

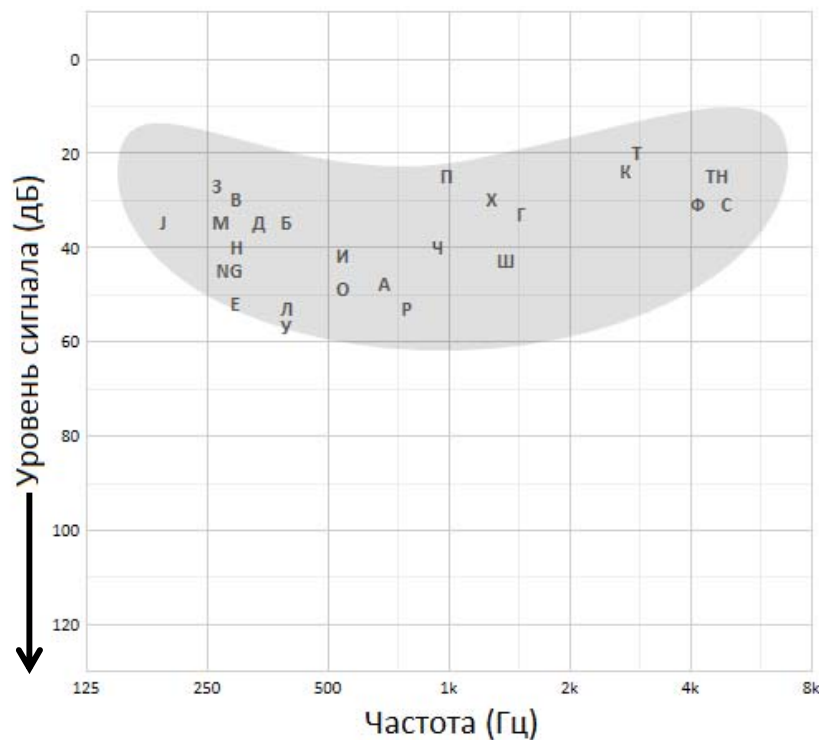
Обзор преимуществ использования SoundRecover у детей

Andrea Bohnert

Медицинский центр Университета им. Иоганна
Гутенберга (Майнц, Германия)

Отделение оториноларингологии, Факультет
коммуникационных нарушений

Распознавание высокочастотных речевых звуков



- Тяжелая тугоухость:
 - Проблемы распознавания высокочастотных речевых звуков, таких как /ф/, /с/, /ш/.
- Грамматическая информация:
 - Множественное число местоимений*
 - Притяжательные местоимения*

*Pat Stelmachowicz и соавт., 2000 – 2004
(Boys Town)*

*Относится, в первую очередь, к английскому и немецкому языку

Распознавание высокочастотных ЗВУКОВ

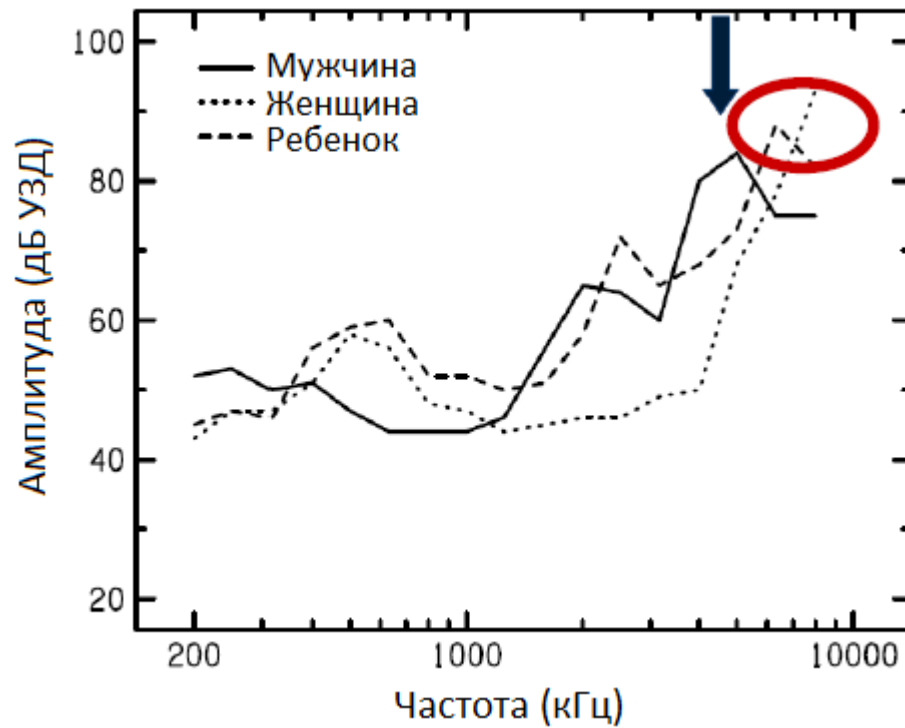
- Распознавание многих звуков...
 - Пение птиц
 - Сигналы тревоги
 - Дверной звонок
 - Звонок телефона
 - ...и т.д.
- Все звуки ценны, поэтому мы должны повысить общее качество звуковосприятия ребенка

Относится к детям, говорящим на тональных и нетональных языках

Речевой спектр

Звук /с/, произнесенный мужчиной, женщиной и ребенком

Мужчина ~ 5 кГц
Женщина ~ 6-9 кГц
Ребенок ~ 9 кГц



Boothroyd и соавт., 1992

Stelmachowicz и соавт., 2001

Stelmachowicz, 2008 (Como)

Слуховые аппараты

Больше усиления на высоких частотах?

