

4-я Латиноамериканская педиатрическая конференция  
Сан-Паулу, Бразилия  
21-22 августа 2015 г.

## Подбор слуховых аппаратов детям: слышимость имеет значение

Patricia Roush (Патрисия Рауш), AuD

Кафедра отоларингологии медицинского факультета Университета Северной Каролины

# Содержание

---

- ▶ Задачи ранней коррекции слуха
- ▶ Значение верификации
- ▶ Знакомство с проектом Результаты вмешательства у детей с тугоухостью (OCHL)
  - ▶ Масштабное многоцентровое исследование детей с нарушениями слуха в США
  - ▶ Краткое обсуждение результатов подбора слуховых аппаратов вовлеченным в исследование детям



## Автор благодарит:

---



Ryan McCreery, Ph.D.  
Национальный  
исследовательский  
госпиталь (Бойзтаун)



Meredith Spratford, Au.D.  
Национальный  
исследовательский  
госпиталь (Бойзтаун)



Elizabeth Walker, Ph.D.  
Университет Айовы

---



## Автор благодарит:

---

- ▶ Коллектив проекта Результаты вмешательства у детей с тугоухостью (Mary Pat Moeller и Bruce Tomblin)
- ▶ Национальные институты здоровья США
  - ▶ R01 DC009560
  - ▶ R01 DC013591



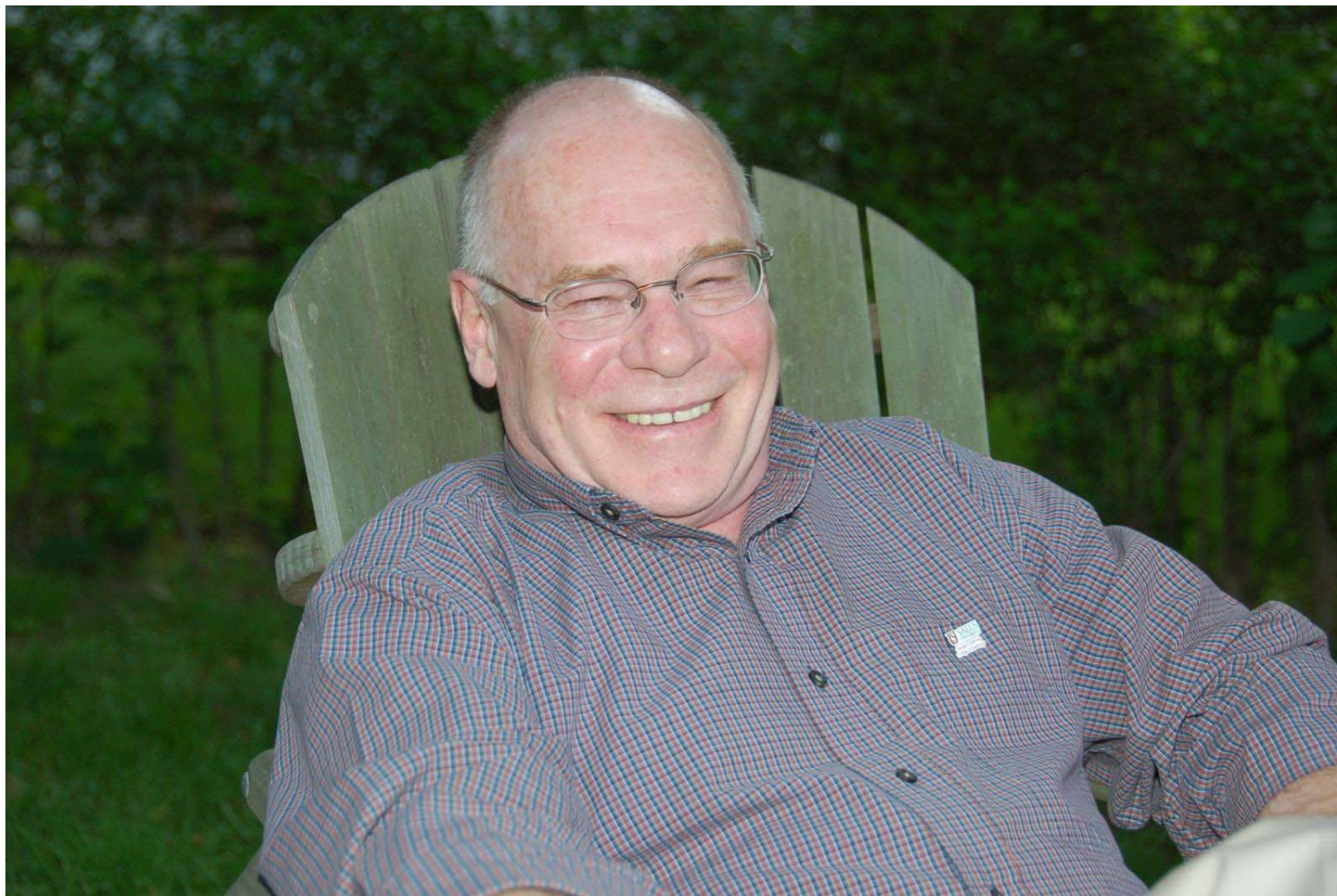
Outcomes of Children with Hearing Loss

---



Автор благодарит "Господина DSL"

---



# Сан-Паулу 2007

---



# Соракаба 2007

---



# Университет Северной Каролины в Чапел-Хилл

---

- ▶ Всеобщий скрининг новорожденных законодательно утвержден в 1999 г.
- ▶ Группы детских аудиологов и специалистов по КИ
- ▶ Дошкольные учреждения CASTLE
- ▶ Всего 1400 детей\*
  - ▶ 900 пользователей слуховых аппаратов
  - ▶ 800 пользователей кохлеарных имплантов
  - ▶ >200 с диагнозом расстройств спектра слуховой нейропатии



- 
- ▶ \* Приводимые затем цифры в сумме превышают 1400, возможно, в связи с тем, что часть детей пользовались и СА, и КИ

Где находится Северная Каролина?

---



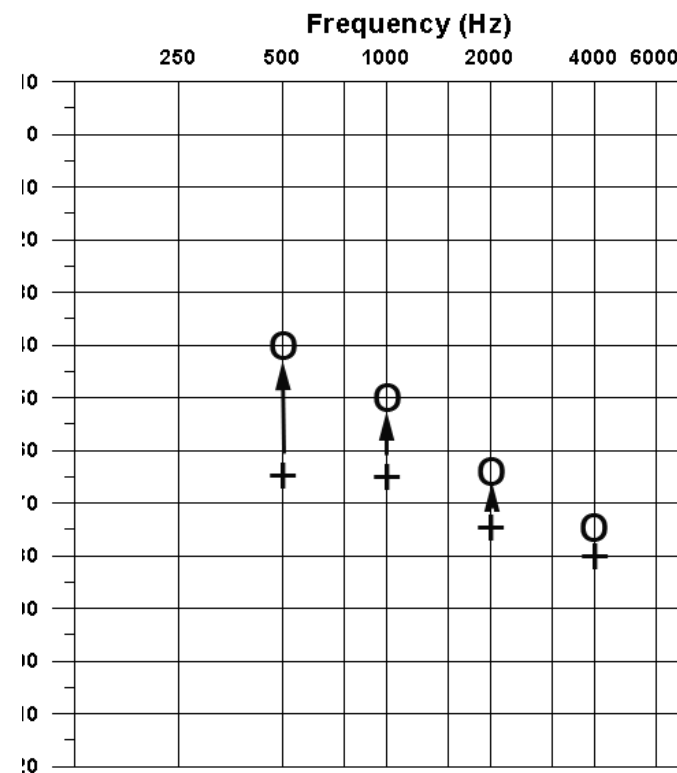
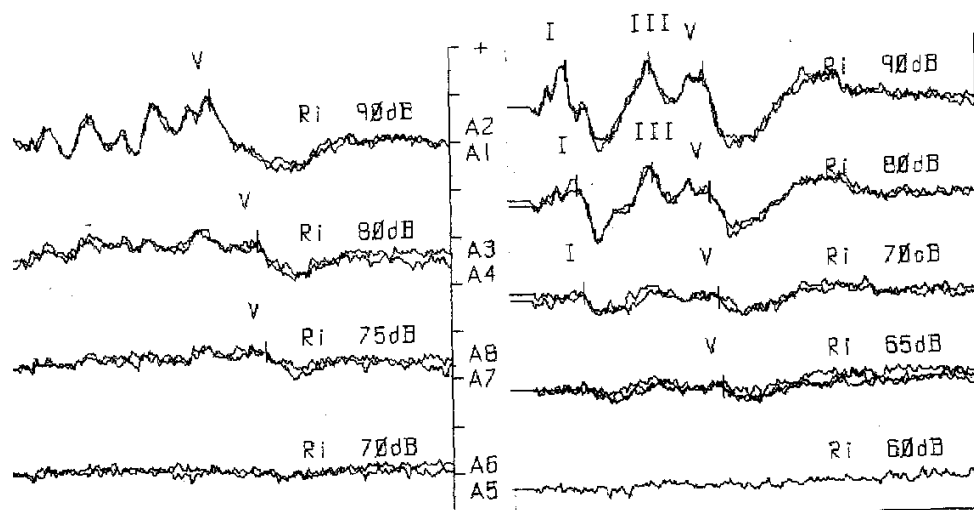
# Аудиологическое вмешательство у детей младшего возраста: основные компоненты

---

- ▶ **Диагностическое обследование**
  - ▶ Стволомозговые слуховые вызванные потенциалы (КСВП)
  - ▶ Акустическая податливость (импедансометрия)
  - ▶ Отоакустическая эмиссия
- ▶ **Подбор и настройка слуховых аппаратов**
  - ▶ Надлежащий выбор устройства (размер, функции)
  - ▶ Программирование слуховых аппаратов
  - ▶ Верификация настройки слуховых аппаратов
  - ▶ Валидация настройки слуховых аппаратов
- ▶ **Поведенческая аудиометрия**
  - ▶ Аудиометрия со зрительным подкреплением (VRA)
  - ▶ Условнорефлекторная игровая аудиометрия (CPA)



# Аппроксимированная аудиограмма на основании регистрации КСВП



# Выбор слуховых аппаратов и изготовление слепков

- ▶ Если семья готова к дальнейшему вмешательству, изготавливаются слепки уха
  - ▶ Как можно раньше, потому что затем вкладыш будет использоваться при электрофизиологическом обследовании
- ▶ Выбор слуховых аппаратов
- ▶ Повторный визит (через 2 недели) для настройки слуховых аппаратов
- ▶ В идеале это должно произойти в возрасте 2-3 месяцев



# Настройка слуховых аппаратов в соответствии с клинически апробированными протоколами

---



- ▶ Протокол детского слухопротезирования Американской академии аудиологии (2013)
- ▶ Протокол обеспечения надлежащего звукоусиления Онтарио (2014)



# Направление на раннее вмешательство

---

- ▶ Направление на первичный прием в день диагностирования тугоухости ([www.ncbegin.org](http://www.ncbegin.org))
- ▶ С семьей связываются в течение одной недели после постановки диагноза и назначают посещение на дому специалистом по раннему вмешательству
  - ▶ Семью снабжают печатными и видео материалами
- ▶ Назначают еженедельные посещения на дому сурдопедагогом



