
Слышать или догадываться?
Могут ли современные беспроводные
технологии повысить слуховые
показатели пользователей КИ?

Jace Wolfe, Ph.D.

Содержание

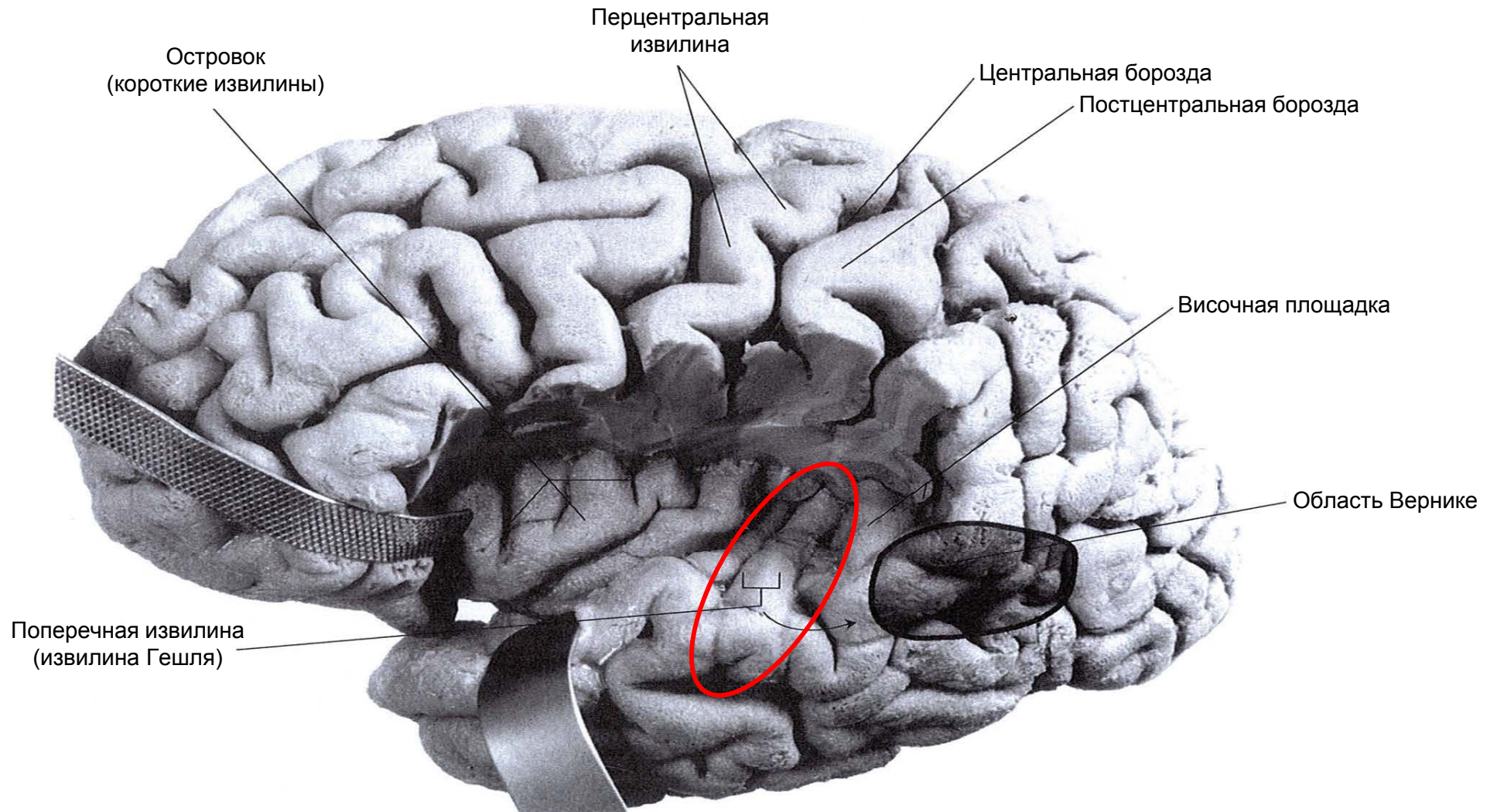
- Развитие слуховых зон головного мозга: обзор
- Способствование развитию слуховых зон головного мозга у детей с кохлеарными имплантами путем использования технологии дистанционных микрофонов