- Большой риск обратной связи
- Значительное высокочастотное усиление часто воспринимается как дискомфортное – слишком громко, слишком пронзительно, слишком резко
- Мертвые зоны – восприятие "вне частоты стимула" (имеется в виду, что человек слышит звук не на частоте стимула, а на одной из ближайших сохранившихся в улитке частот)

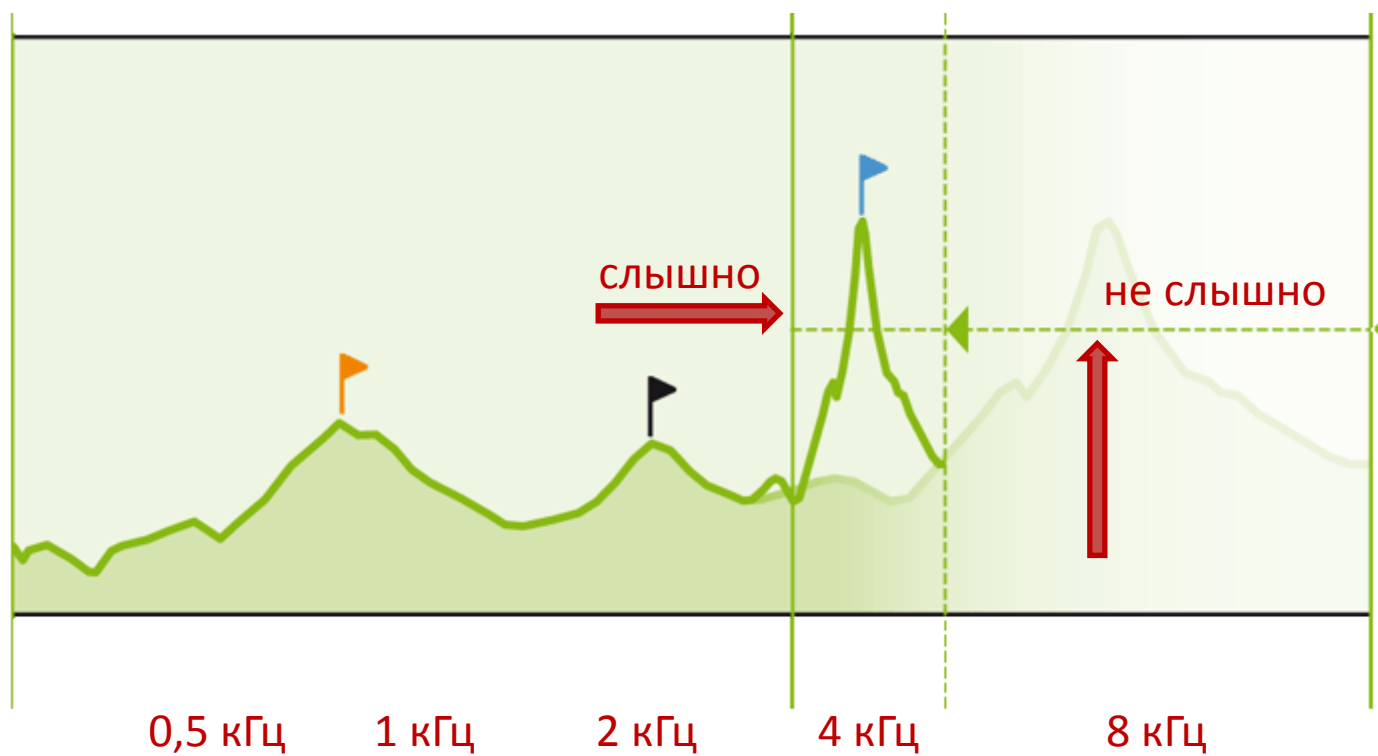
Нарушение слуха

Мертвые зоны

- "...зоны улитки, в которых внутренние волосковые клетки (или нейроны) отсутствуют или сохранены лишь частично".

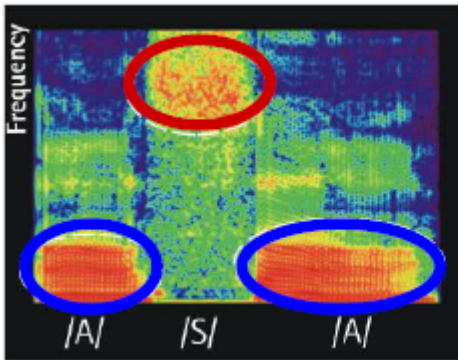
Moore (2004)

Частотная компрессия (ЧК) = SoundRecover

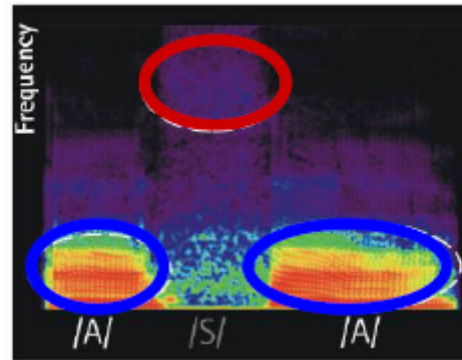


Launer, 2007 (Chicago)

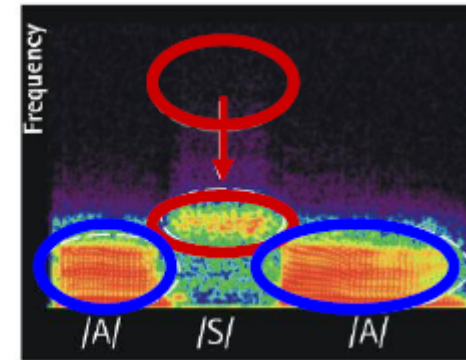
Частотная компрессия (ЧК)



