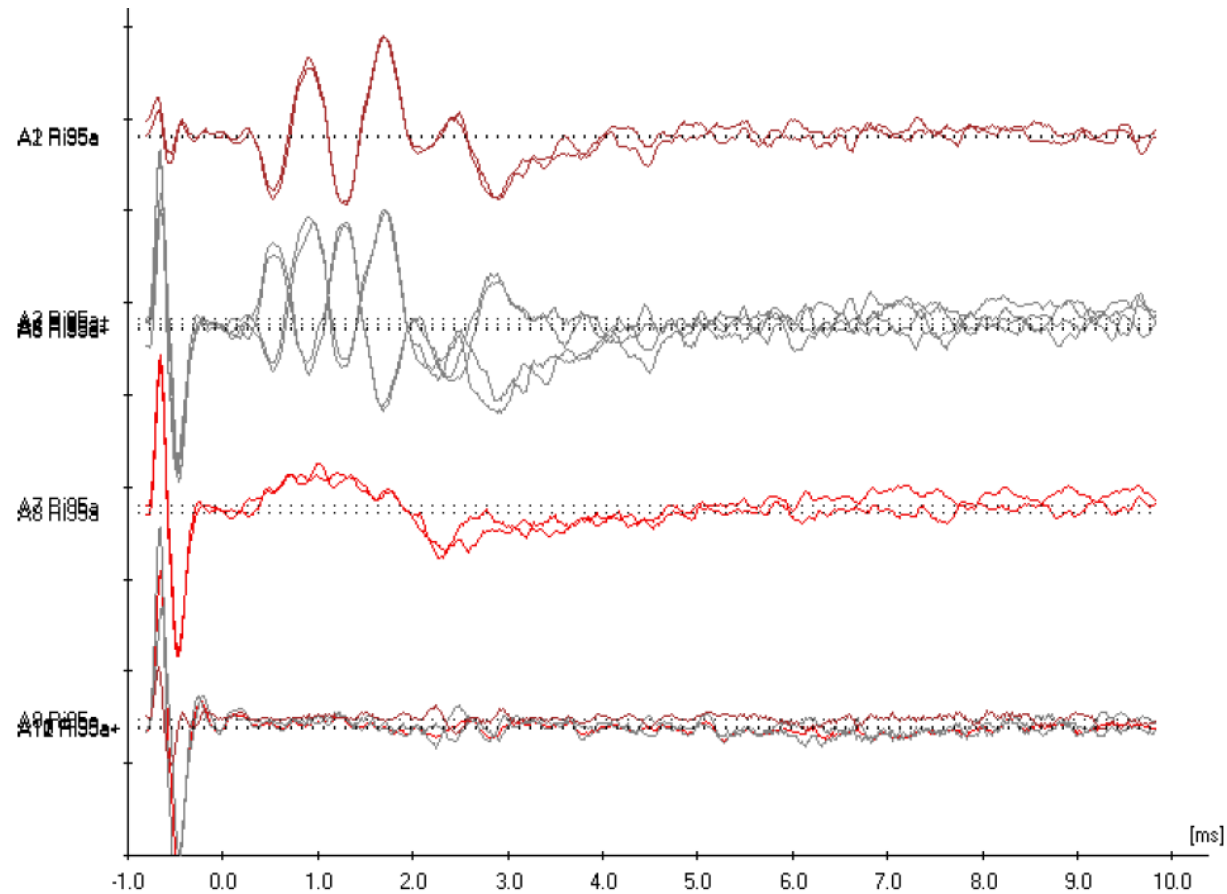


Воздушное звукопроводение, щелчок



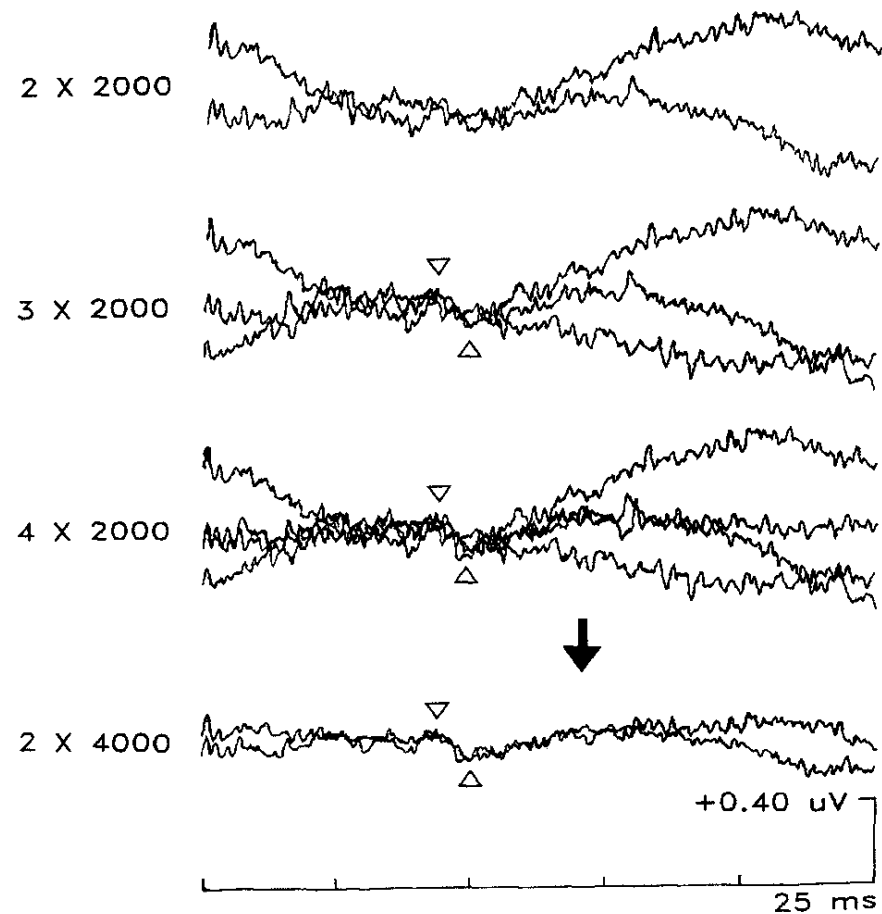
Костное звукопроводение, 500 Гц

Необходимо дифференцировать артефакт стимула и микрофонные потенциалы улитки



При пережатии трубочки внутриушного телефона микрофонные потенциалы исчезают, а артефакт стимула сохраняется

Сложности обнаружения ответа (2000 Гц, 20 дБ нПС)



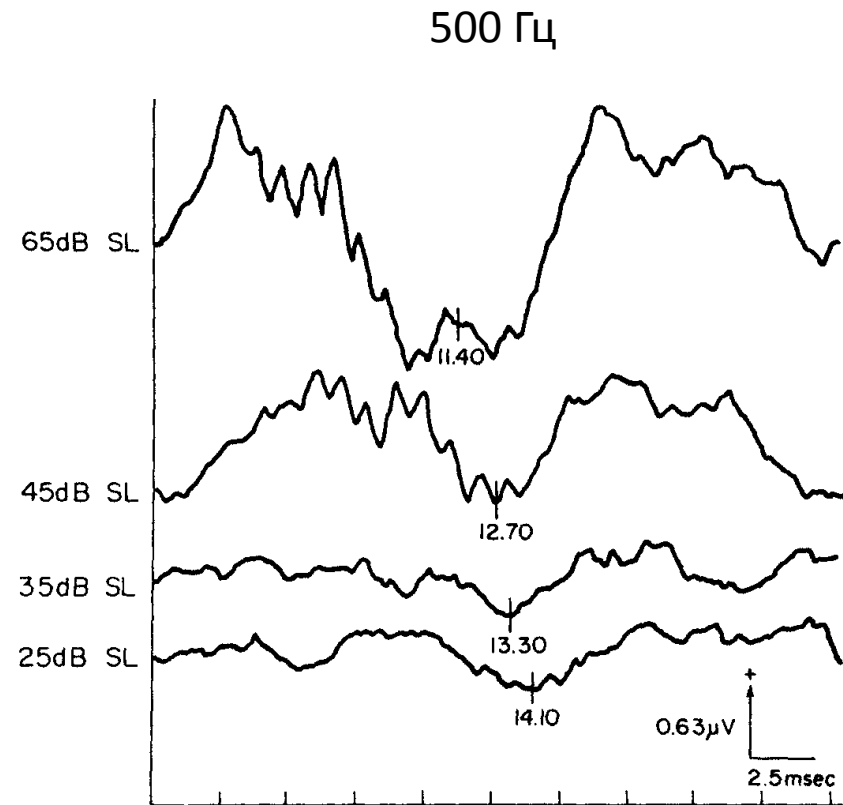
SUBJECT: N.B. (2 yrs)

Увеличение числа накоплений способствует
выделению ответа из шума