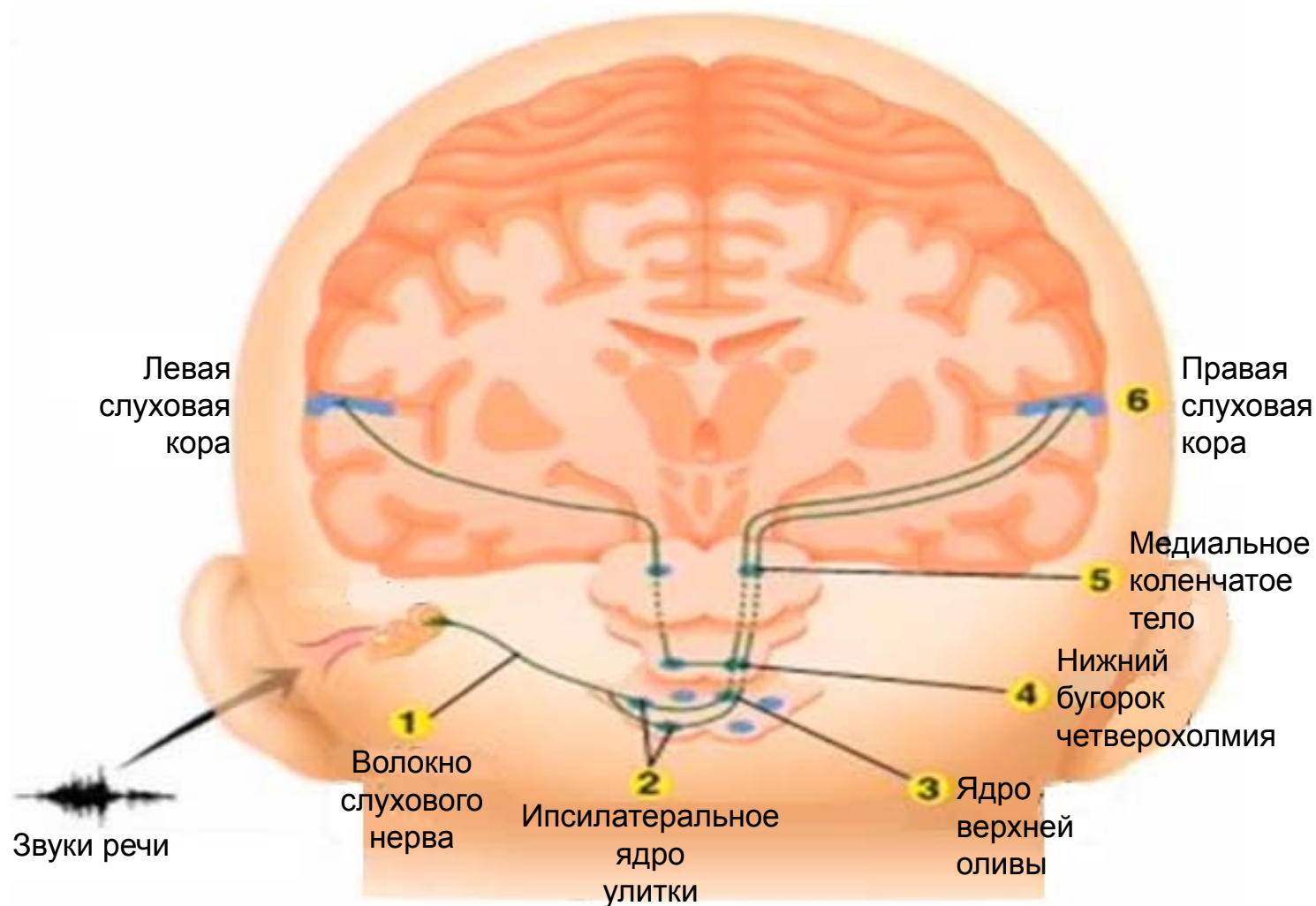


На этом классическом рисунке первичная слуховая кора не видна

Первичная слуховая кора

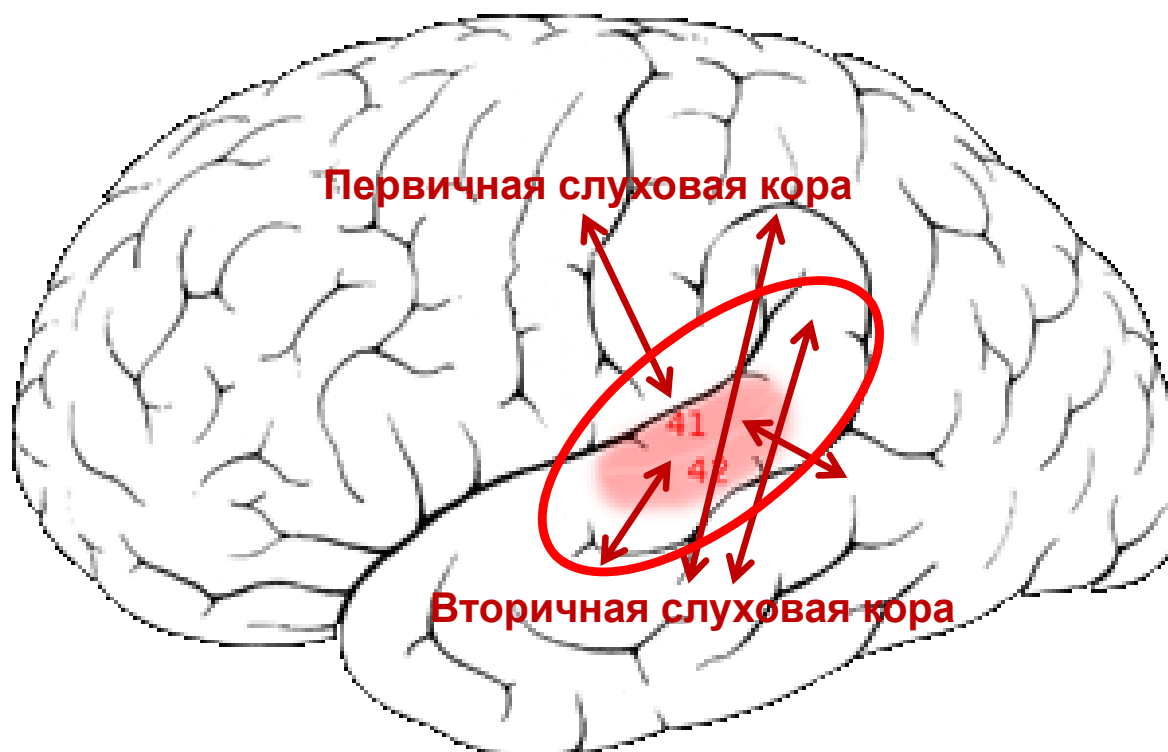


Слуховой отдел нервной системы



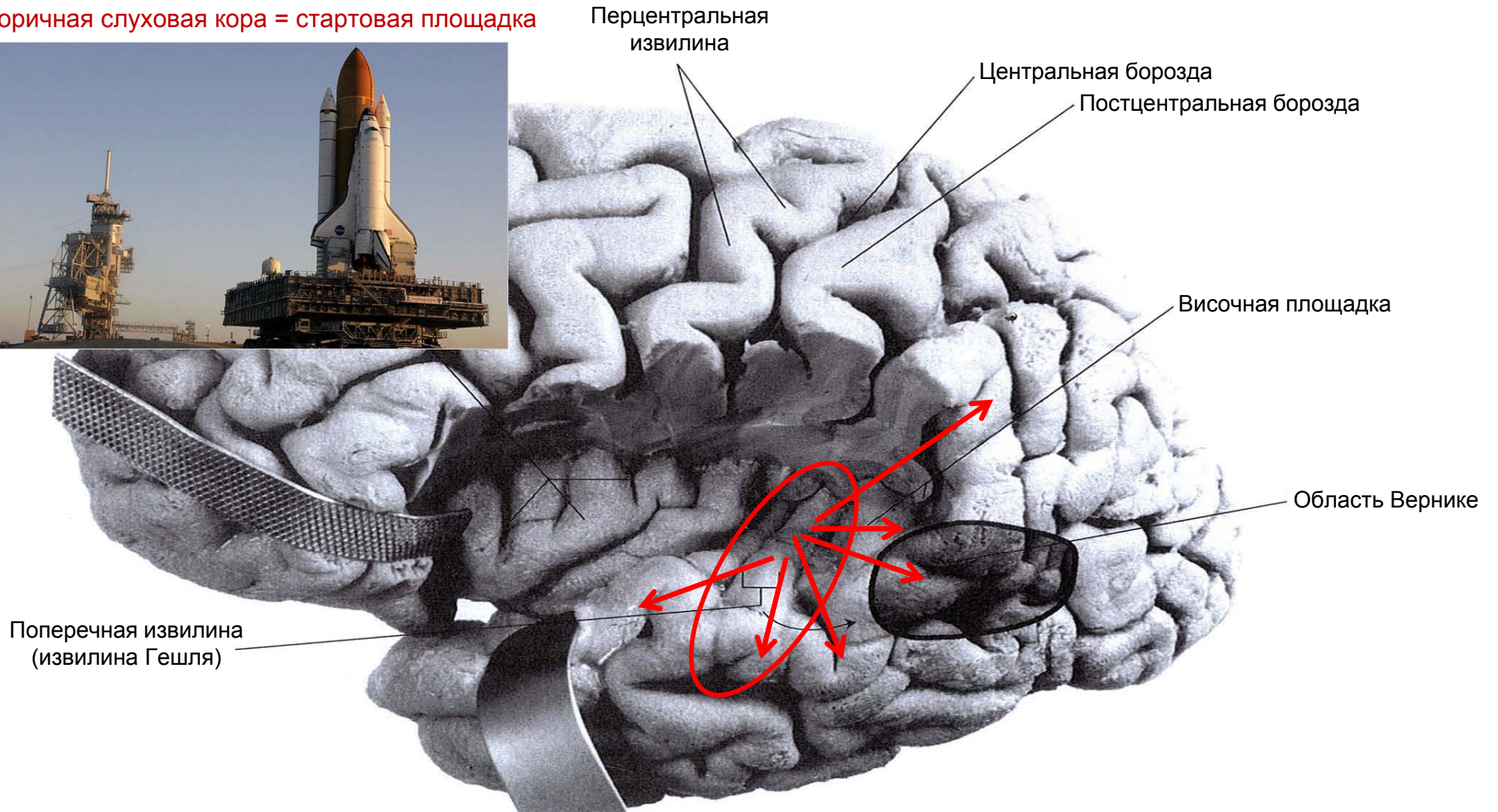
Слуховые сигналы из периферической части слуховой системы попадают в первичную слуховую кору (преимущественно контралатеральную)

Вторичная слуховая кора



Слуховая кора

Вторичная слуховая кора = стартовая площадка



Слуховая кора

Вторичная слуховая кора = стартовая площадка



Перцентральная извилина

Центральная борозда

Постцентральная борозда

Височная площадка

Вторичная слуховая кора содержит плюрипотентные нейроны, способные обрабатывать мультимодальные стимулы, например, зрительные или тактильные.

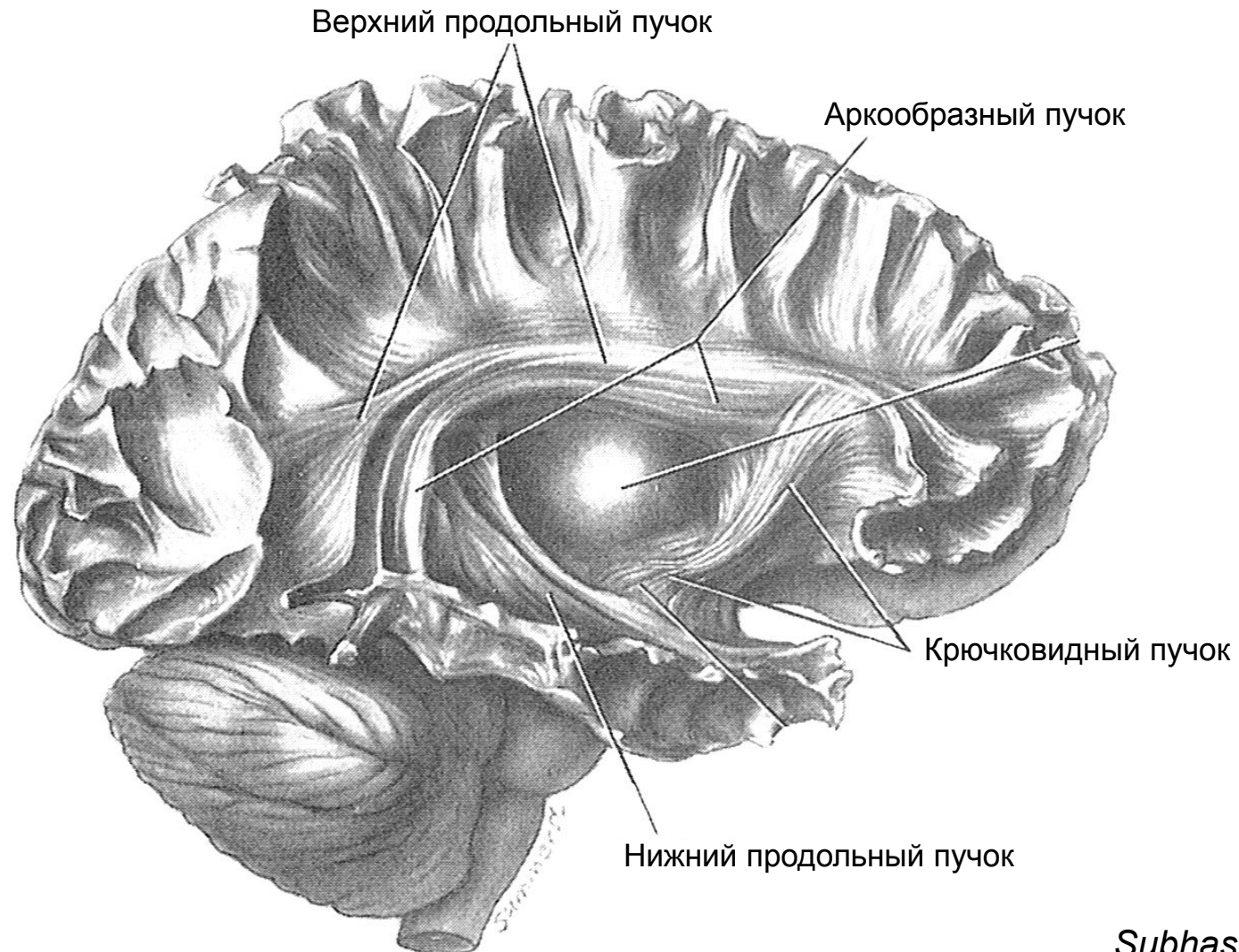
Область Вернике

Поперечная извилина
(извилина Гешля)