Исходный сигнал



Имитация
высокочастотной
тугоухости

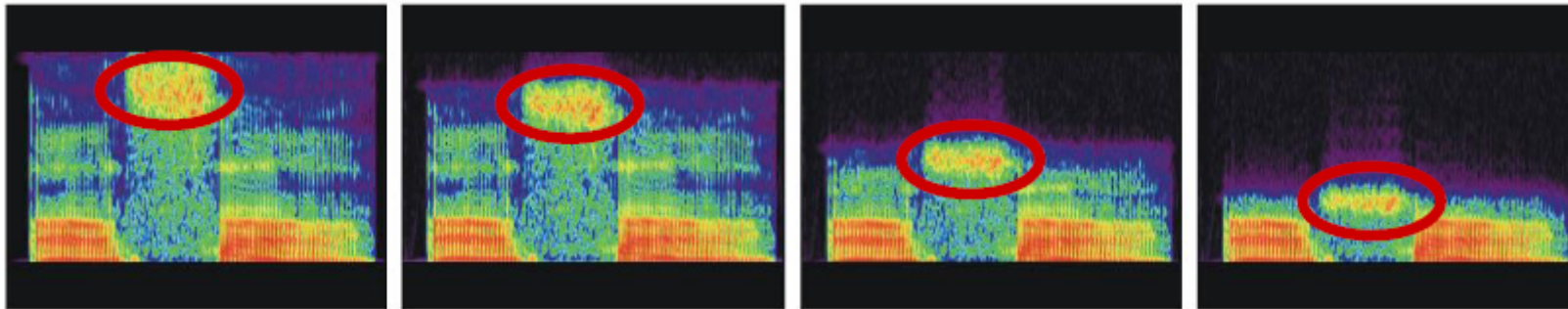


Нелинейная
частотная
компрессия

Launer, 2007 (Chicago)

Частотная компрессия (ЧК)

- Различные настройки ЧК
- ЧК применяется лишь к частотам, расположенным выше граничной частоты
- Выходные сигналы не накладываются на ниже расположенные частоты
- Общее соотношение различных компонентов речи остается неизменным



Исходный сигнал

4000
1,5:1

2000
2:1

1500
4:1

Launer, 2007 (Chicago)

Частотная компрессия (ЧК)

- Что происходит, когда мы пользуемся понижением частоты?
- Кто может быть кандидатом на использование этой технологии?
- Помогает ли она?
- Есть ли доказательства ее эффективности?

Опубликовано множество работ...

Исследования, посвященные частотной компрессии

- Glista et al., 2009a** *Int J Audio1-13, DOI: 10.1080/14992020902971349*
- Glista et al., 2009** *Hearing Review, 16 (12): 20-24*
- Scollie et al., 2011** *ENT & Audiology News, vol. 20, no. 5, pp. 83–87*
- Glista et al., 2012** *International Journal of Otolaryngology.*
Article ID 982894, 12
pagesdoi:10.1155/2012/982894
- Glista et al., 2012** *American Journal of Audiology, 21: 76-81*
- Glista et al., 2012** *Journal of Speech, Language, and Hearing Research. Vol. 55,1-23*

Исследования, посвященные частотной компрессии

- Wolfe et al., 2009** *The Hearing Journal 2009 62(9): 32- 35*
- Wolfe et al., 2010** *J Am Acad Audiol 21 (10): 618-628*
- Bohnert et al., 2010** *Eur Arch Otorhinolaryngol,*
DOI 10.1007/s00405-009-1170-x
- Wolfe et al., 2013** *The Hearing Journal, 66(9), 26-29*
- Wolfe et al., 2014** *The Hearing Journal, in press*
- Wolfe et al., 2014** *J Am Acad Audiol , submitted*
- Wolfe et al., 2014** *J Am Acad Audiol , submitted*

Исследования, посвященные частотной компрессии

Основные выводы...

- Значительное улучшение обнаружения и распознавания высокочастотных речевых звуков
 - Распознавание гласных не ухудшается
- Улучшение восприятия звуков и разборчивости речи в тишине
- Улучшение разборчивости в шуме

Исследования, посвященные частотной компрессии

Основные выводы...

- Важное значение имеет отбор кандидатов
 - Высокочастотная тугоухость высокой степени
 - У детей эффективность выше
 - Индивидуальная вариабельность
 - Возможен эффект адаптации (6-8 недель, может зависеть от степени тугоухости)

Частотная компрессия: собственные исследования

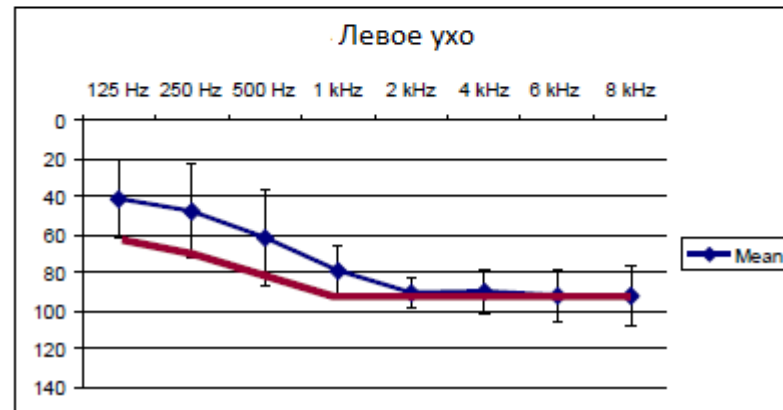
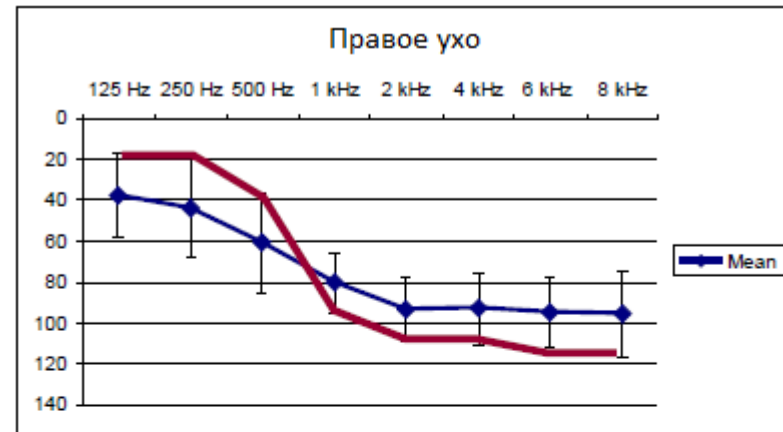
Дети с тяжелой/глубокой тугоухостью:

- Можно ли продемонстрировать улучшение разборчивости речи?
- В тишине и в шуме?
- Какова длительность адаптации у детей?
- При какой конфигурации аудиограммы методика наиболее эффективна?
 - Круто нисходящая или плоская?