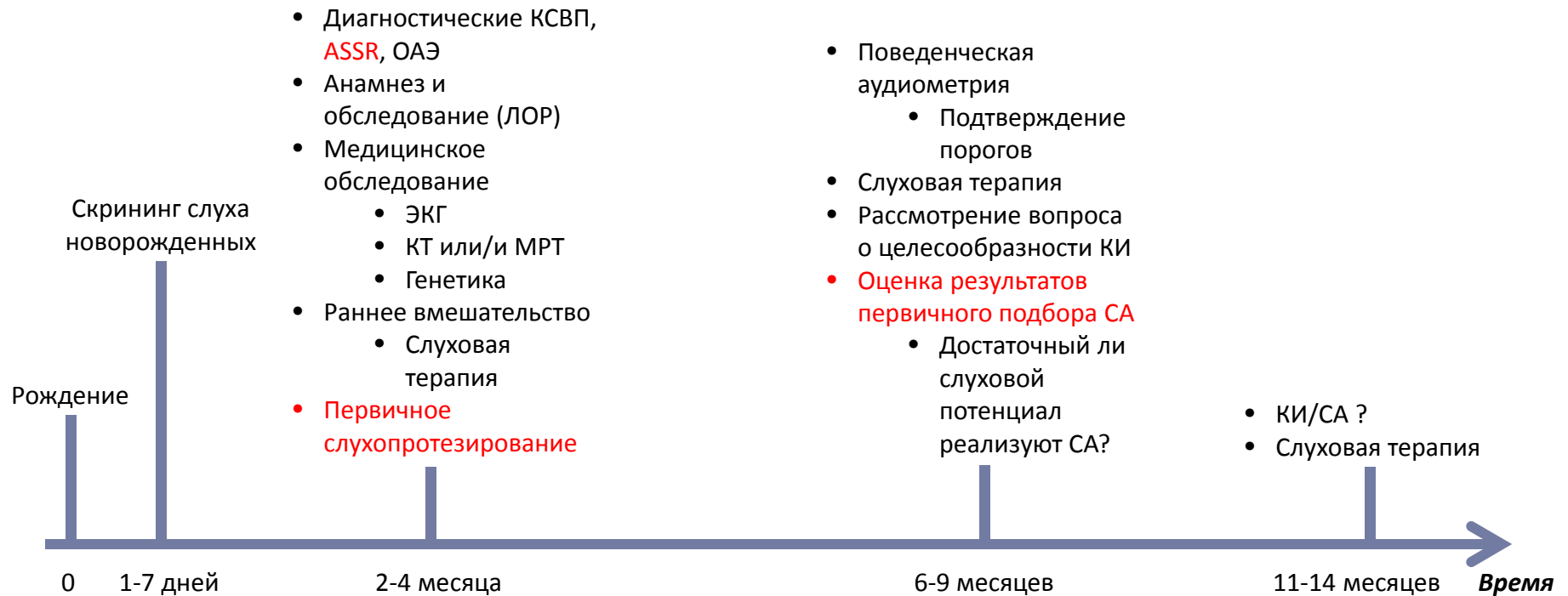
## Поведенческое аудиологическое обследование

---

- ▶ VRA начинают в возрасте 6-7 месяцев (для подтверждения электрофизиологических данных)
- ▶ Цель: получение полноценной аудиограммы (по воздуху и кости) к возрасту 8-9 месяцев
- ▶ Перенастройка слуховых аппаратов после обновления информации о порогах слышимости



# График раннего аудиологического вмешательства и коррекции тугоухости



# Протокол слухопротезирования

## Программа детского слуха Онтарио

---

### Задачи раннего слухопротезирования

- ▶ Обеспечение усиления речевого сигнала, достаточного для его постоянной слышимости при различных входных уровнях
- ▶ Предотвращение искажений входных сигналов при предписанных настройках
- ▶ Обеспечение усиления звуков в максимально широком частотном диапазоне
- ▶ Наличие достаточной электроакустической гибкости, позволяющей изменять амплитудно-частотные характеристики при изменении размеров уха или аудиологических характеристик слуха ребенка

***Bagatto, Scollie, Hyde, Seewald  
- International Journal of Audiology 2010***

---



# Как обеспечить слышимость речи у младенцев и маленьких детей?

---

- ▶ **Точное определение порогов слышимости** в процессе диагностического обследования с использованием частотноспецифичных КСВП
- ▶ **Программирование слуховых аппаратов** с использованием программного обеспечения производителя в качестве исходного варианта
- ▶ **Верификация** после измерения RECD для подтверждения соответствия настроек слуховых аппаратов предписанным значениям усиления и выхода во всем частотном диапазоне
- ▶ **Следование** апробированным протоколам детского звукоусиления
  - ▶ Протокол детского слухопротезирования AAA (2013)
  - ▶ Протокол слухопротезирования Онтарио (2014)



# Методы верификации



- ▶ Функциональное усиление в свободном поле со слуховыми аппаратами (не рекомендуется)
- ▶ Измерения в реальном ухе посредством зонда
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием измеренной RECD
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием среднестатистической RECD

Мы не хотели бы так подбирать слуховые аппараты...

---



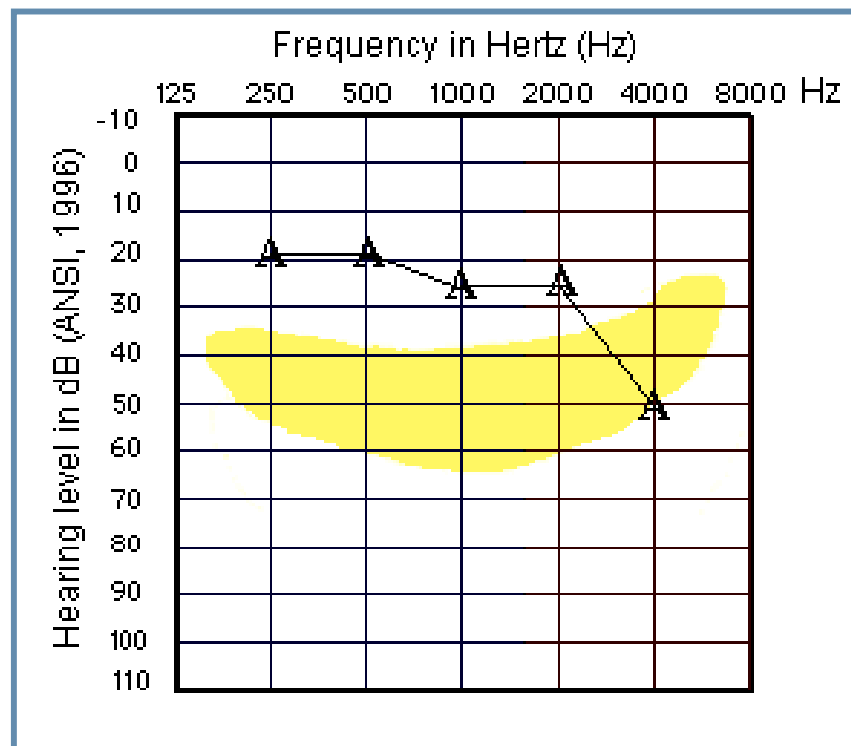
# Почему мы против такой верификации настройки слуховых аппаратов

Аудиометрия со слуховыми аппаратами – **НЕ** верификация

- ▶ Не предоставляет информацию о слышимости речи
- ▶ Не позволяет оценить максимальный выход
- ▶ Стимулы (например, модулированные тоны) не соответствуют реальным звукам
- ▶ Невозможно оценить эффективность дополнительных функций



Можно использовать ТОЛЬКО для валидации КИ и аппаратов костного звукопроведения, а также для демонстрации эффективности слухопротезирования родителям



# Методы верификации

---



- ▶ Функциональное усиление в свободном поле со слуховыми аппаратами (не рекомендуется)
  - ▶ Измерения в реальном ухе посредством зонда
  - ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием измеренной RECD
  - ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием среднестатистической RECD
- 



## Оптимальный вариант – измерения в реальном ухе, но...

---



- ▶ Точный метод определения соответствия параметров предписанным целевым значениям, но...
- ▶ Необходимо, чтобы ребенок или взрослый спокойно сидели во время программирования и верификации



Большинство малышей не столь терпеливы...

---



# Методы верификации

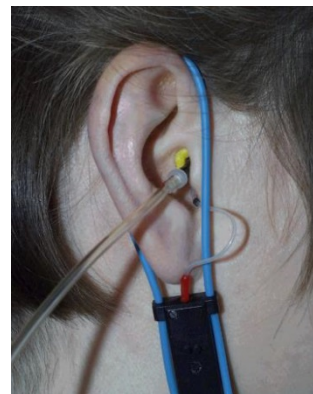


- ▶ Функциональное усиление в свободном поле со слуховыми аппаратами (не рекомендуется)
- ▶ Измерения в реальном ухе посредством зонда
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием измеренной RECD
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием среднестатистической RECD