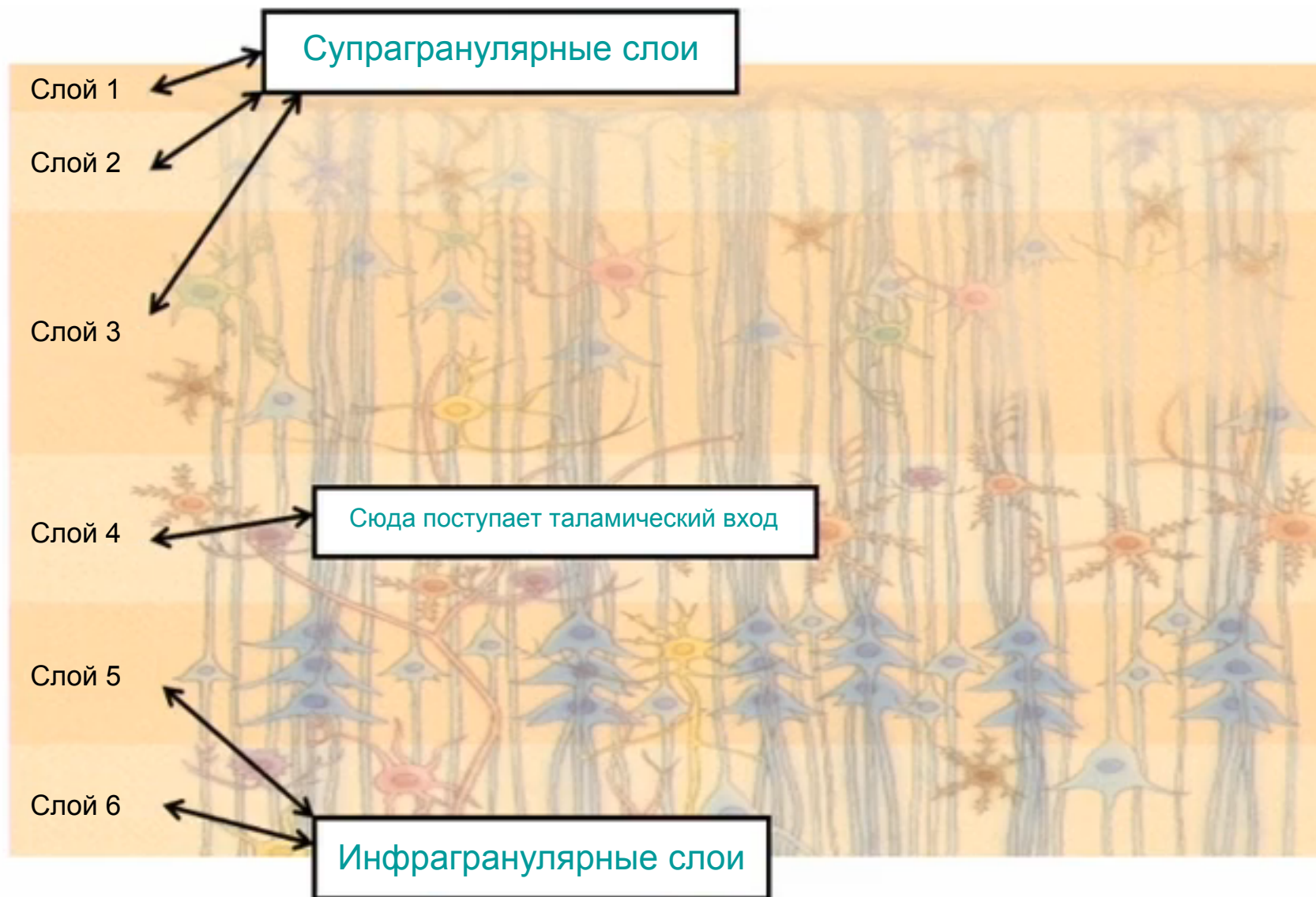
Вторичная слуховая кора служит стартовой площадкой для интеграции звука в остальные области головного мозга.