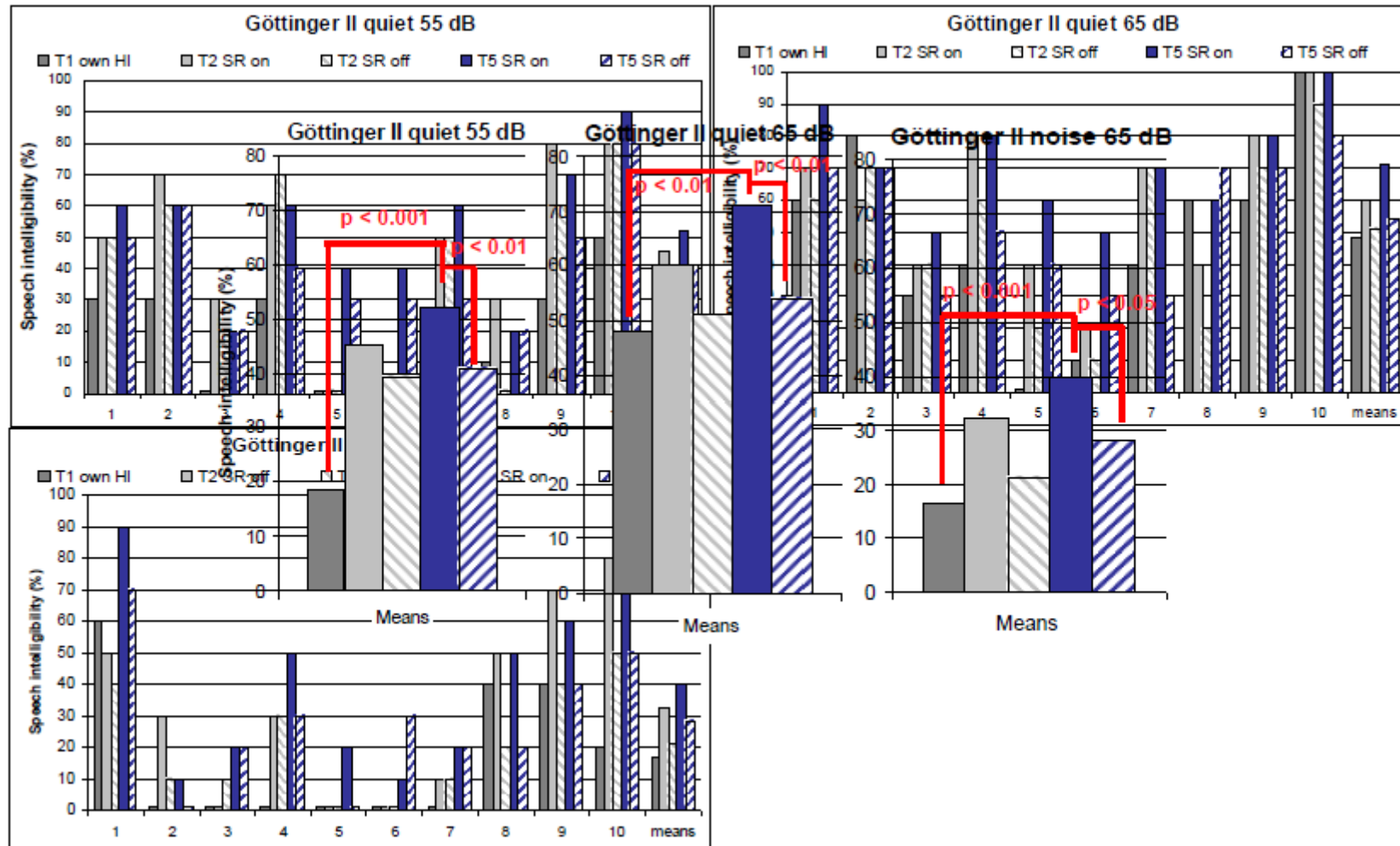
Клинические исследования

- 13 детей (4 девочки, 9 мальчиков)
- Возраст: 6-15 лет (средний возраст 10 лет 5 месяцев)
- Постоянные пользователи цифровых заушных слуховых аппаратов
- Подобраны высококачественные слуховые аппараты, настроенные по формуле DSL
- Без предшествующего опыта использования технологий понижения частоты
- Слухо-речевое общение; родной язык - немецкий