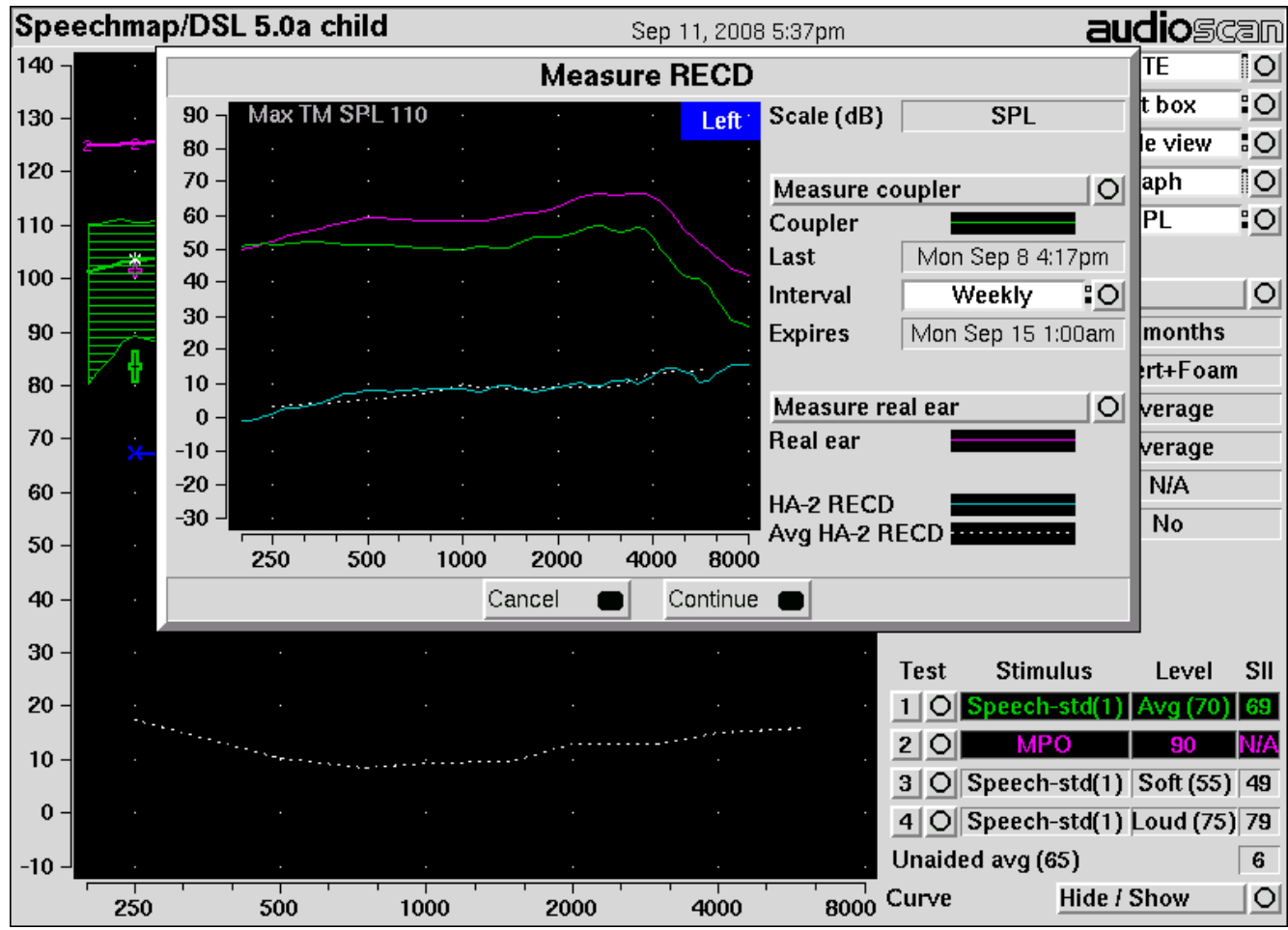
# Измерение RECD

---

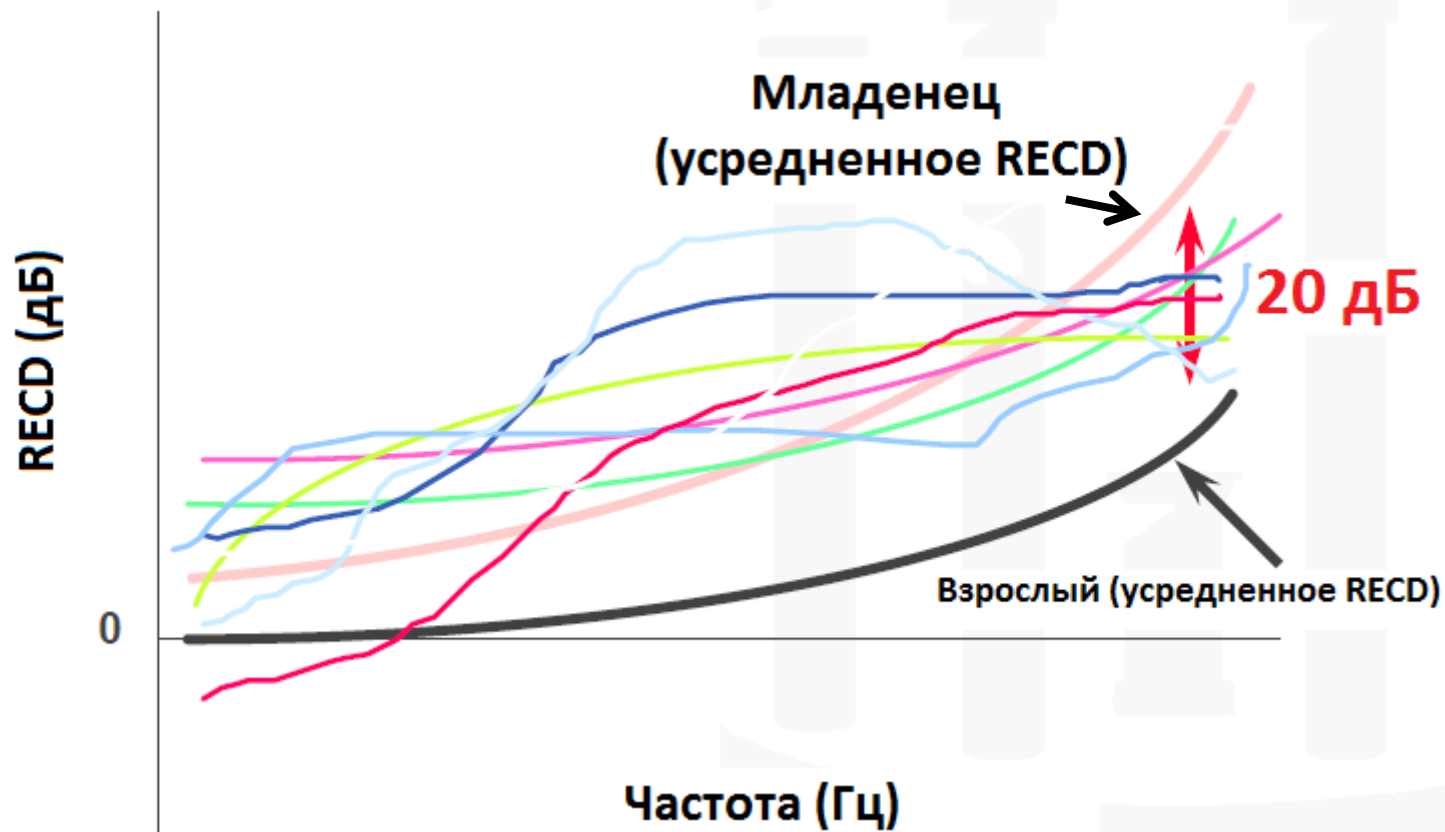
- ▶ Измерение сигнала известной интенсивности в куплере объемом 2 см<sup>3</sup>
- ▶ Измерение **УЗД** того же сигнала **в реальном ухе** с помощью внутриушного телефона или индивидуального вкладыша ребенка
- ▶ **RECD = [УЗД реального уха] – [УЗД куплера]**



# Измерение RECD



# RECD у младенцев и младших детей



Слайд предоставлен Richard Seewald

Лучше всего воспользоваться измерением  
RECD, но это не всегда возможно...

---



# Методы верификации



- ▶ Функциональное усиление в свободном поле со слуховыми аппаратами (не рекомендуется)
- ▶ Измерения в реальном ухе посредством зонда
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием измеренной RECD
- ▶ Имитация измерений в реальном ухе в тестовой камере с использованием среднестатистической RECD

# Прогнозируемые (усредненные) значения RECD

---

## ***Real-Ear-to-Coupler Difference (RECD) Predictions as a Function of Age for Two Coupling Procedures***

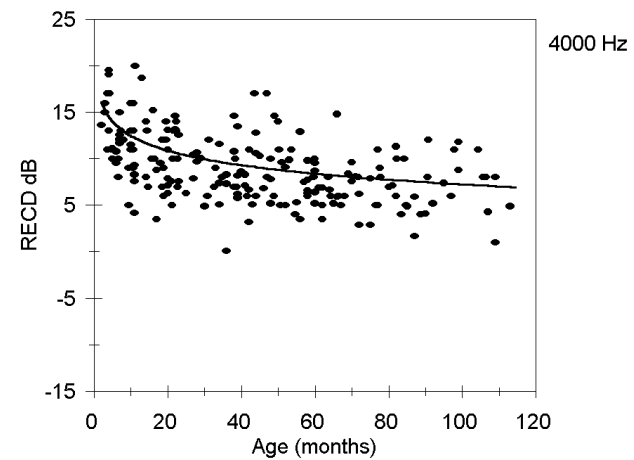
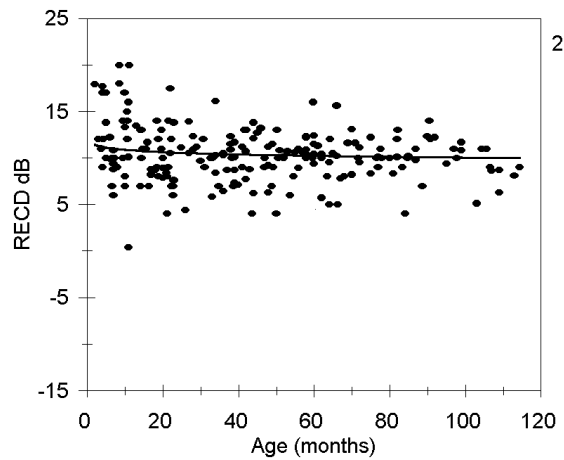
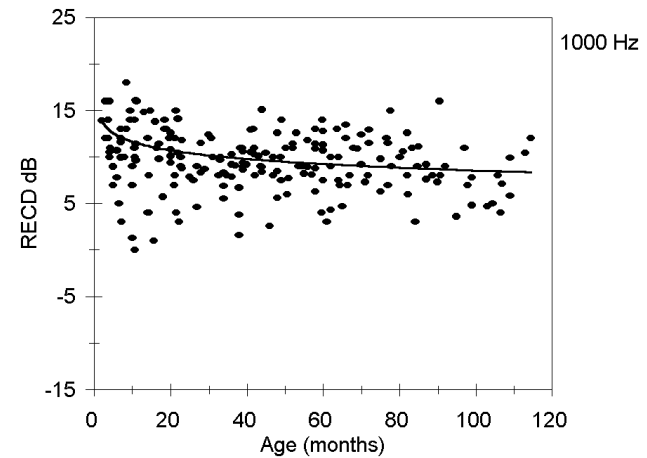
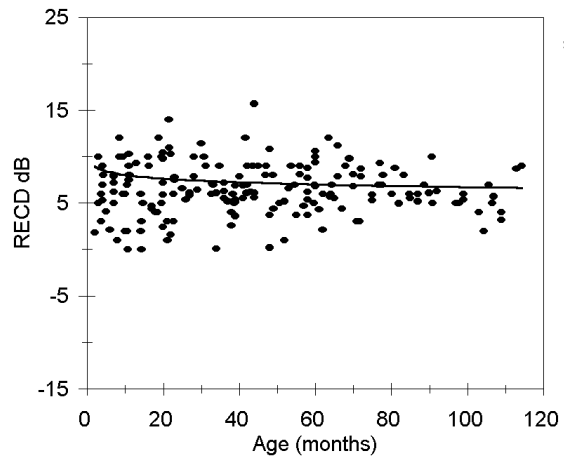
Marlene Bagatto, Susan Scollie, Richard Seewald,  
K. Shane Moodie, & Brenda Hoover  
2002, JAAA, vol 13(8)

---



# Прогнозируемы значения RECD: Индивидуальные ушные вкладыши

---



c)

d)



# Прогнозируемые значения RECD

---

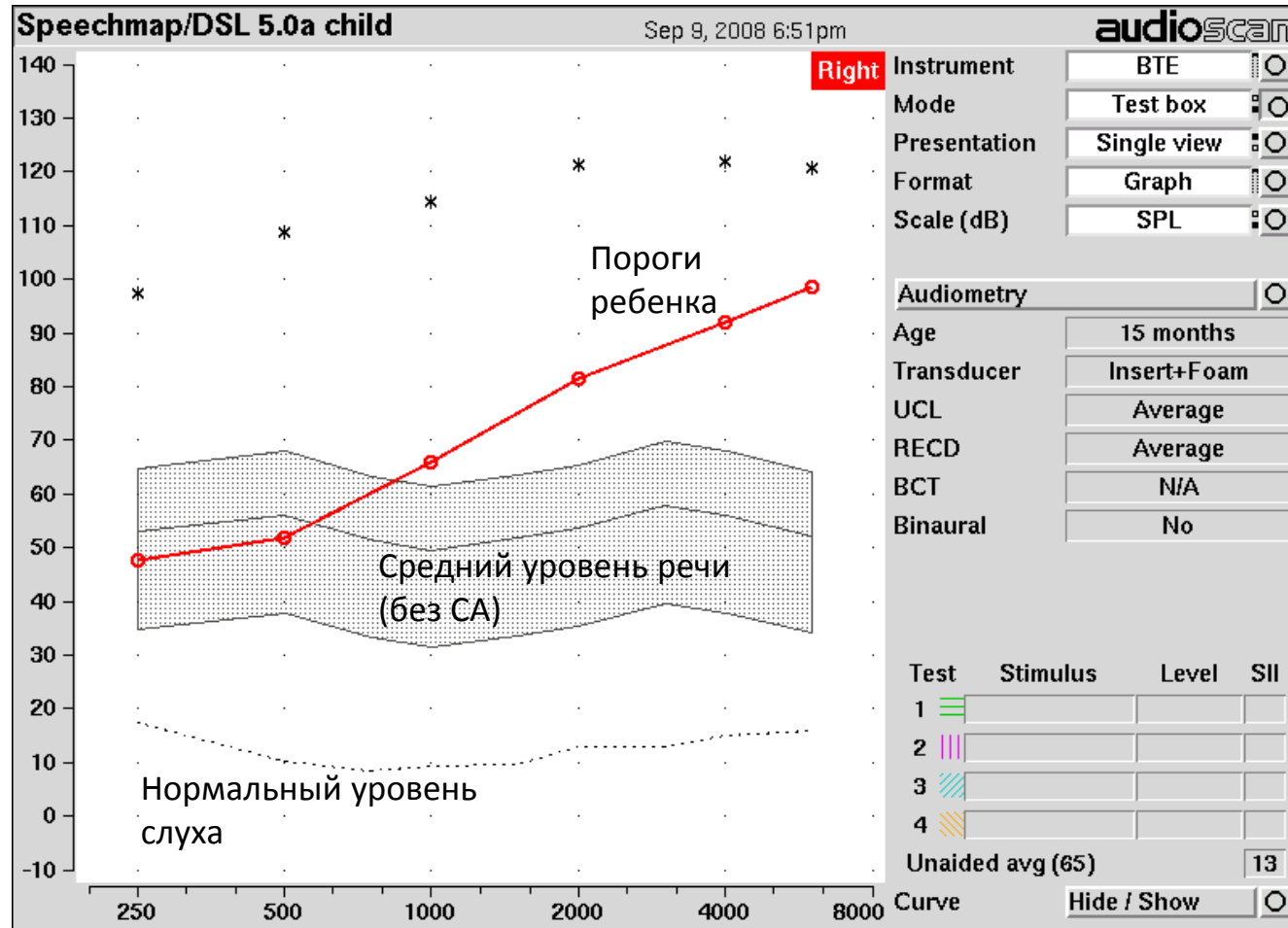
## Ограничения:

- ▶ Высокая вариабельность значений RECD у детей одного возраста

**Поэтому по возможности следует пользоваться не прогнозируемыми, а более точными, измеренными, значениями RECD**



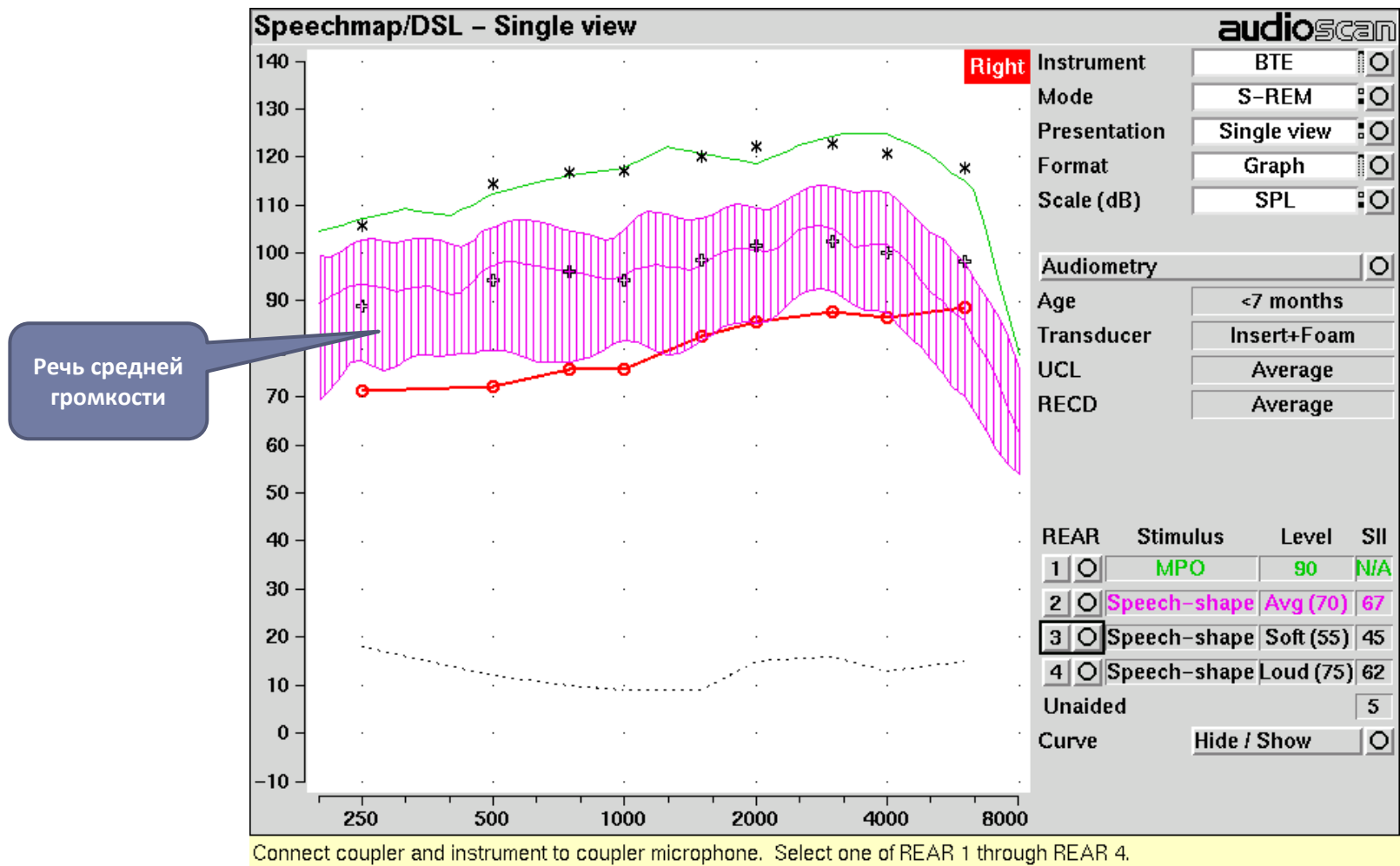
# Графическое отображение речи



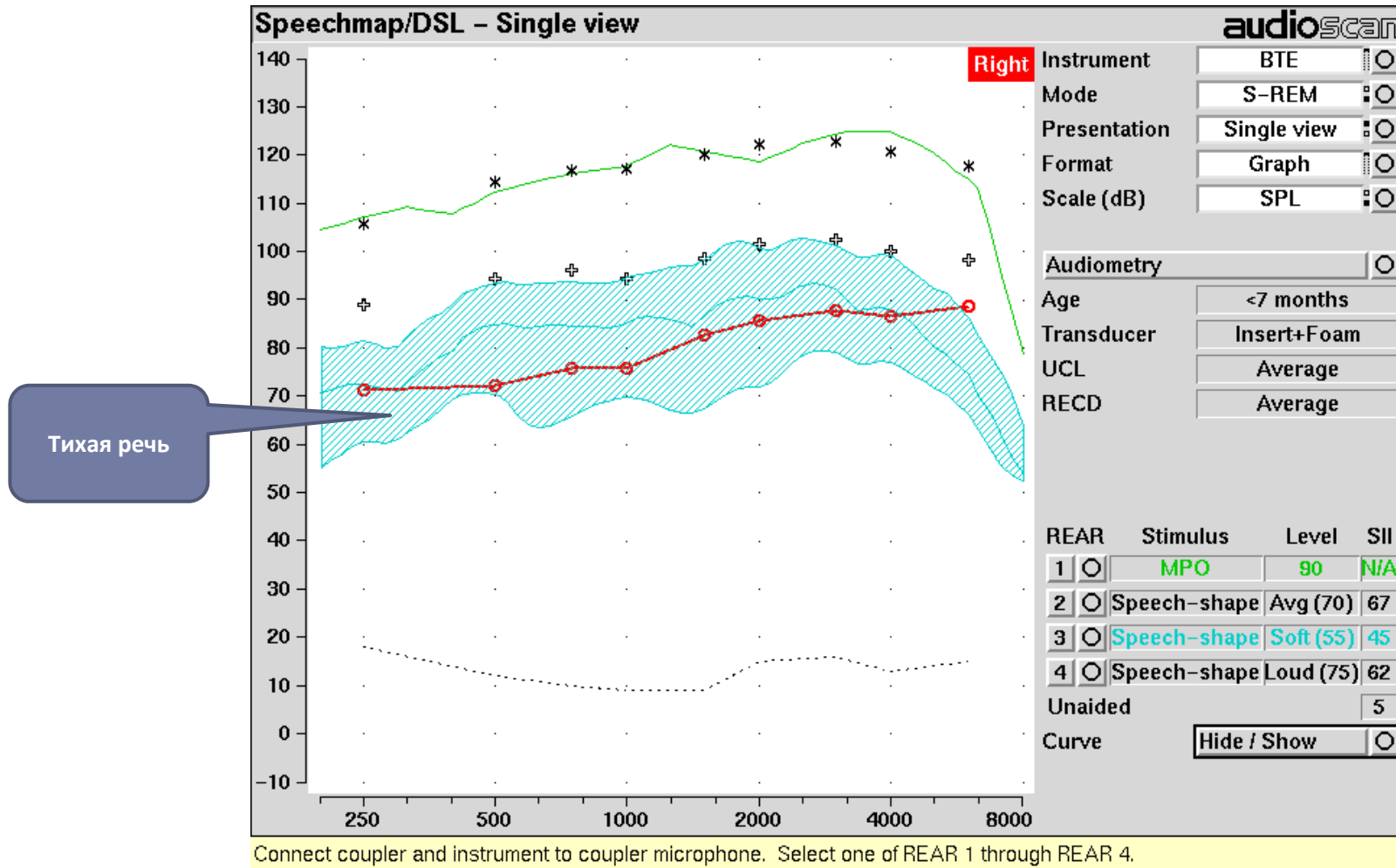
# Соответствие целевым значениям усиления и выхода



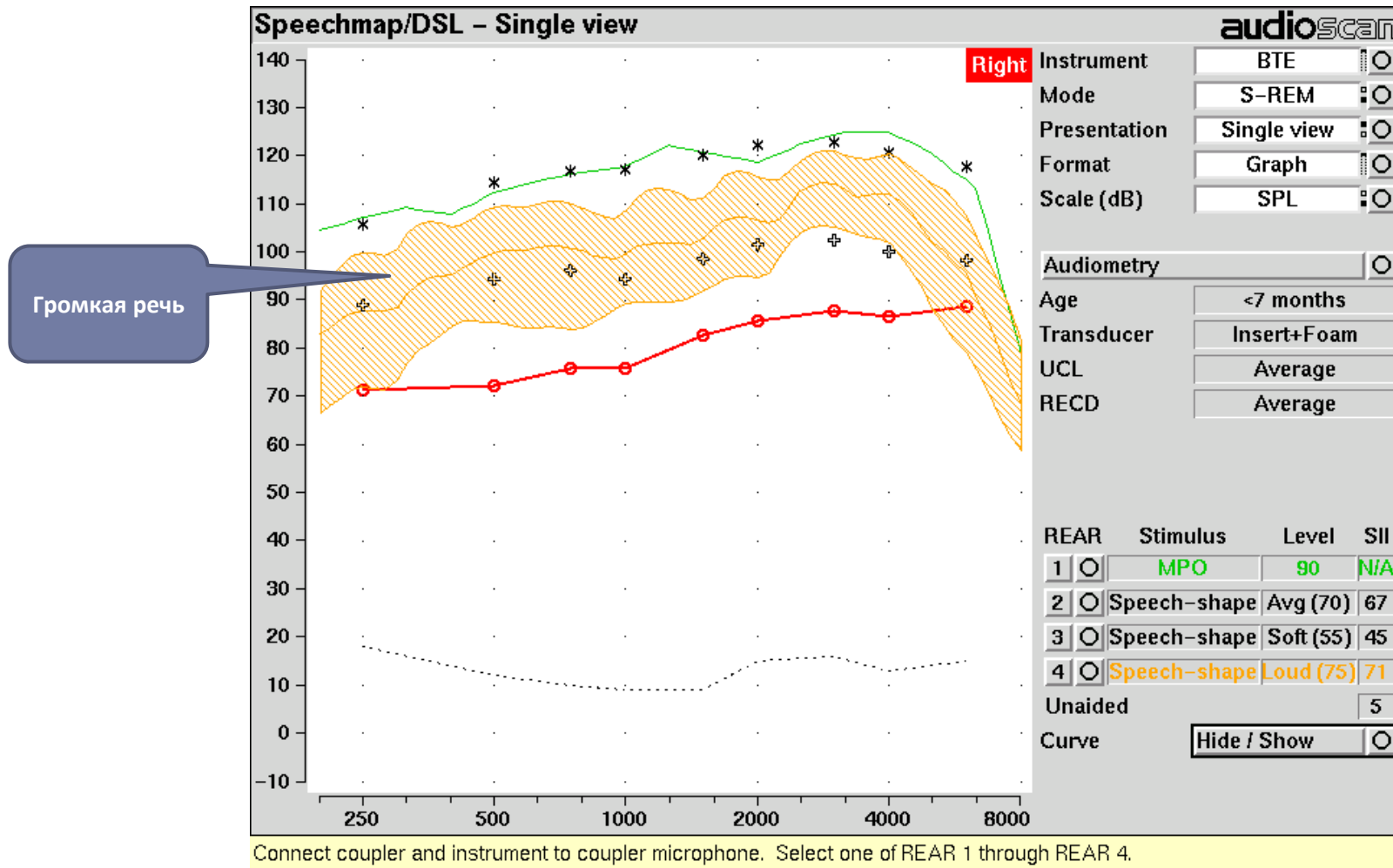
# Цель: Слышимый речевой сигнал для среднего входного уровня речи (65 дБ)