Аркообразный пучок

Межполушарные волоконные пути



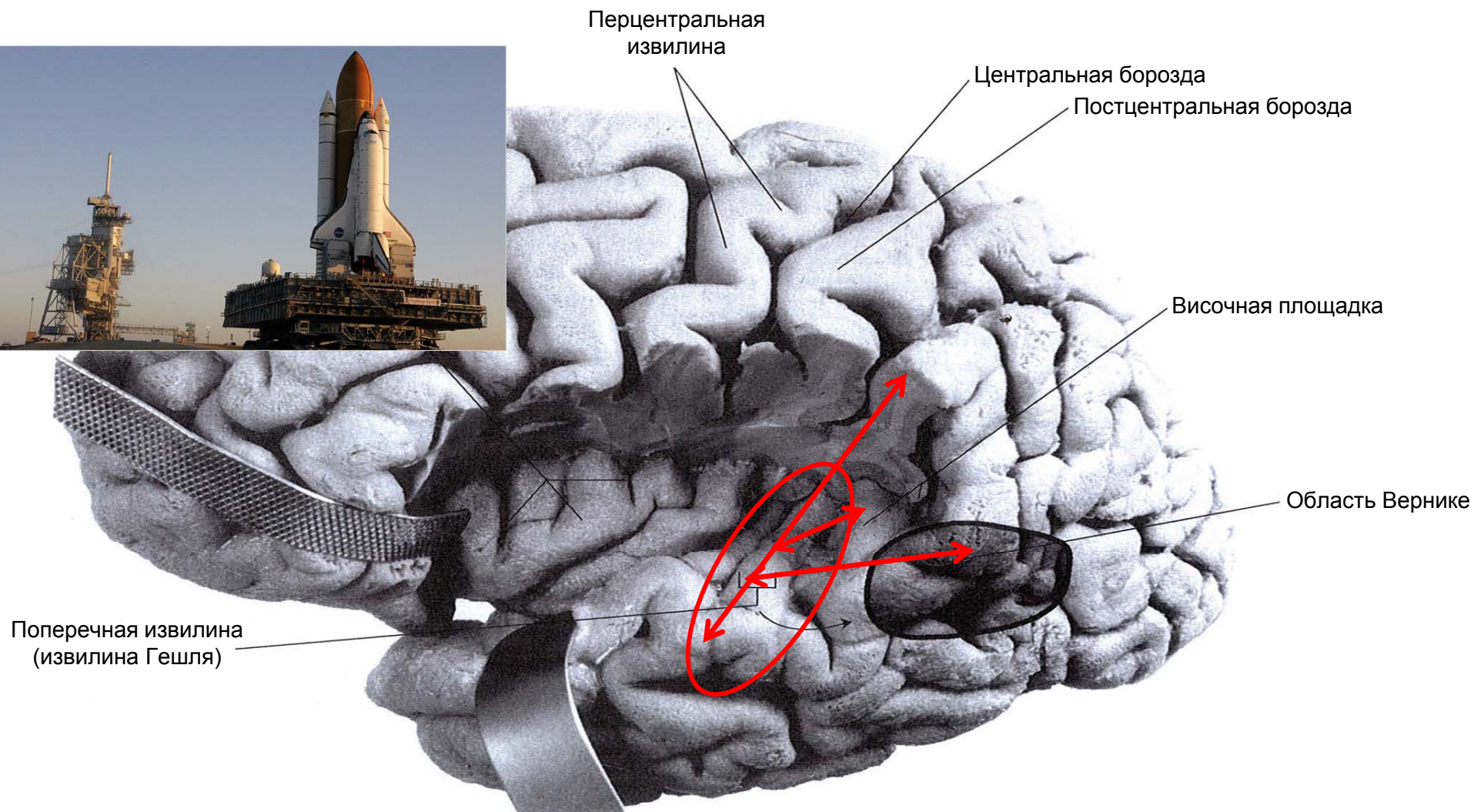
Слои коры головного мозга



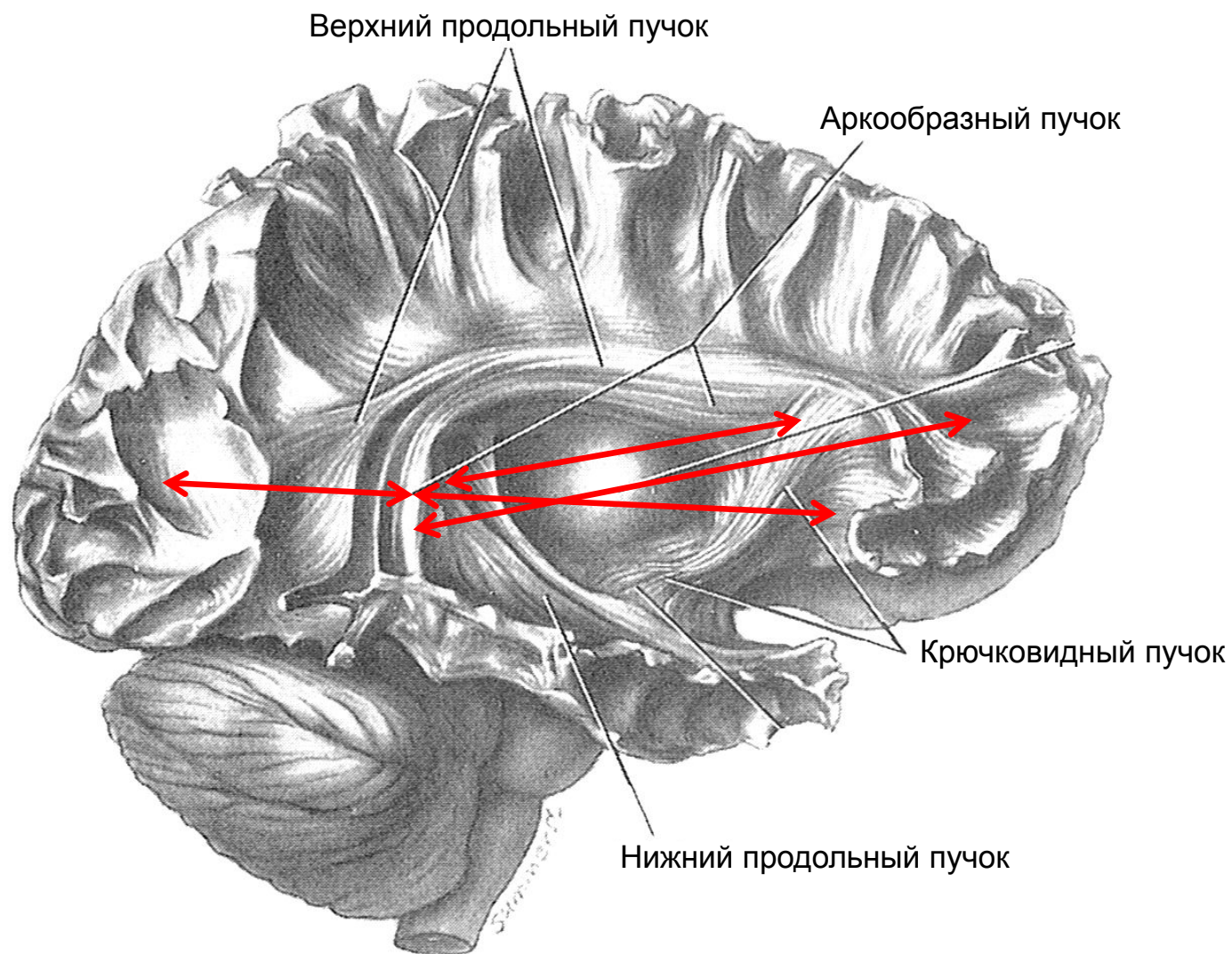
Слои коры головного мозга



Слуховая кора



Аркообразный пучок



Коннектом

Когнитивные функции высшего порядка опосредованы нейронными сетями, включающими связанные между собой нейроны разных областей мозга. Таким образом, слуховая информация обрабатывается не только в слуховой коре, но и распределяется по другим областям мозга.

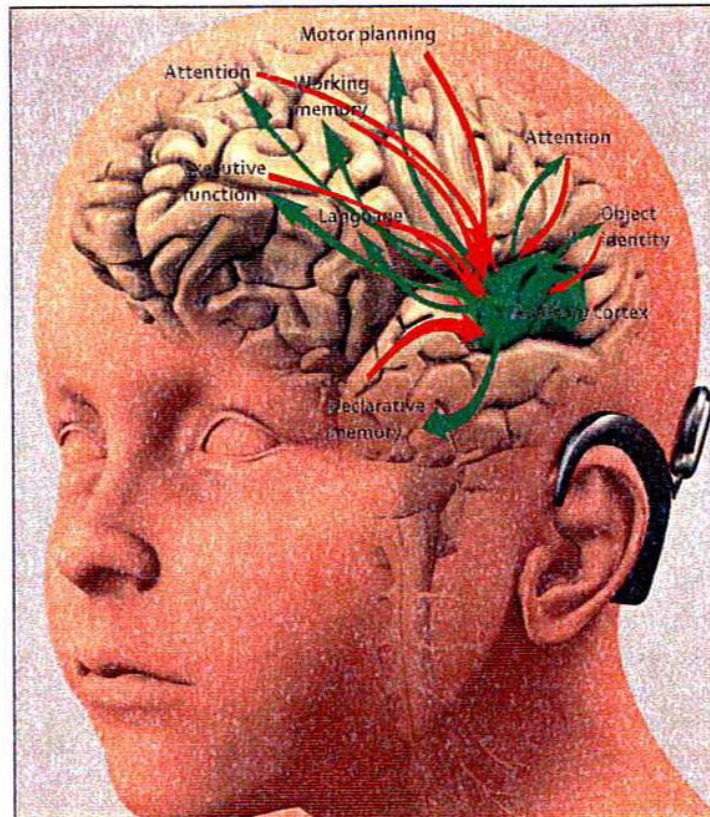
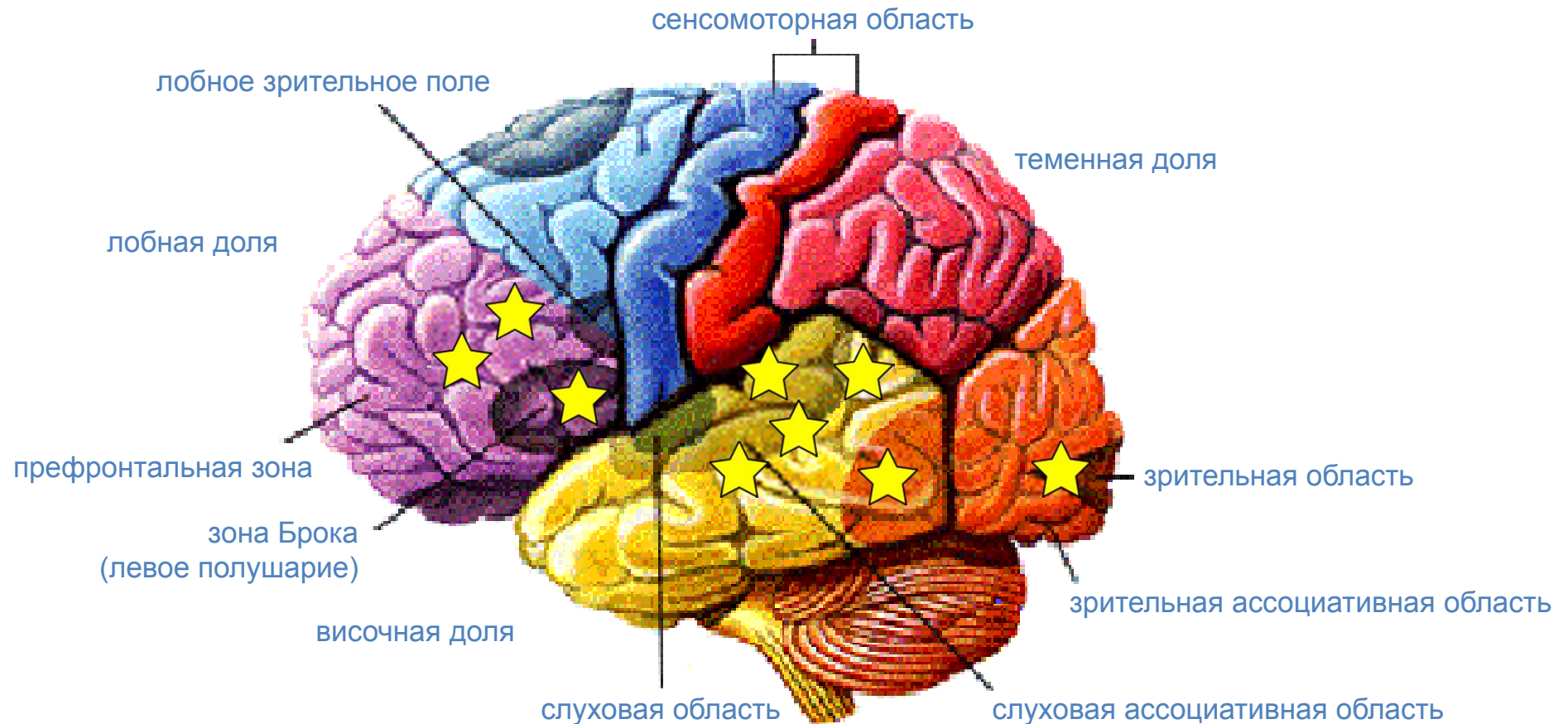


Рис. 4: Слуховой компонент коннектома головного мозга человека. Иллюстрация взаимодействия слуховой коры человека с областями высшего порядка, вовлеченными в когнитивные функции. Локализация функций в головном мозге показана схематично. Восходящие связи отмечены зеленым цветом, нисходящие – красным. Толщина линий не отражает силу связей. Для наглядности иллюстрации речевой процессор и активная кора показаны с одной и той же стороны.