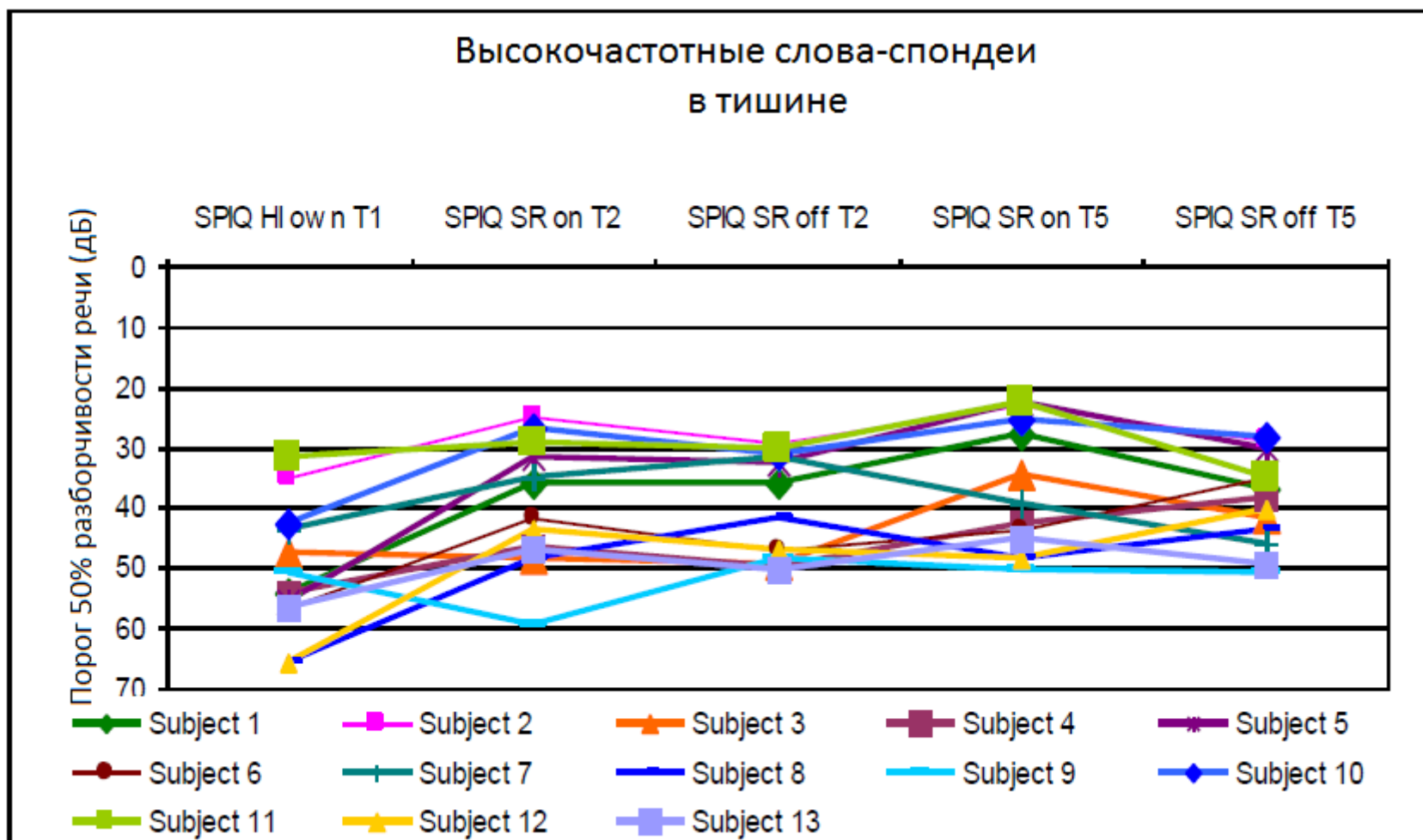
Аудиограмма справа/слева



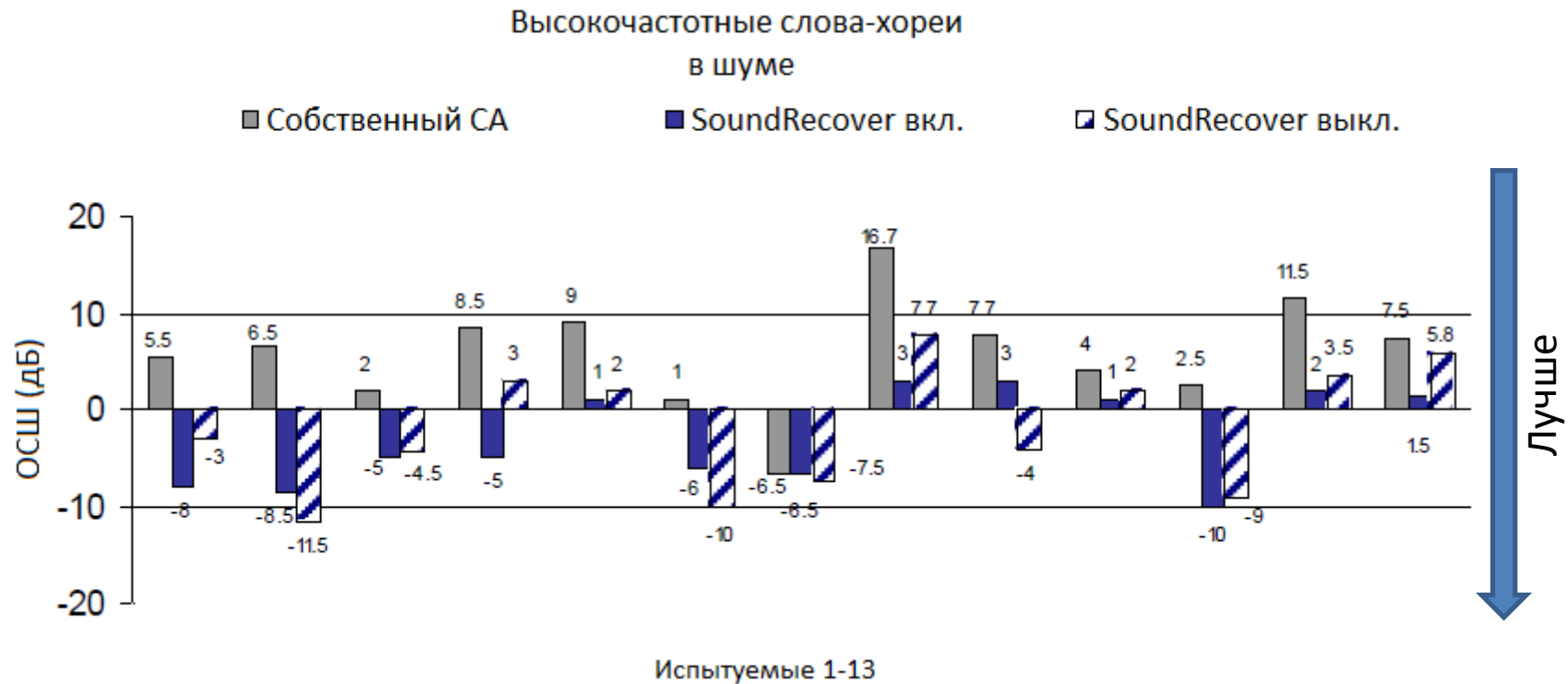
Групповые результаты: тест GII, сравнение T1 и T5



Групповые результаты: тест HF-AAST В ТИШИНЕ



Групповые результаты: тест HF-AAST в шуме



Методика настройки ЧК у детей

Авторы протокола:

- Glista, Scollie
Audiology Online (2009)
- Scollie, Glista, Bagatto, Moody
Ontario Infant Hearing Program (2011)