Stapells (2000)

2. Директивы Онтарิโอ

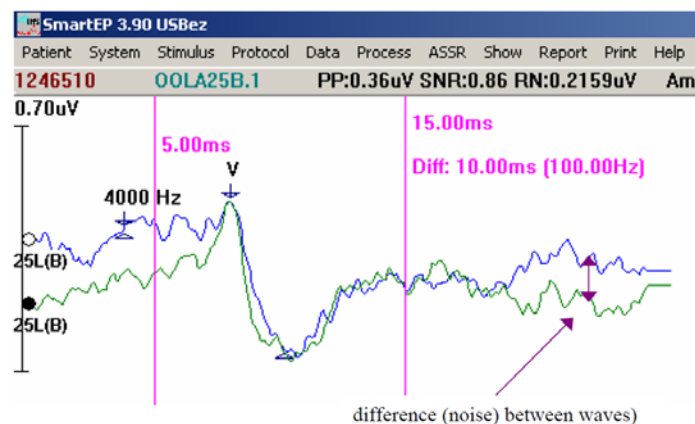
- Положительное решение о наличии ответа можно принять на основании единственной кривой при соответствующем расположении и форме волны; ПРИ ЭТОМ амплитуда предполагаемого ответа должна превышать 250 нВ, а остаточный уровень шума не должен превышать 40 нВ
- Если остаточный уровень шума (RNL) не достигает 20 нВ, а число накоплений составляет не менее 2000, субъективное решение о наличии или отсутствии ответа, как правило, можно принять с уверенностью