Слушающий мозг: Межполушарная передача



В целом, всё, что поступает в наш мозг, преобразуется в паттерны нейронной активности.

Если бы обработка услышанного слова заканчивалась в слуховой коре, для нас это был бы просто бессмысленный звук/шум. Именно благодаря тому, что информация распространяется по другим областям и подвергается анализу, мы понимаем смысл услышанного. Например, если мы слышим слово "желтый", перед нашим мысленным взором появляется этот цвет, а затем ассоциации, связанные с ним - канарейка, Губка Боб Квадратные Штаны и т.д.

Обучающийся мозг

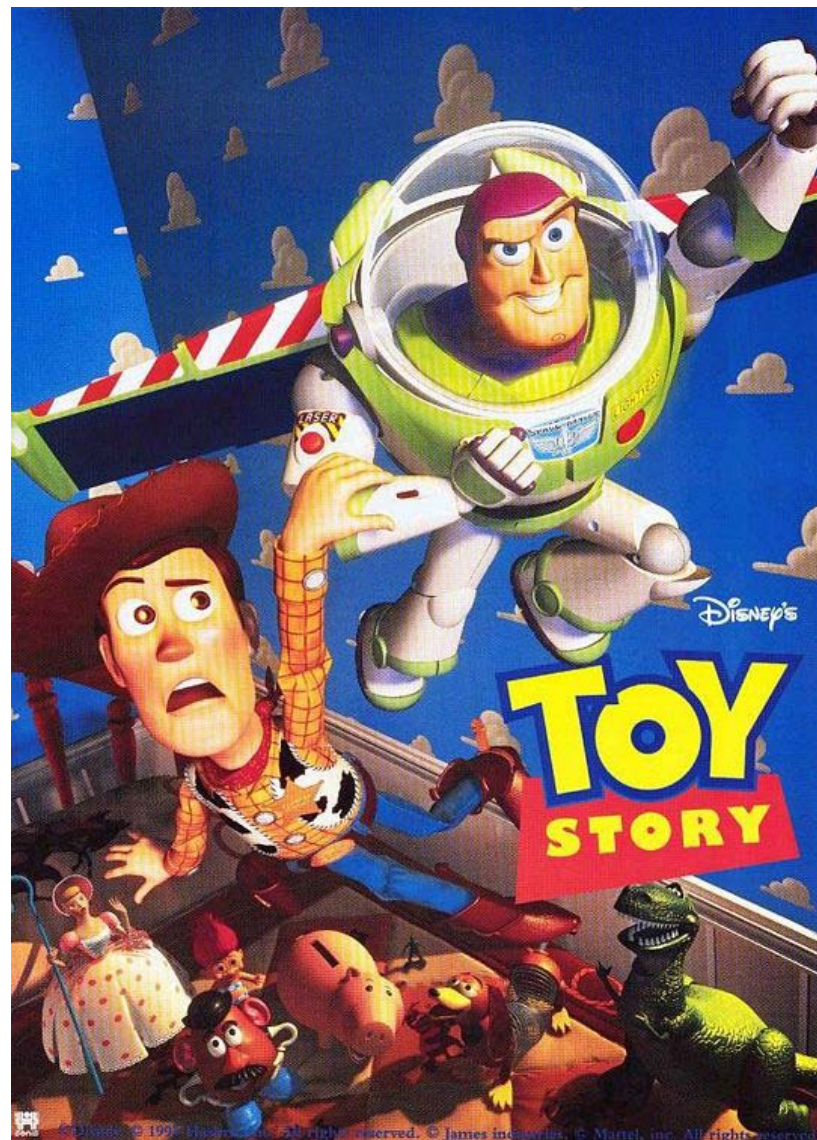


В целом, всё, что поступает в наш мозг, преобразуется в **паттерны нейронной активности.**

Затем возникают более сложные ассоциации. Например, если вы слышите шипение шипение поджариваемого на сковороде бекона перед вашим мысленным взором появляются ломтики бекона. Если вы голодны, начнется слюноотделение. Поскольку задействована лобная кора, появляются ассоциации типа "Я люблю бекон, но он повышает холестерин. Поэтому, если я съем больше двух ломтиков, мне надо проверить уровень холестерина". Все потому, что слово "бекон" стимулирует определенный паттерн нейронных разрядов, включающих в том числе и эмоции.

Изучая мир с помощью слуха

Докладчик
вначале
воспроизвел
запись голоса
известного
анимационного
персонажа,
который
присутствующие
сразу же узнали,
а затем показал
картинку.



Изучая мир с помощью слуха



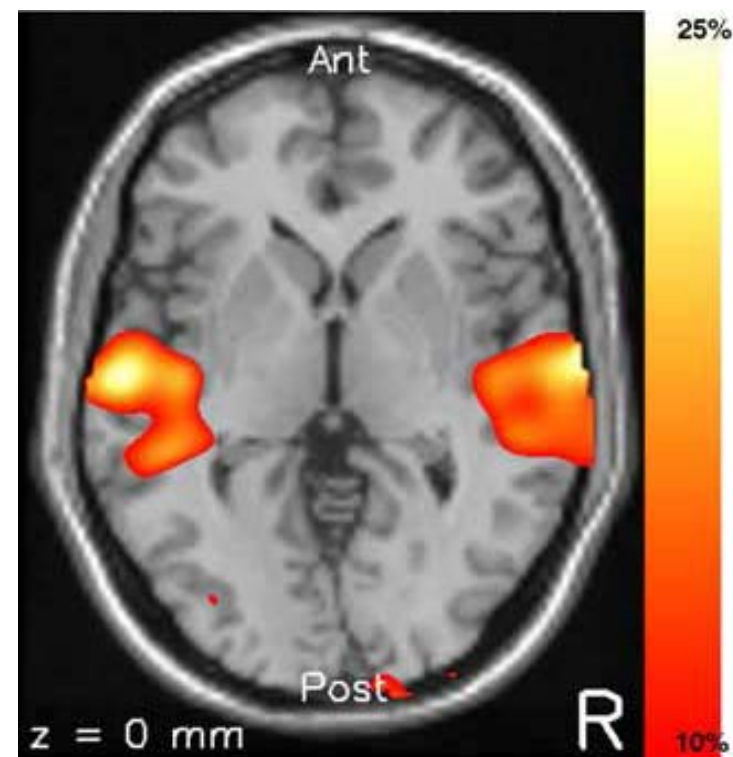
Чтобы вызвать ассоциацию, звук не обязательно должен содержать некий смысл. Докладчик воспроизвел характерное восклицание Гомера Симпсона, которое все присутствующие сразу же узнали, а затем показал картинку.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЛУХОВЫХ ОБЛАСТЕЙ МОЗГА

Green и соавт., 2005

- Позитронно-эмиссионная томограмма (ПЭТ), снятая во время прослушивания отрывка из книги постлингвально оглохшим взрослым пользователем кохлеарного импланта.
- Видна активация правой и левой первичной и вторичной слуховой зоны.

Хорошая активация слуховых зон (КИ слева)

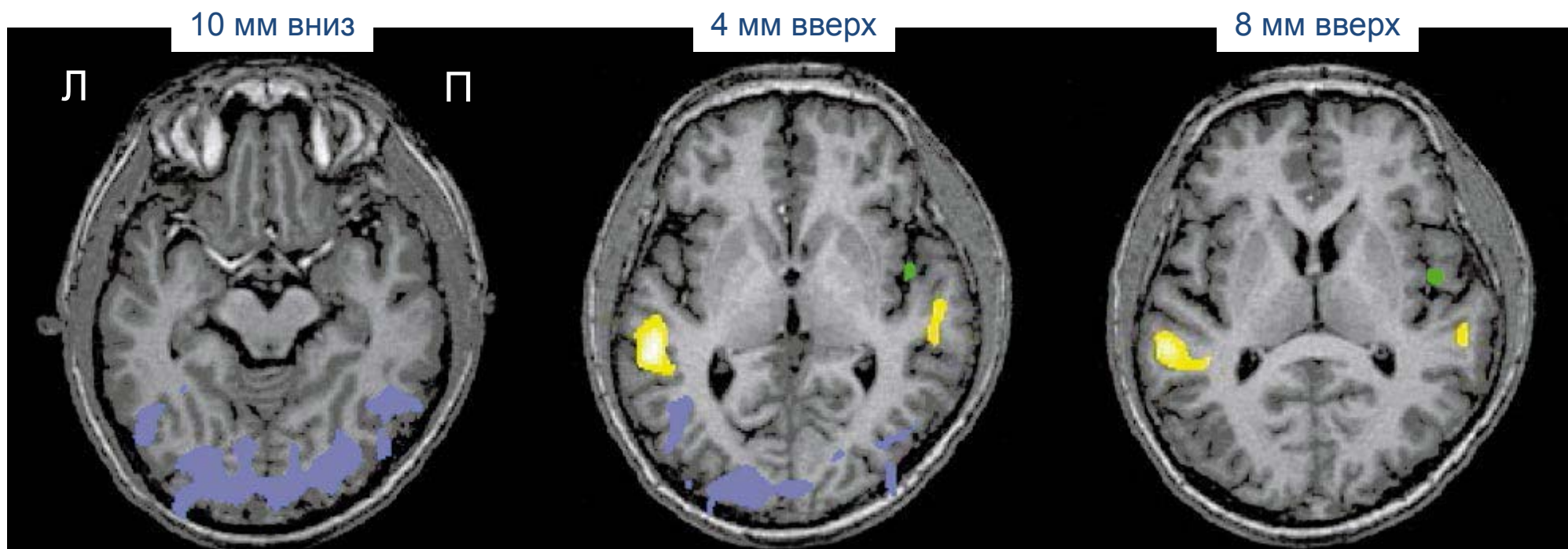


При раннем доступе к речевой информации наблюдается двусторонняя активация первичной и вторичной слуховой коры.