Слуховые аппараты с технологией понижения частоты

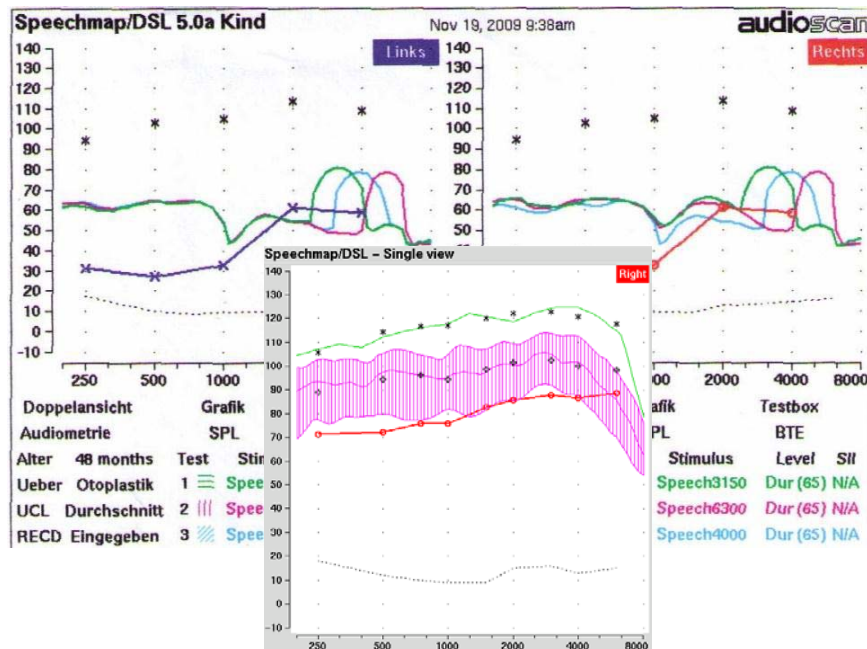
Приложение к протоколу и вспомогательная документация

Методика настройки ЧК у детей

1. Амплитудно-частотная характеристика СА должна основываться на детском варианте формулы DSL 5 *m* [i/o]
2. Настройте аппарат на целевые значения с выключенной ЧК
Обеспечьте максимальную слышимость высокочастотных речевых звуков
Проведите измерение с использованием речеподобного сигнала / ISTS
3. Включите ЧК
4. Проведите измерение с использованием речеподобного сигнала / ISTS, а также с использованием фильтрованных стимулов высокочастотного речевого диапазона
5. Тестирование живым голосом - /с/ и /ш/

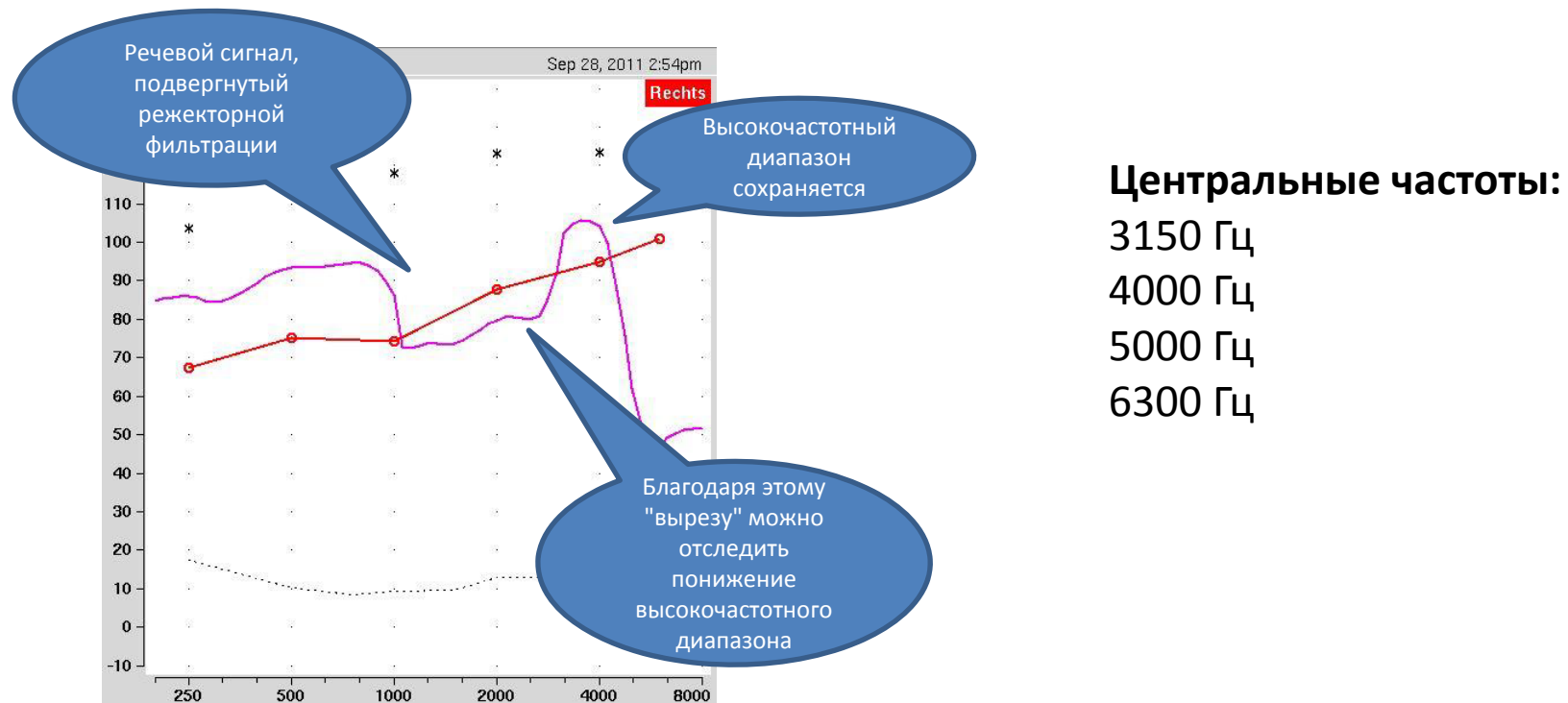
Верификация

- Речеподобный сигнал / ISTS (международный речевой тестовый сигнал)
- Фильтрованный сигнал высокочастотного речевого диапазона