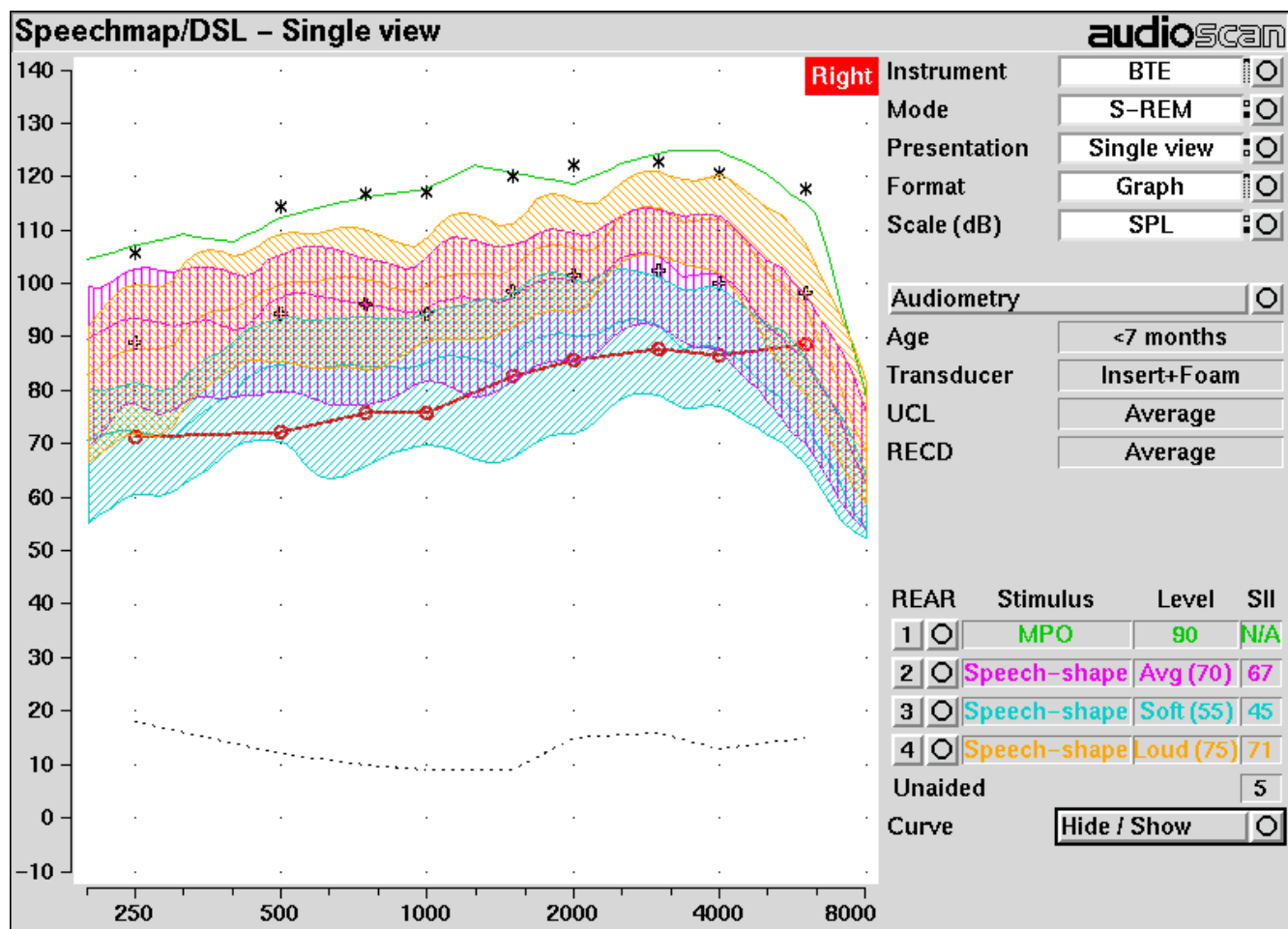
# ... Тихая речь (входной уровень 55 дБ)



# И... громкая речь (входной уровень 75 дБ)

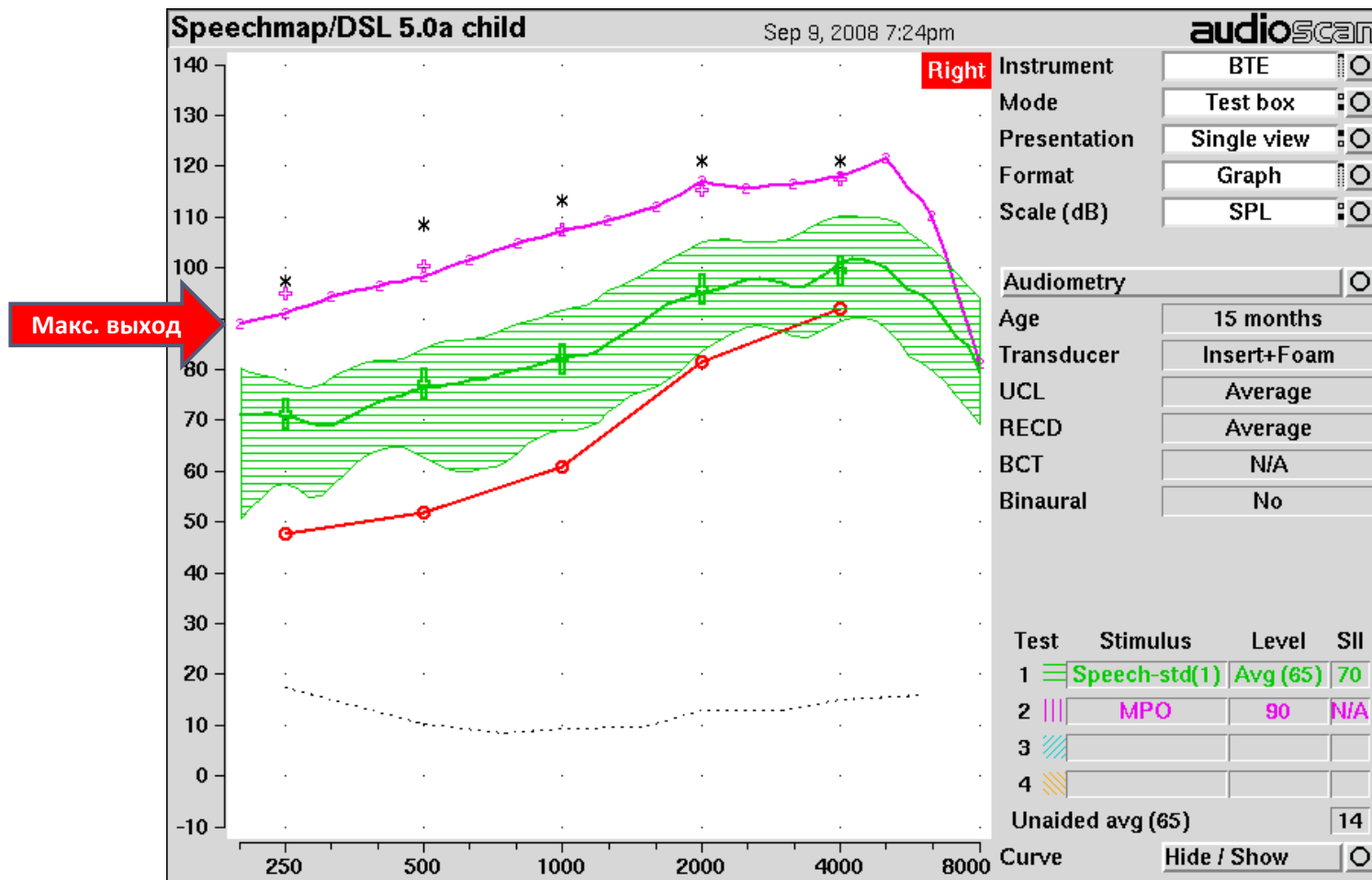


# Слышимость и комфорт при разных уровнях входного речевого сигнала



Connect coupler and instrument to coupler microphone. Select one of REAR 1 through REAR 4.

Цель: максимальный уровень выхода не должен выходить за пределы зоны комфорта



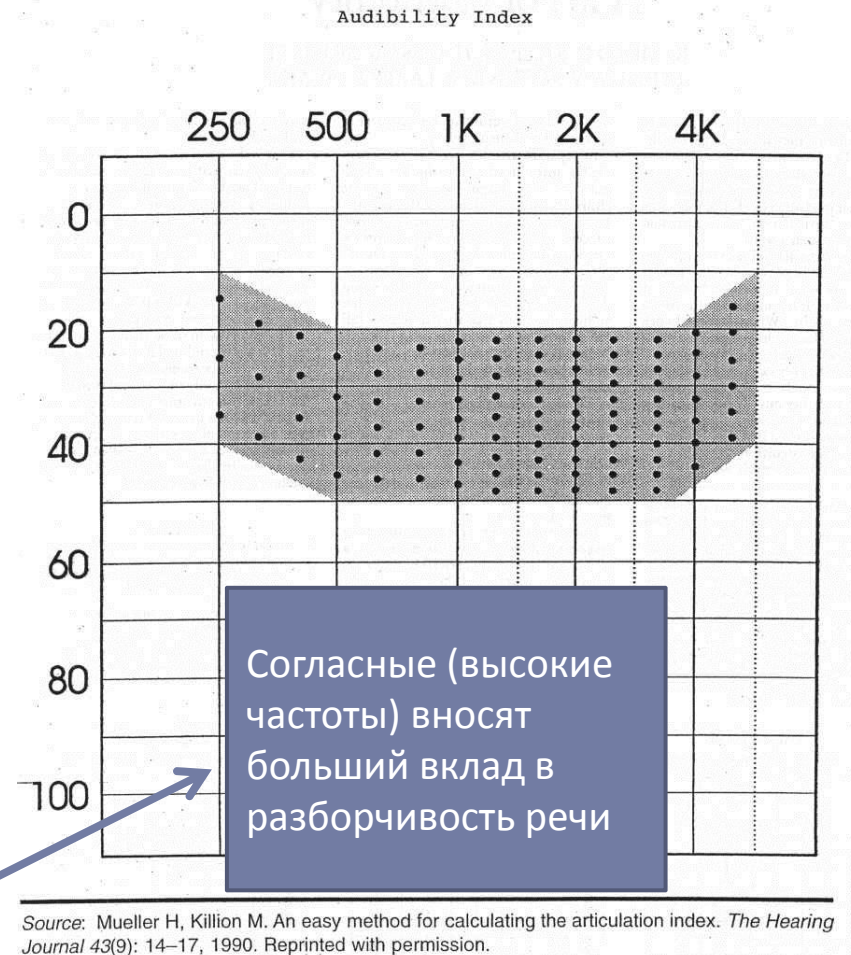
# Еще один способ количественной оценки слышимости... Индекс разборчивости речи (SII)



# Количественная оценка слышимости: Индекс разборчивости речи

- ▶ Вклад каждой точки в разборчивость речи ~1%
- ▶ Число слышимых точек позволяет предсказать разборчивость тихой речи на расстоянии 6 футов (~180 см)
- ▶ Точки распределены неравномерно – их больше между 1000 и 3000 Гц, чем между 250 и 500 Гц

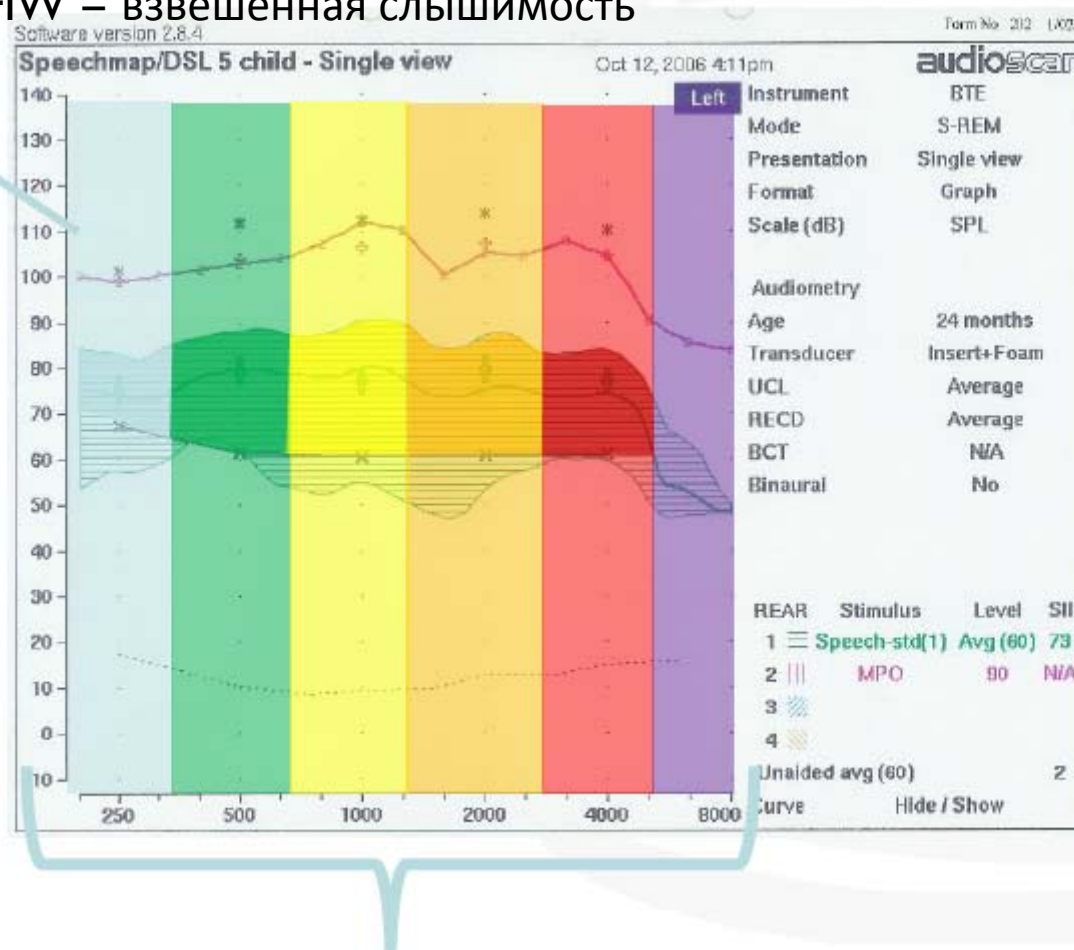
Почему?