Nishimura и соавт., 1999

Прелингвально оглохший; КИ выполнена во взрослом возрасте

Горизонтальные срезы относительно плоскости интеркомиссуральной линии:



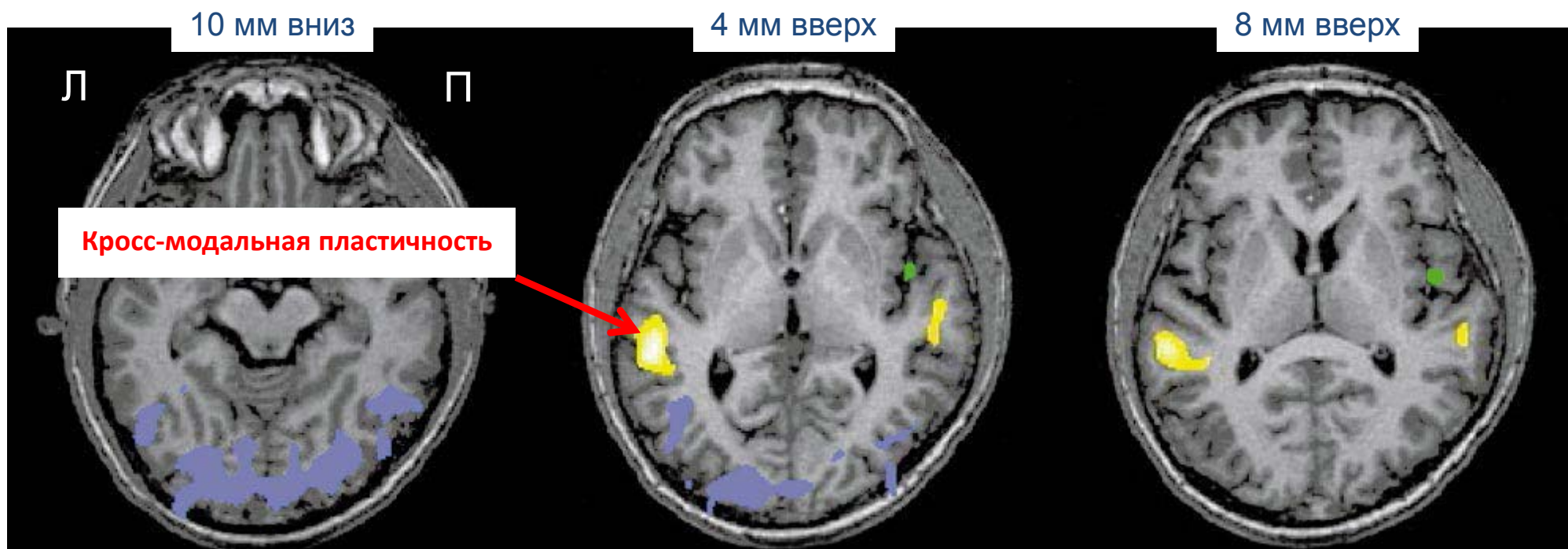
Зоны, активируемые зрительными стимулами (бессмысленными движениями головы)

Зоны (вторичная слуховая кора), активируемые жестовым языком

Зоны (первичная слуховая кора), активируемые устной речью

Nishimura и соавт., 1999

Из-за отсутствия слуховой стимуляции в период развития произошло нарушение связей между первичной и вторичной слуховой корой.



Зоны, активируемые зрительными стимулами (бессмысленными движениями головы)

Зоны (вторичная слуховая кора), активируемые жестовым языком

Зоны (первичная слуховая кора), активируемые устной речью

**ПОЧЕМУ В ОТСУТСТВИЕ
ЗВУКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ ВО
ВТОРИЧНЫХ СЛУХОВЫХ ЗОНАХ
КОРЫ НАБЛЮДАЕТСЯ КРОСС-
МОДАЛЬНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ?**