Верификация

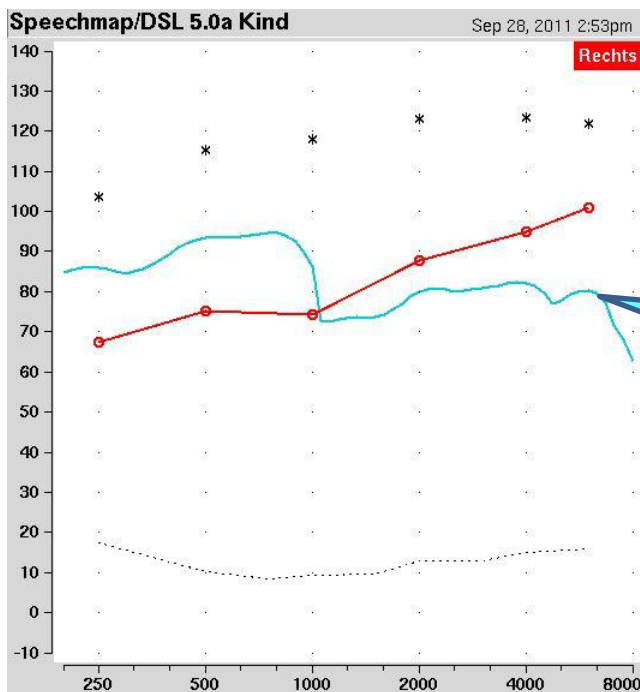
- Фильтрованный сигнал высокочастотного речевого диапазона



Снимок с экрана Audioscan Verifit

ЧК включена/выключена

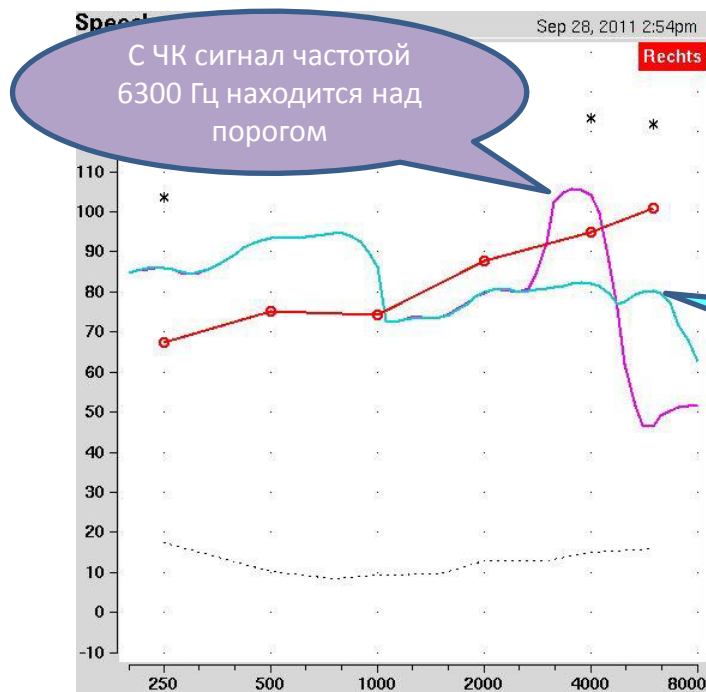
- Фильтрованный сигнал высокочастотного речевого диапазона



Без ЧК сигнал частотой 6300 Гц остается ниже порога

ЧК включена/выключена

- Фильтрованный сигнал высокочастотного речевого диапазона



С ЧК сигнал частотой 6300 Гц находится над порогом

Теперь звук /с/ слышен!

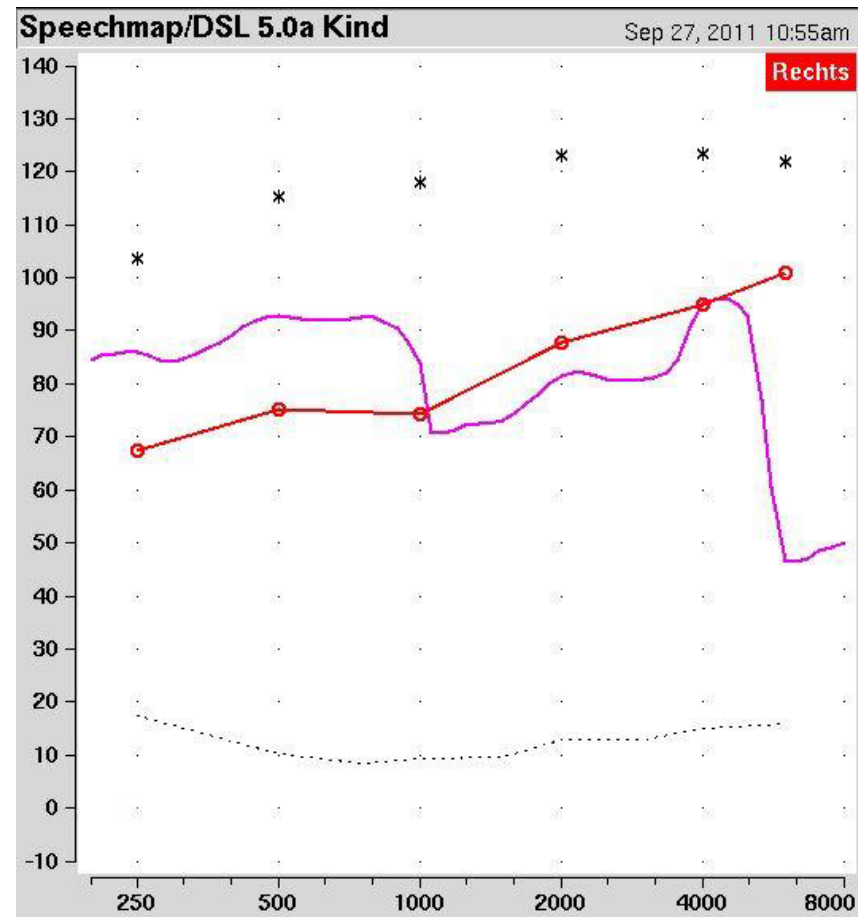
Без ЧК сигнал частотой 6300 Гц остается под порогом

Настройка ЧК

- Программа предлагает исходную настройку ЧК
- Значения граничной частоты и коэффициента компрессии устанавливаются, исходя их аудиограммы лучше слышащего уха
- Убедитесь в слышимости звуков /с/ и /ш/
- При необходимости выполните точную настройку...!!!