# Индекс разборчивости речи (SII)

Для каждой полосы:

Слышимость  $\times$  FIW = взвешенная слышимость

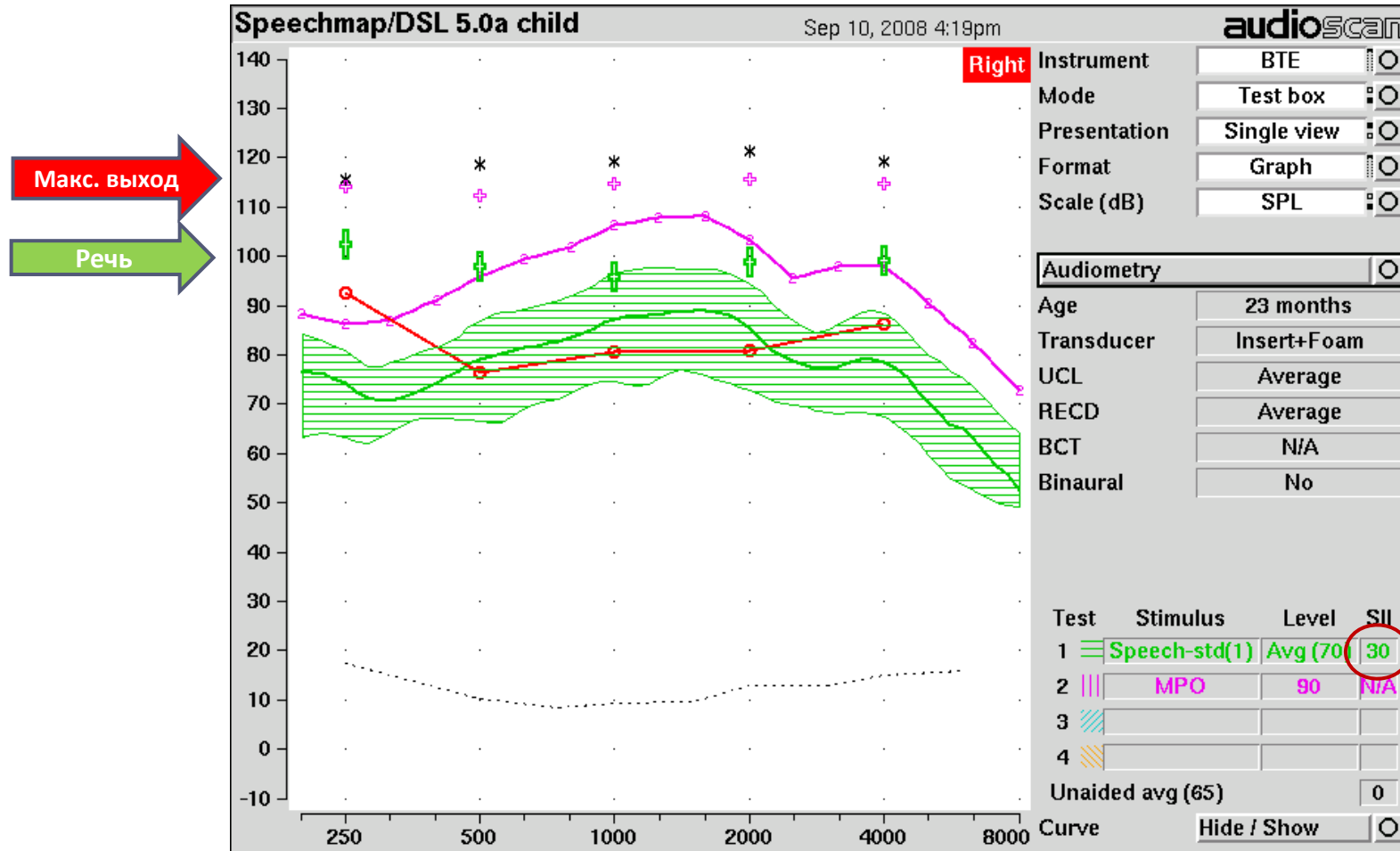


SII = сумма  
взвешенной  
слышимости по  
всем частотным  
полосам

SII с CA

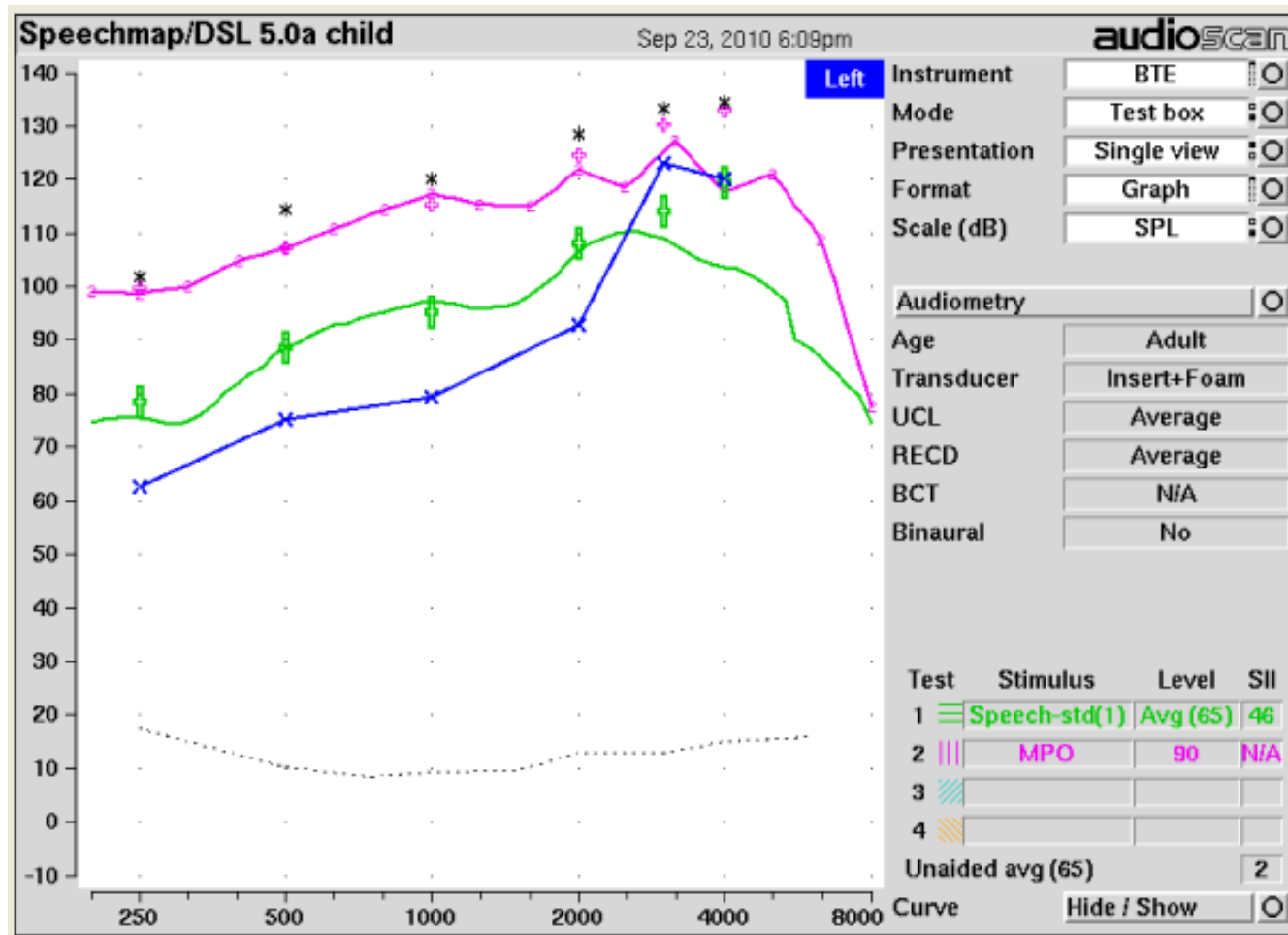
SII без CA

# Что происходит, если мы не проводим верификацию?



Параметры максимально соответствуют целевым,  
...но SII только 46?

Попробуйте воспользоваться другими стратегиями



Как все это работает на практике?

# Результаты вмешательства у детей с тугоухостью (OCHL)

---

Обследованы дети в возрасте от 0 до 6 лет  
(2008-2013)

Руководители проекта:  
Mary Pat Moeller, PhD  
Bruce Tomblin, PhD



Финансирование:  
Национальные институты здоровья  
– Национальный институт глухоты и  
других коммуникационных  
нарушений (NIH-NIDCD)  
Грант № DC009560



# Представляем OCHL

---

## ▶ Учреждения-участники:

- ▶ Университет штата Айова
- ▶ Национальная исследовательская клиника Бойзтауна
- ▶ Университет штата Северная Каролина – Чапел-Хилл



## ▶ Целевая популяция:

- ▶ Эпидемиологическая выборка детей с тугоухостью
  - ▶ Возраст от 6 месяцев до 6 лет 11 месяцев
  - ▶ Язык общения в семье – английский
  - ▶ Отсутствие серьезной сопутствующей патологии
  - ▶ Стойкая тугоухость от легкой до тяжелой степени
    - Средние пороги слышимости (0,5; 1; 2; 4 кГц) от 25 до 75 дБ
- ▶ Когорта нормально слышащих детей соответствующего возраста