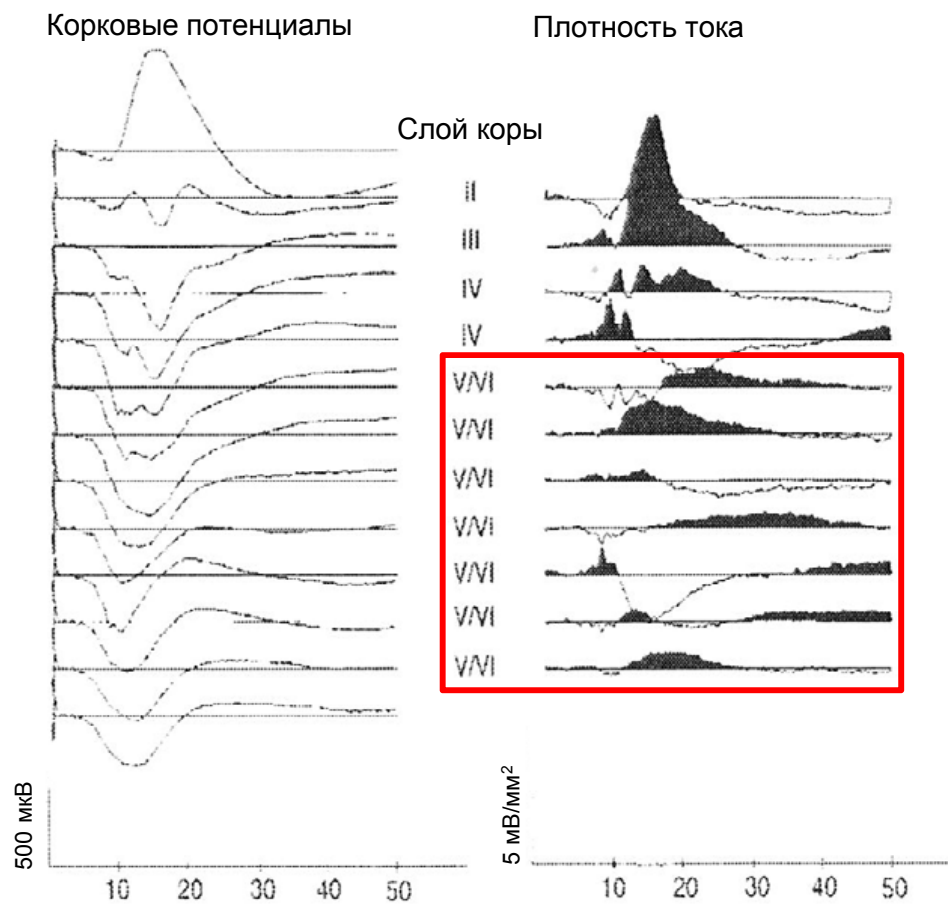
Kral и соавт., 2000



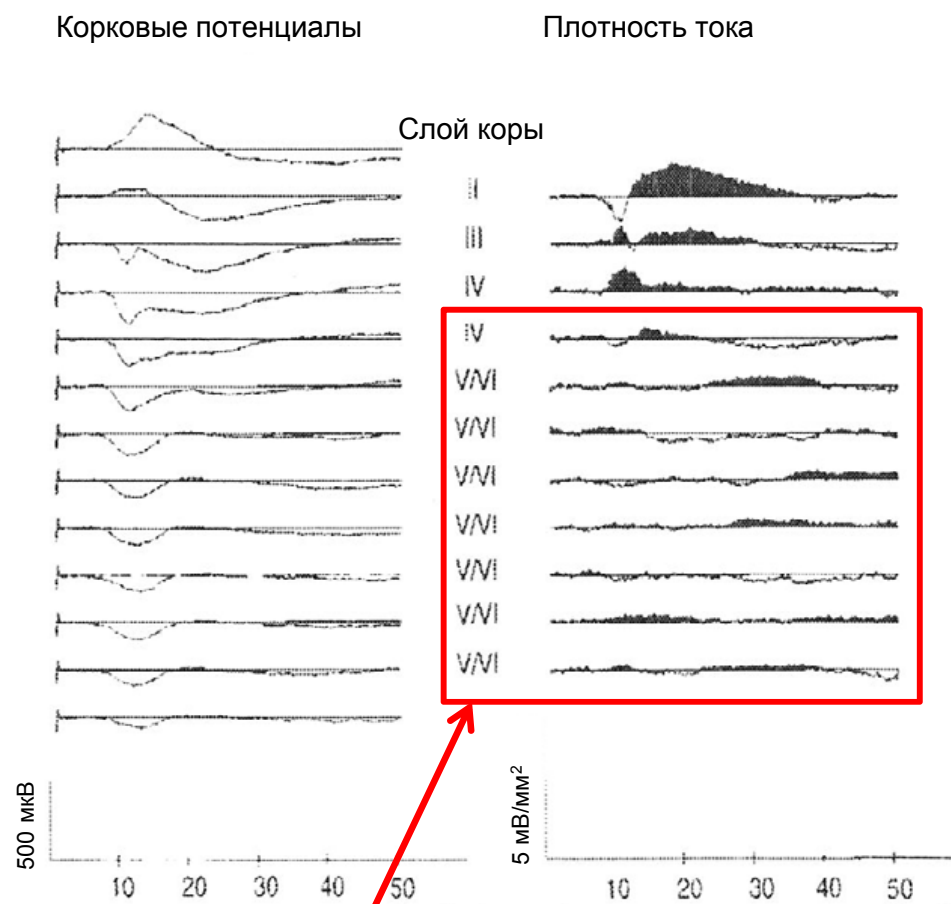
- С помощью микроэлектродов регистрировали корковые слуховые потенциалы у нормально слышащих и врожденно глухих кошек с кохлеарными имплантами и без них