Owen (1988)

3. Директивы Британской Колумбии

- Надлежащая латентность (зависит от частоты и интенсивности)
- Возвышение пика над колебаниями остальной части усредненной кривой
- Воспроизводимость
- Межпиковая амплитуда предполагаемого ответа должна превышать остаточный уровень шума не менее, чем в 3-4 раза



Калибровка

- Стандарт ISO 389-6 описывает методику электроакустической и биологической калибровки

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
389-6

First edition
2007-07-01

**Acoustics — Reference zero for the
calibration of audiometric equipment —**

Part 6:

**Reference threshold of hearing for test
signals of short duration**

Калибровка

- Необходима регулярная калибровка
- Воспользуйтесь услугами авторизованной лаборатории для проверки межпикового эквивалента УЗД – не полагайтесь на исходные настройки производителя
- Нормативные референтные пороговые уровни приведены в работе Stapells

<http://www.courses.audiospeech.ubc.ca/haplab/ThreshABR.html>

TIPS FOR CLINICIANS
THRESHOLD TONE-EVOKED
AUDITORY BRAINSTEM RESPONSE

Author: David R. Stapells

Hamber Professor of Clinical Audiology, School of Audiology & Speech Sciences
University of British Columbia, Vancouver, B.C. Canada
© David R. Stapells, 2003-2009

- Великобритания: Директивы NHSP по калибровке оборудования для аудиометрии по вызванным потенциалам

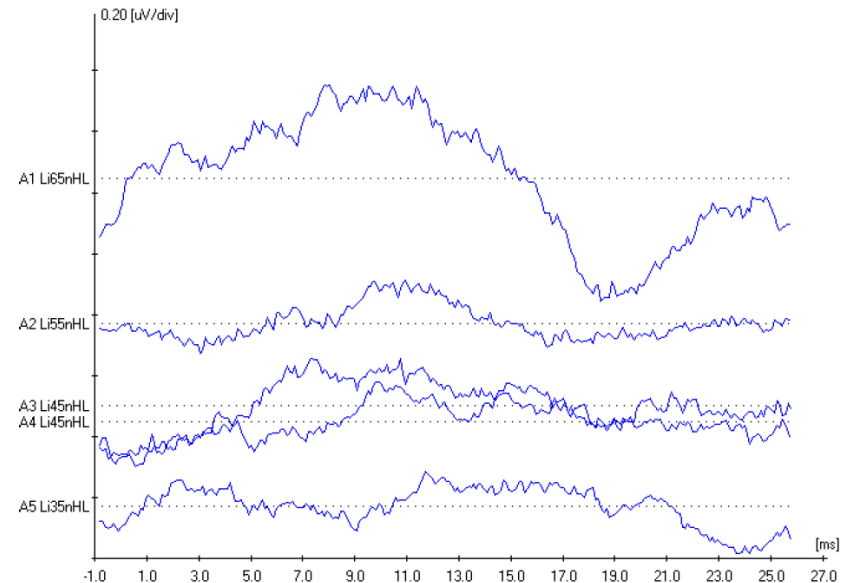
Поправочные коэффициенты для расчета порогов слышимости на основании порогов КСВП* для маленьких детей (≤ 3 мес.)

	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	Единицы
Порог КСВП	50	50	50	50	дБ ПС
Добавить 5 дБ только для детей ≤ 3 мес.	55	55	55	55	дБ ПС
Поправочный коэффициент для вычитания*	5	5	0	0	дБ
Рассчитанный порог слышимости	50	50	55	55	dB eHL
*Чтобы получить рассчитанные пороги слышимости (dB eHL), вычтите эти значения из порогов КСВП по воздушному звукопроведению					

<https://www.nsu.govt.nz/files/UNHSEIP-appendix-F-jun13.pdf>

Вопросы, которые должны нас интересовать

- На какой частоте сделана запись?
- Каковы нормы латентности?
- Калибрована ли система?
- Присутствует ли волна V или это шум?
- Каков возраст ребенка – какие поправки применить для расчета dB eHL?
- К какому типу относится тугоухость – кондуктивная или сенсоневральная?



Выводы

- При соблюдении клинических рекомендаций поведенческие пороги слуха по воздушному и костному звукопроведению можно достоверно определить на основании порогов КСВП в ответ на короткие тональные стимулы.
- Для получения точных результатов необходимы специальное обучение и контроль со стороны опытных аудиологов.
- Для обеспечения адекватности и стандартности калибровки диагностического оборудования необходимо тесное сотрудничество клиницистов, персонала технических лабораторий и производителей.

Спасибо за внимание!
謝謝你們今天的參與



sc.purdy@auckland.ac.nz