THE UNIVERSITY  
of NORTH CAROLINA  
at CHAPEL HILL

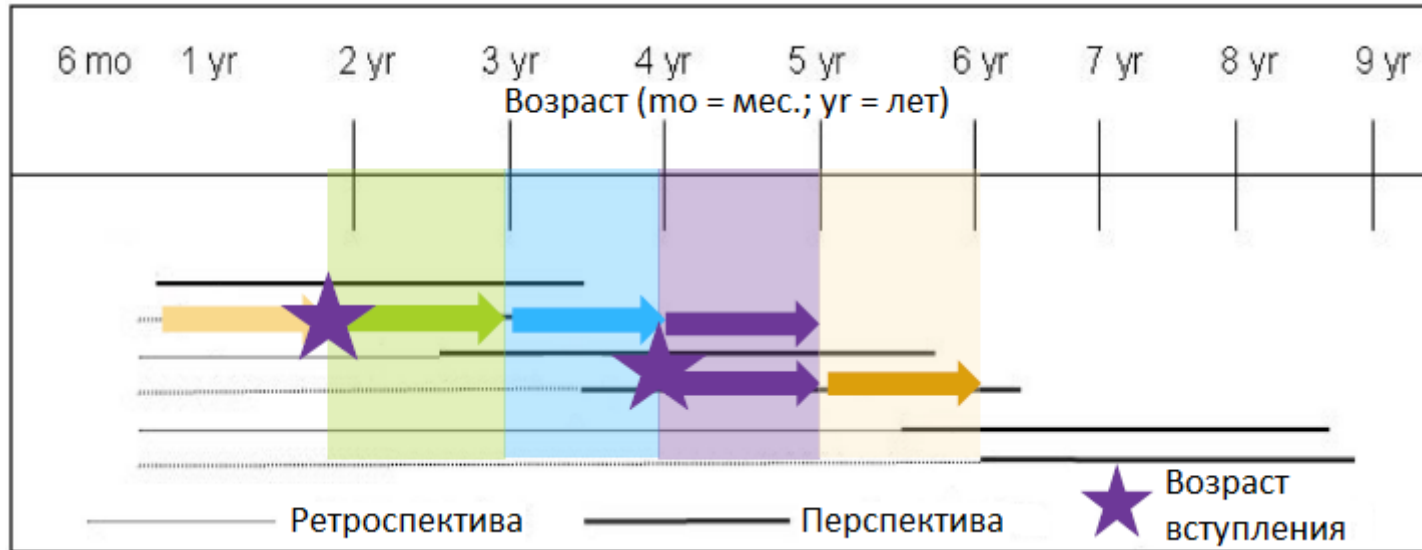


# Области исследования

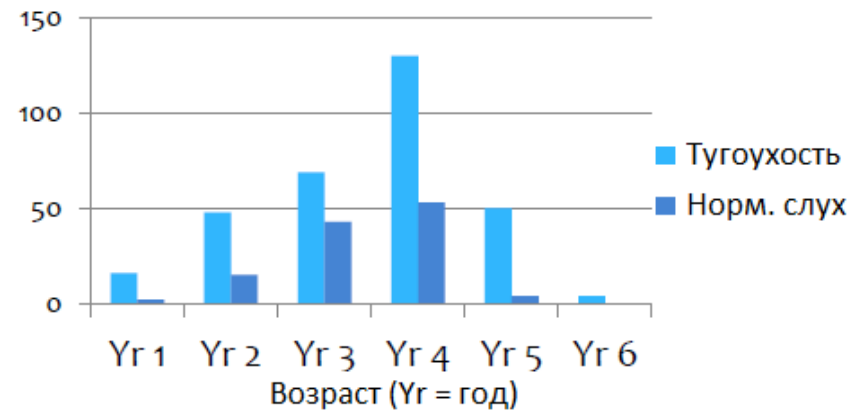
---



# Ускоренное продольное исследование

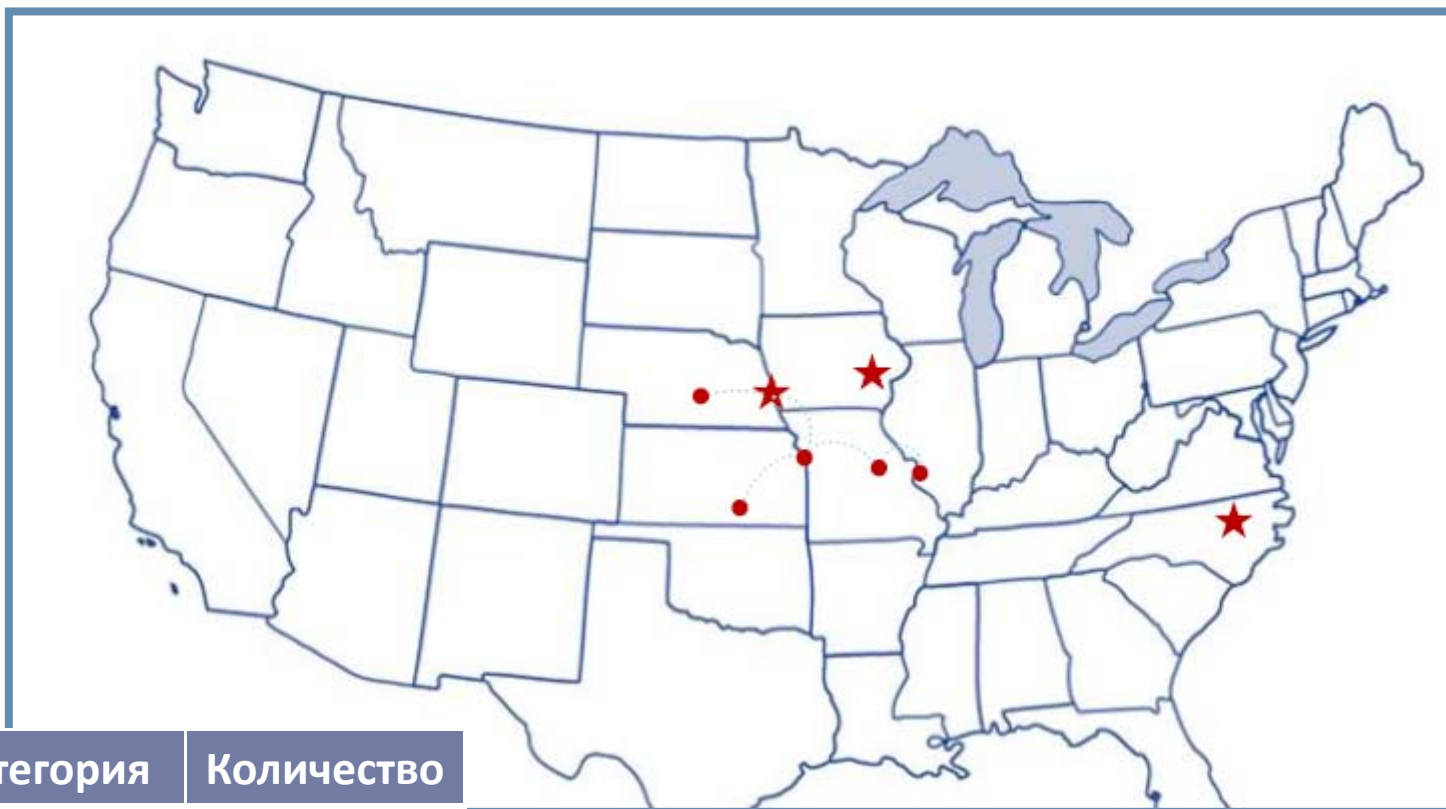


- ▶ Ретроспективные данные, относящиеся к периоду до вступления в исследование, получены из медицинских карточек
- ▶ Поперечное и продольное исследование



# Участники ОСНЛ

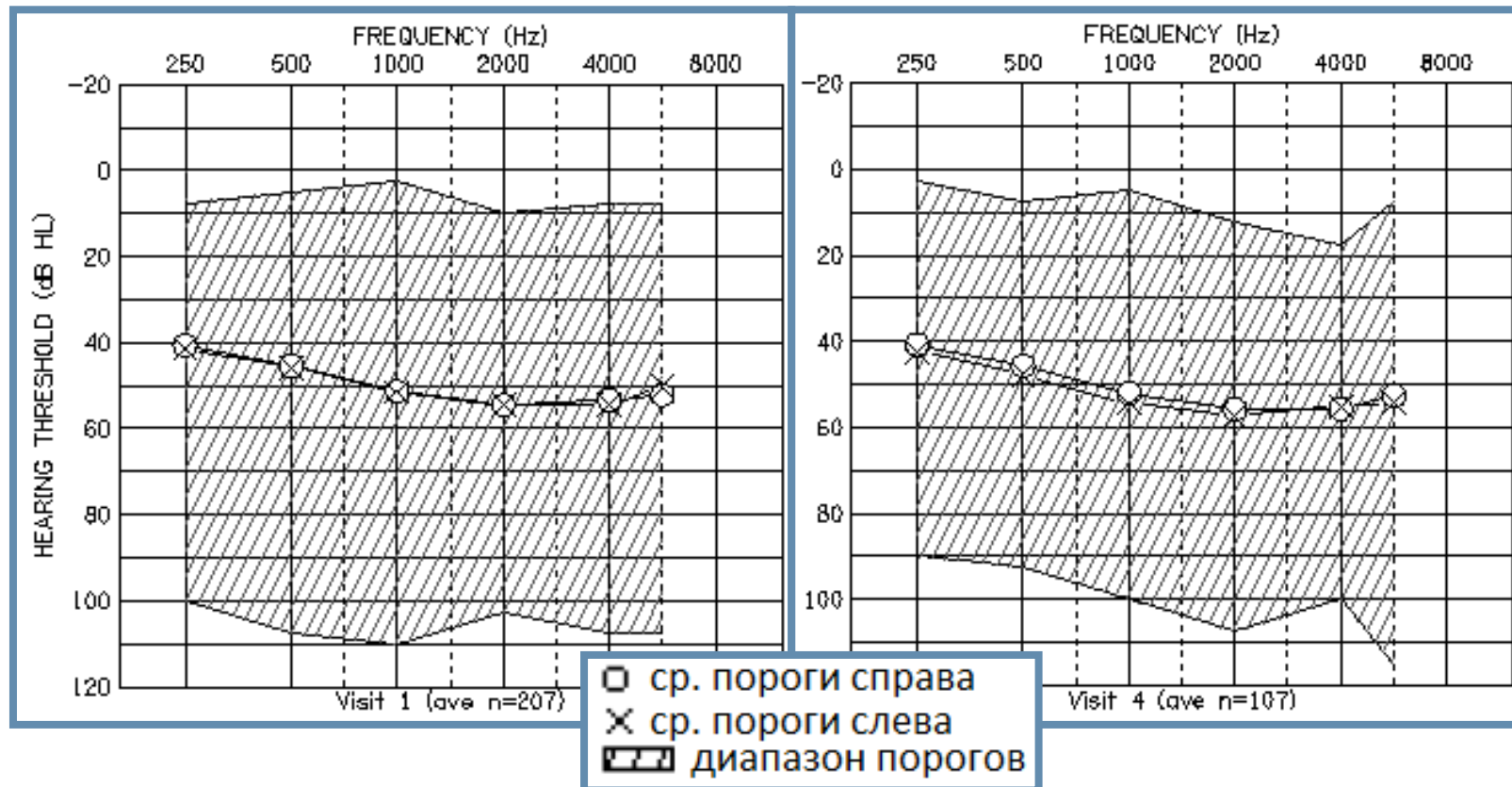
---



Категория	Количество
Тугоухость	316
Норм. слух	115



# Аудиограммы при 1-м и 4-м посещениях



# Сравнение групп слабослышащих и нормальнослышащих

---

	Слабослышащие	Нормальнослышащие
Число детей	316	115
Слух (средние пороги)	25-27 дБ ПС	< 20 дБ ПС
Возрастной диапазон	От 6 мес. до 6 лет 11 мес. на момент вступления в исследование	
Невербальный IQ	В пределах среднего диапазона	
Образование матери	Одинаковое в обеих группах, но выше, чем в среднем по США	
Используемый язык	В семье говорят между собой на английском	
Сопутствующие заболевания	Отсутствие аутизма, серьезных нарушений зрения, когнитивных и двигательных расстройств	



## Чем ОСНЛ отличается от других исследований?

---

- ▶ Отсутствие сопутствующей патологии
  - ▶ Исследования детей с сопутствующей патологией отличаются большой вариабельностью
- ▶ Только дети, пользующиеся слуховыми аппаратами
  - ▶ Слуховые показатели детей, пользующихся КИ, более однородны
  - ▶ Дети, пользующиеся слуховыми аппаратами, недостаточно изучены
- ▶ Параметры звукоусиления регистрировались при каждом посещении
- ▶ Комбинация стандартных и экспериментальных показателей



# Параметры звукоусиления

---

- ▶ При каждом посещении протоколировались данные верификации слуховых аппаратов и их использования
- ▶ В других исследованиях подразумеваются:
  - ▶ Хорошая слышимость
  - ▶ Постоянное использование слуховых аппаратов
- ▶ Допустимый анализ специфического влияния звукоусиления на развитие детей



# *Characteristics of Hearing Aid Fittings in Infants and Young Children\**

Ryan McCreery, Ruth Bentler, Patricia Roush

Ear and Hearing 2013 Nov-Dec;34(6):701-10

\* Характеристики подбора и настройки слуховых аппаратов у младенцев и детей младшего возраста

## Характеристики подбора и настройки слуховых аппаратов у младенцев и детей младшего возраста

---

Проанализированы данные 195 детей, участвовавших в OCHL

- ▶ Количественная оценка близости настроек слухового аппарата к предписанным целевым значениям:
  - ▶ Средняя среднеквадратическая (RMS) ошибка параметров настройки сравнивалась с целевыми значениями, предписанными формулой DSL на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц
- ▶ Количественная оценка слышимости в слуховых аппаратах производилась на основании индекса разборчивости речи (SII)



## Характеристики подбора и настройки слуховых аппаратов у младенцев и детей младшего возраста

---

- ▶ Данные опроса детских аудиологов, подбиравших и настраивавших слуховые аппараты детям, участвовавшим в исследовании:
  - ▶ Оценка практикуемых методов настройки и их увязка с близостью параметров звукоусиления к предписанным значениям и слышимостью в слуховых аппаратах