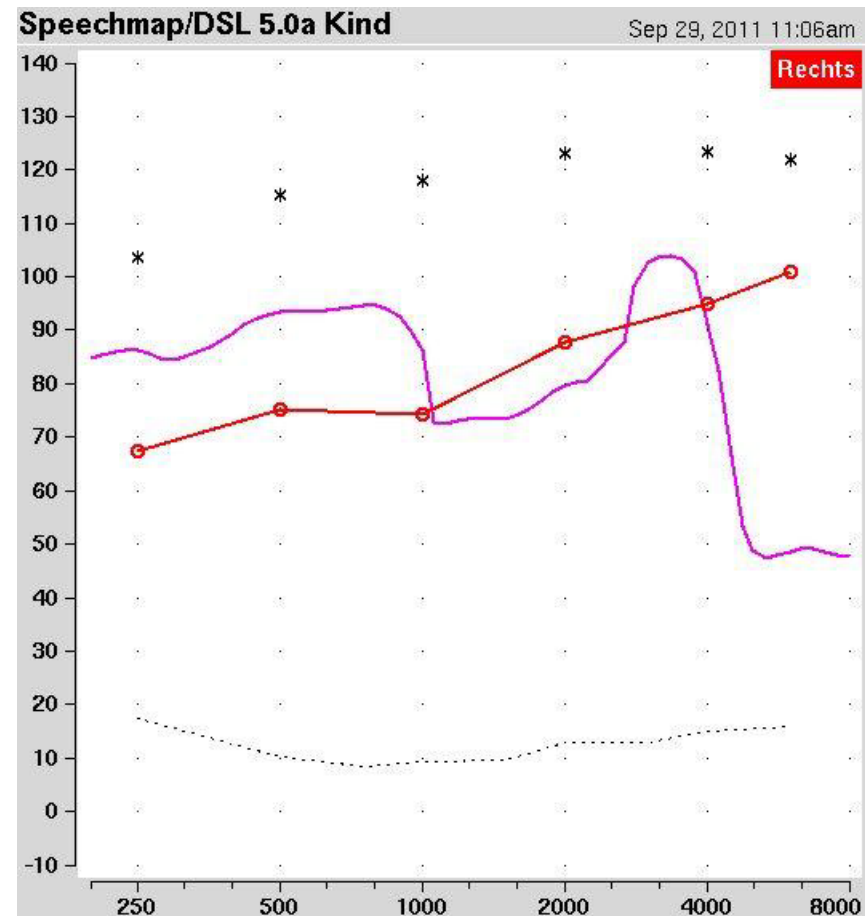


Настройка по умолчанию



Настройка ЧК

- Программа предлагает исходную настройку ЧК
- Значения граничной частоты и коэффициента компрессии устанавливаются, исходя их аудиограммы лучше слышащего уха
- Убедитесь в слышимости звуков /с/ и /ш/
- При необходимости выполните точную настройку...!!!



Точная настройка

Настройка ЧК: выводы

- Точная настройка возможна!
- Усиление и ЧК взаимосвязаны
- При недостаточном высокочастотном усилении воспользуйтесь более "сильной" настройкой ЧК, чтобы звук /с/ был слышен

Всегда пользуйтесь минимальной "силой" ЧК, обеспечивающей слышимость звука /с/

Заключение

В ряде работ продемонстрировано:

- Улучшение обнаружения звуков
- Повышение разборчивости речи в тишине и шуме
- Значительные субъективные преимущества
- Возможность использования при малой/умеренной, тяжелой и глубокой тугоухости
- Необходима адаптация к "новым" высокочастотным звукам

Заключение

- Практичная и надежная технология для взрослых и детей
- Необходима индивидуальная и аккуратная настройка

Выполняйте рекомендации протоколов по настройке аппаратов, использующих технологию понижения частоты!!



А как быть с тональными языками?

Языковые различия могут быть обусловлены следующими причинами:

- Лексический вклад тоналности
- Слоговая структура "согласный-гласный" китайского языка значительно отличается от сложной слоговой структуры английского языка
- Идентификация большей части фраз китайского языка основана на гласных сегментах (66% в китайском языке против 45% в английском)
 - Chen, Wong, Wong, JASA 2013; Fogerty, Kewley-Port, JASA 2009
- Статистическая вероятность идентификации слогов на основании гласного сегмента в китайском языке намного выше, чем в английском

А как быть с тональными языками?

- Высокочастотная информация важна, но не в такой степени, как в нетональных языках
- Низкочастотные звуки (гласные) содержат в 3 раза больше информации, чем, например, в английском языке (2:1)
 - Chen, Wong, Wong, JASA 2013
- Высокочастотные согласные не содержат лексическую информацию
- *Высокие частоты несут речевую информацию*
 - *например, разграничивают отдельные слова*

А как быть с тональными языками?

- Большая часть тональной информации заключена в диапазоне ниже 1500 Гц
- Поэтому ЧК не причиняет вреда тональным языкам

Высокочастотная информация, поступающая из окружающей среды, важна для общего качества воспринимаемых ребенком звуков.

Практические выводы и вопросы на будущее

Нам еще предстоит изучить...

...влияние ЧК на тональные языки

Исследования:

- Отделение оториноларингологии и хирургии головы и шеи Китайского университета Гонконга
 - Д-р Анна Кам с коллегами: "Клиническое исследование технологии частотной компрессии"
- Больница Tongren (Пекин)
 - Д-р Chen с коллегами: "Частотная компрессия и тональные языки"