# Результаты

---

- ▶ Более, чем у половины (55%) детей, по крайней мере, в одном ухе отмечено отклонение от предписанных значений более, чем на 5 дБ RMS
  - ▶ Отклонение от предписываемых параметров не было связано со средними порогами слышимости, методом оценки или надежностью оценки
- ▶ Местонахождение детей было достоверно связано с близостью параметров звукоусиления к предписанным значениям:
  - ▶ У детей, набранных из множества мелких центров, отклонения от расчетных параметров были бóльшими, чем у детей, набранных в одном большом педиатрическом центре



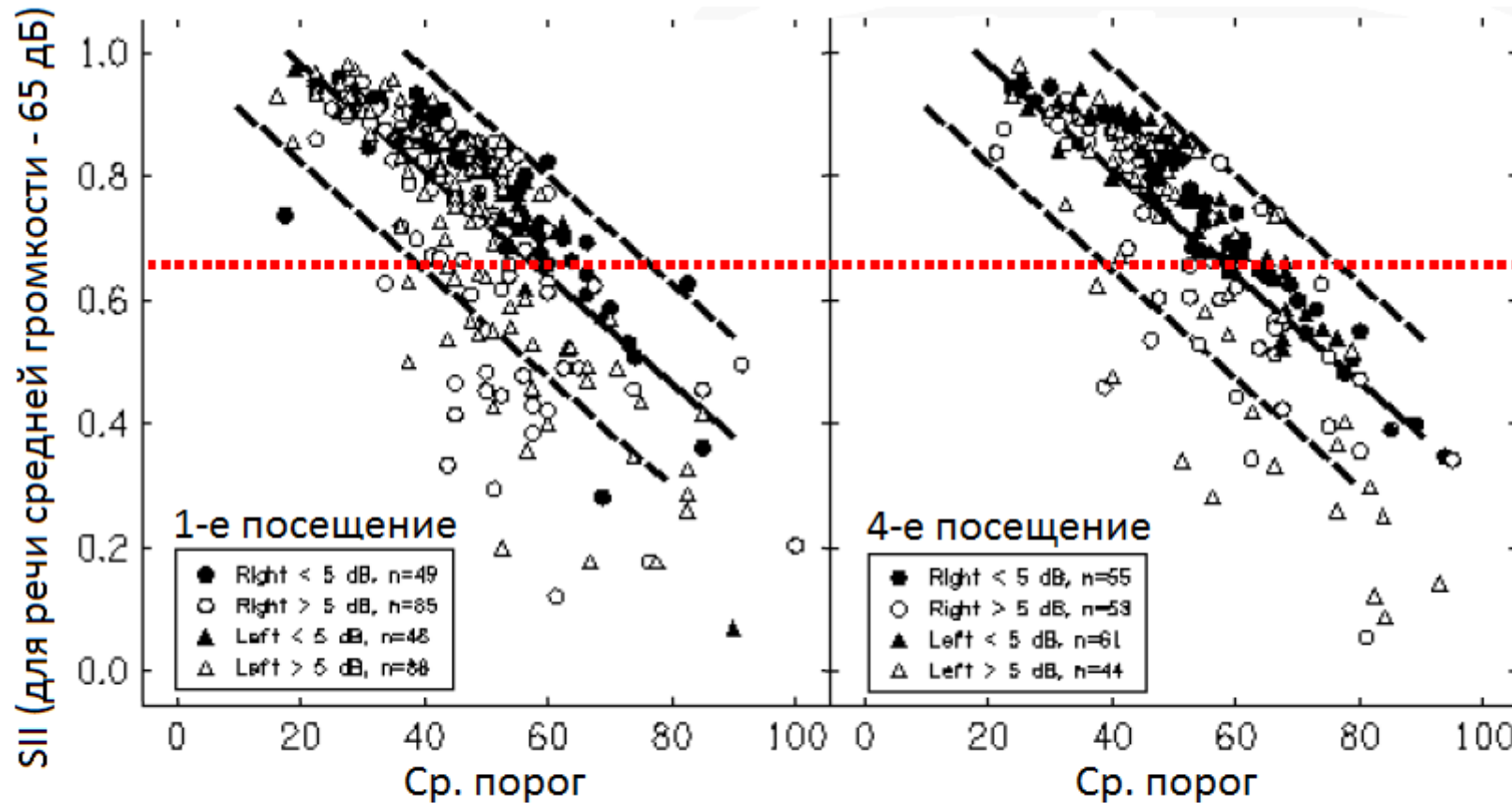
## Результаты

---

- ▶ Примерно у 26% детей слышимость в слуховых аппаратах, по данным индекса разборчивости речи (SII), составляла менее 0,65
- ▶ Настройка с использованием среднестатистической RECD, сопровождалась бóльшими отклонениями от предписанных целевых значений, чем настройка с использованием индивидуально измеренной RECD
- ▶ Слышимость в слуховых аппаратах достоверно зависела от близости к предписанным целевым значениям и среднего аудиометрического порога



# Реальное качество настройки слуховых аппаратов



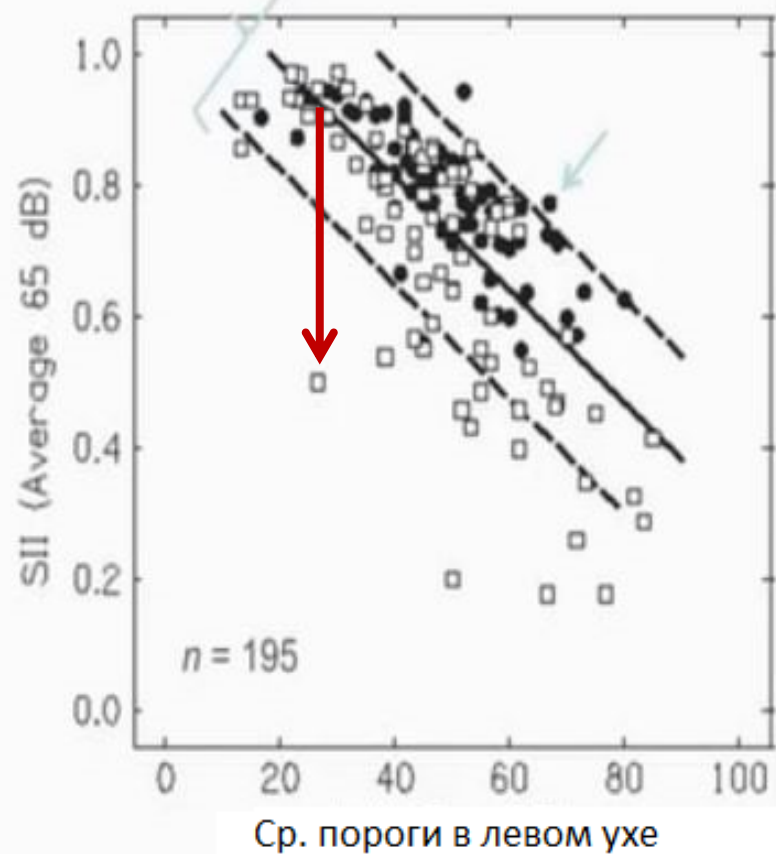
Кружки - правое ухо

Треугольники - левое ухо

Черные - отклонение от целевых значений менее 5 дБ

Белые - отклонение от целевых значений более 5 дБ

Диапазон ожидаемых значений SII в зависимости от ср. порогов (Bagatto и соавт., 2011)



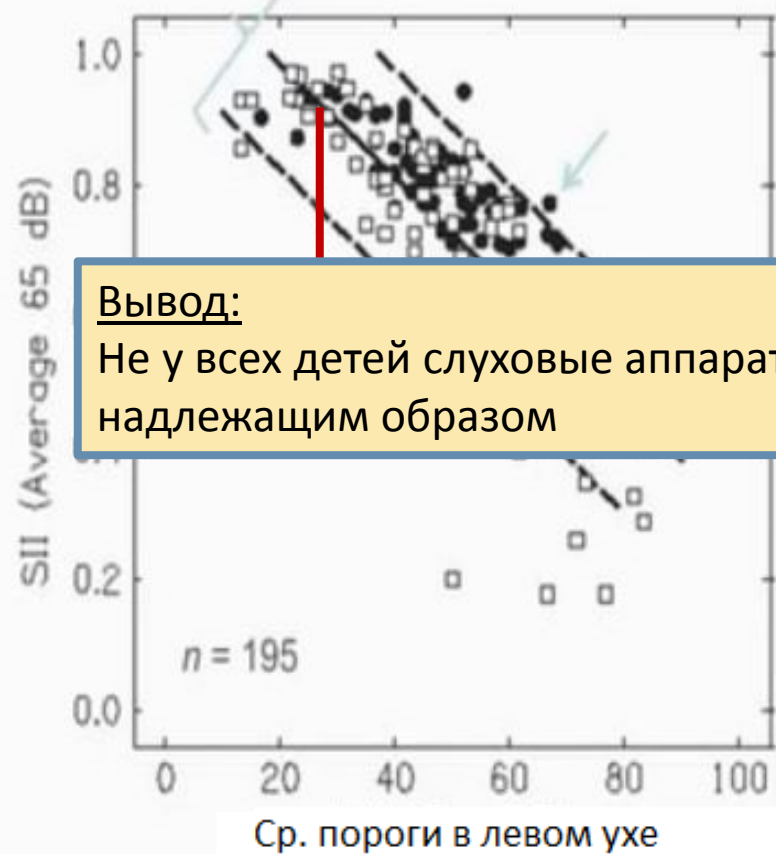
Оптимальная настройка слухового аппарата (ошибка RMS <math>< 5\text{ dB}</math>)

Черные символы = ошибка RMS <math>< 5\text{ dB}</math>

Белые символы = ошибка RMS >math>> 5\text{ dB}</math>

McCreery, Bentler, Roush, 2013

Диапазон ожидаемых значений SII в зависимости от ср. порогов (Bagatto и соавт., 2011)



Оптимальная настройка слухового аппарата (ошибка RMS <5 дБ)

Черные символы = ошибка RMS <5 дБ

Вывод:

Не у всех детей слуховые аппараты настроены надлежащим образом



# Точность методов верификации

---

Измерение в реальном ухе с помощью зонда  
Ошибка RMS = 5,67 дБ (SD = 3,95 дБ)

Функциональное усиление (в звуковом поле с аппаратами)  
Ошибка RMS = 7,92 дБ (SD = 4,67 дБ)



# Выводы

---

- ▶ Качество настройки слуховых аппаратов зависит от точности информации о порогах слышимости
  - ▶ Аппроксимированные пороги по данным КСВП или ASSR
  - ▶ Пороги, полученные при поведенческой аудиометрии
- ▶ При настройке слуховых аппаратов необходимо учитывать акустику слухового прохода
- ▶ Оптимальная слышимость достигается при верификации настройки слуховых аппаратов путем измерений в реальном ухе
  - ▶ Можно проводить измерение непосредственно в реальном ухе или
  - ▶ Измерять RECD с последующей имитацией измерения в реальном ухе



## Выводы

---

- ▶ Для оценки адекватности настройки слуховых аппаратов можно также воспользоваться индексом разборчивости речи (SII) без звукоусиления и со звукоусилением
- ▶ Результаты широкомасштабного межцентрового исследования, выполненного в США, указывают, что наряду с надлежащим подбором слуховых аппаратов, обеспечивающим хорошую слышимость, все еще встречаются случаи недостаточной слышимости, препятствующие достижению оптимальных результатов



# Коллектив исследователей



## Литература и дополнительные ресурсы

---

- ▶ Roush, PA and Seewald, RC. Acoustic Amplification for Infants and Children: Selection, Fitting and Management. In L. Eisenburg (ed). *Clinical Management of Children with Cochlear Implants*, (pp. 35-57) San Diego, California, Plural Publishing 2008.
- ▶ AAA Pediatric Amplification Protocol (2013) accessed at: <http://galster.net/wp-content/uploads/2013/07/AAA-2013-Pediatric-Amp-Guidelines.pdf>
- ▶ Bagatto, M., Scollie, S. D., (2014). Ontario Infant Hearing Program Protocol for the Provision of Amplification.
- ▶ McCreery, R.W., Bentler, R.A. & Roush, P.A. (2013) Characteristics of hearing aid fittings in infants and young children. *Ear and Hearing* 2013 Nov-Dec;34(6):701-10



Спасибо!

**Patricia Roush, AuD**

University of North Carolina

School of Medicine

Chapel Hill, NC 27514

Email: [pat.roush@unchealth.unc.edu](mailto:pat.roush@unchealth.unc.edu)