Kral и соавт., 2000

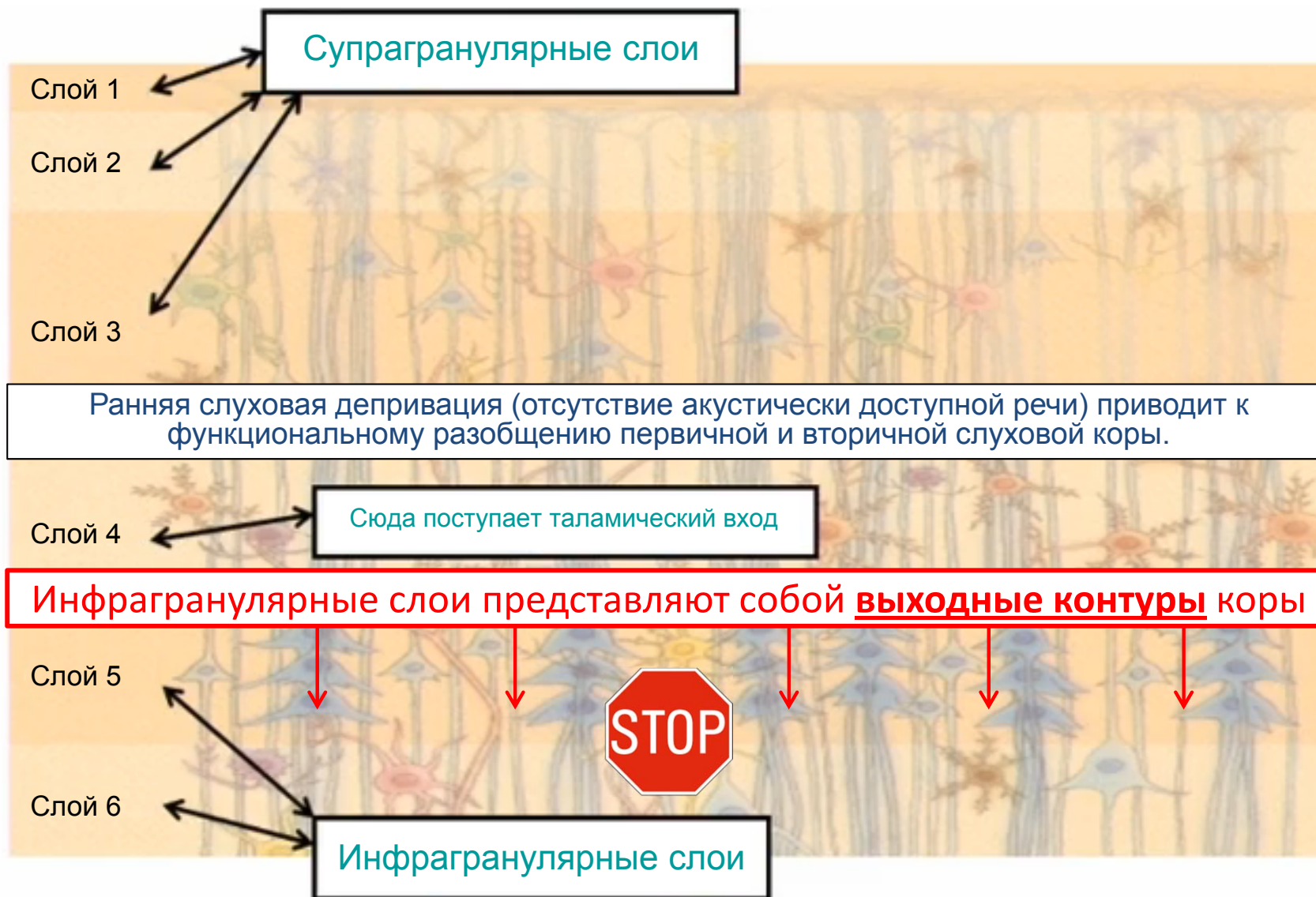
a) Нормально слышащая кошка



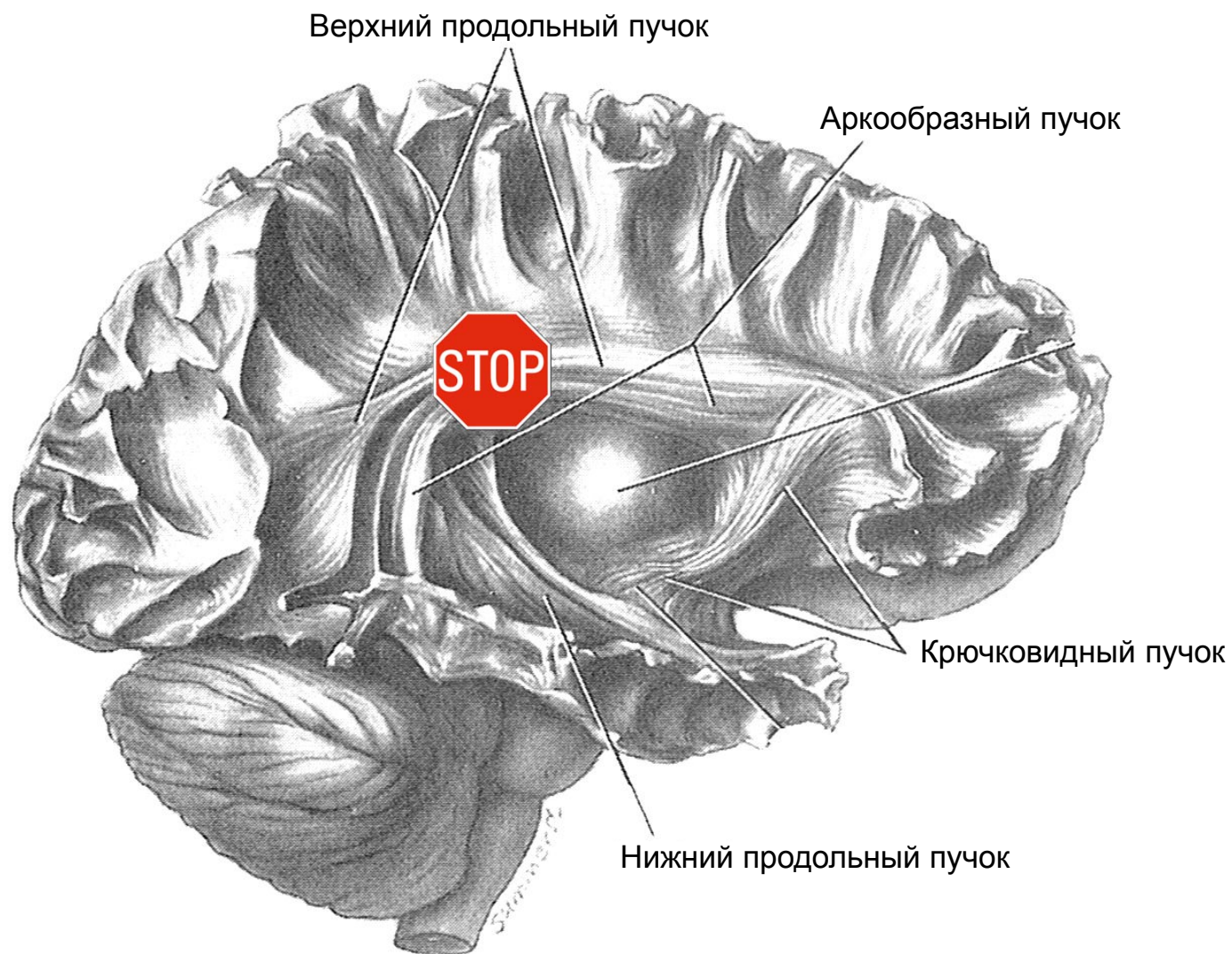
b) Врожденно глухая кошка



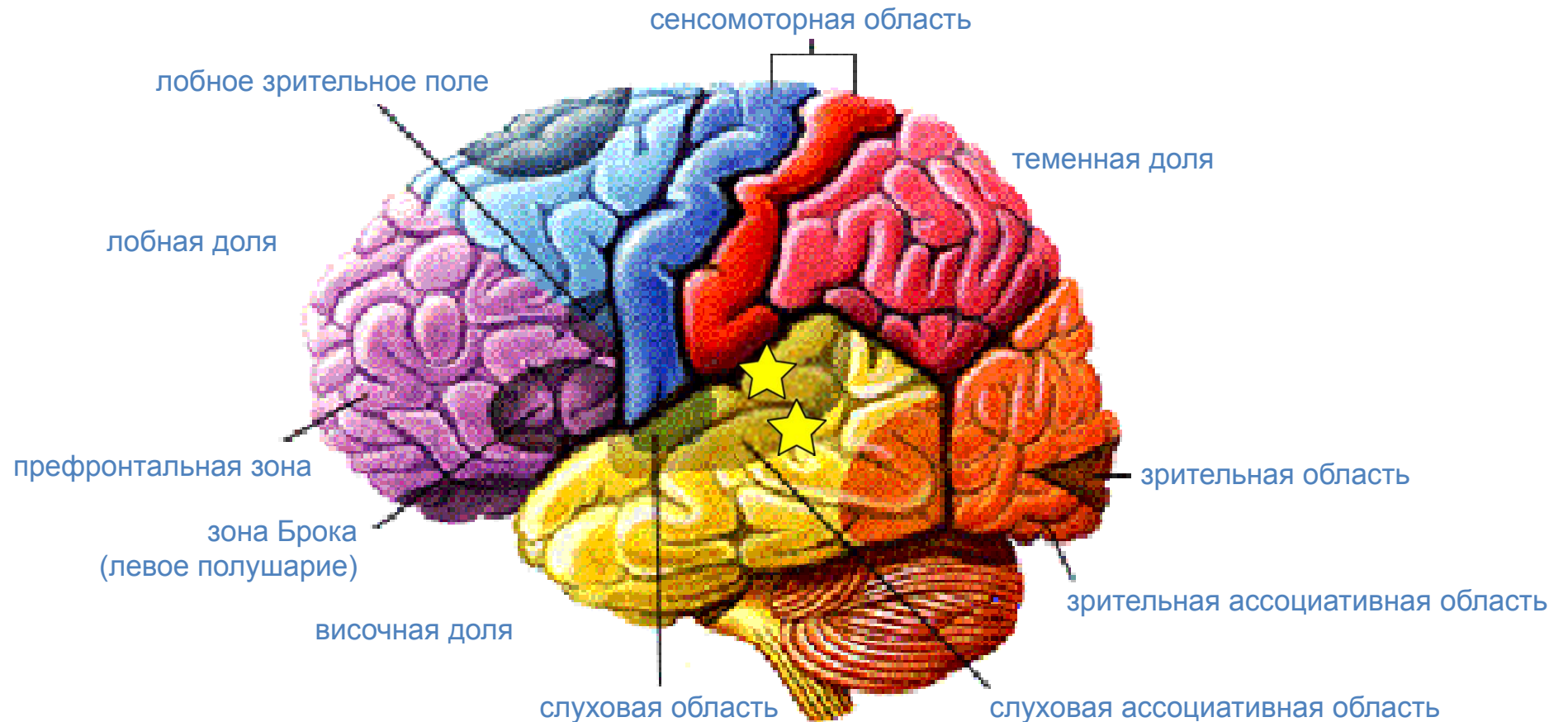
Отсутствие активности в
глубоких слоях коры



Аркообразный пучок



Слушающий мозг: Межполушарная передача



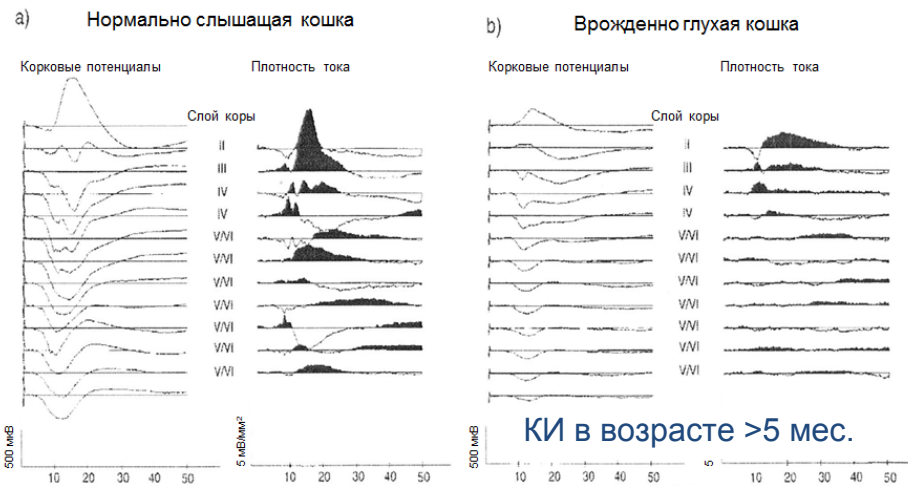
В целом, всё, что поступает в наш мозг, преобразуется в паттерны нейронной активности.

Kral и соавт., 2000

- У врожденно глухих кошек корковые слуховые вызванные потенциалы претерпевают необратимые изменения, если КИ проводится в возрасте старше **5 месяцев → критический период**
- Отсутствие активности в инфрагранулярных слоях можно интерпретировать как разобщение первичной и вторичной слуховой коры
- Вторичная слуховая кора становится доступной для других модальностей

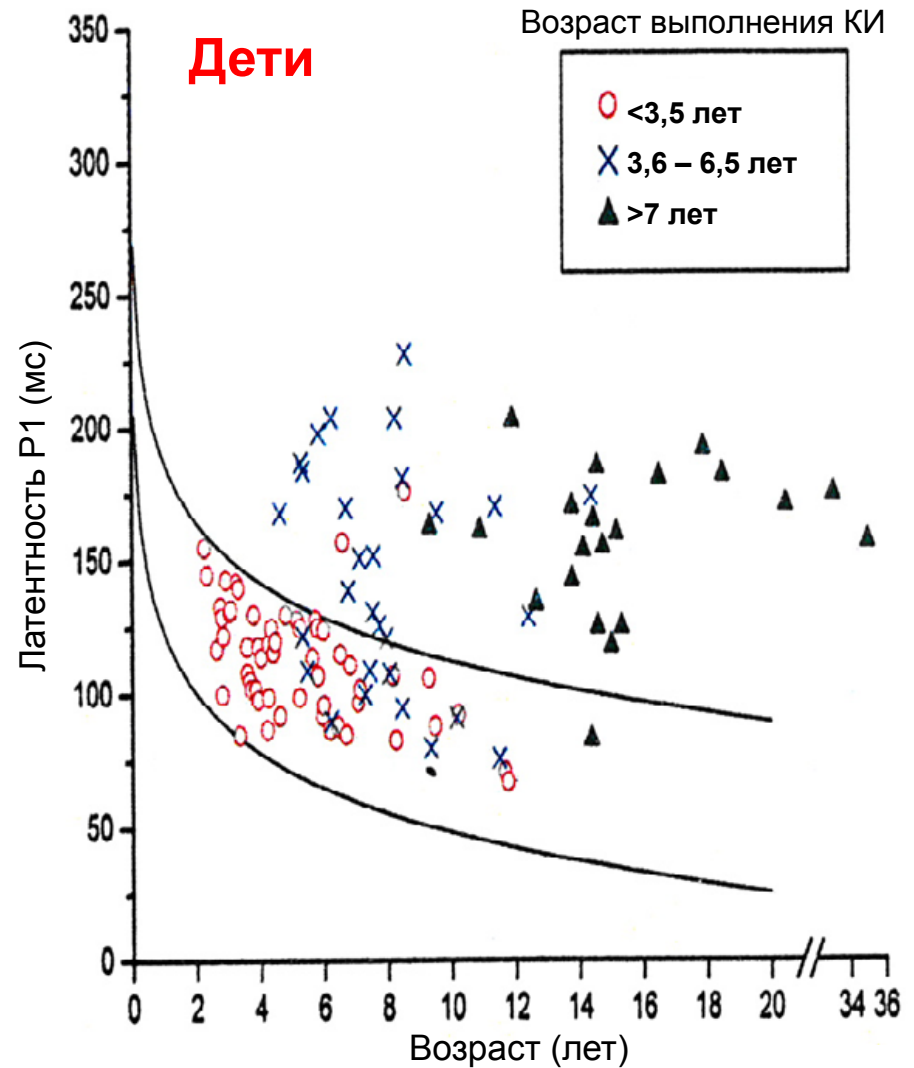
Слушающий мозг

Котята



Kral и соавт. (2000)

Дети



Sharma и соавт. (2002), Ear and Hearing

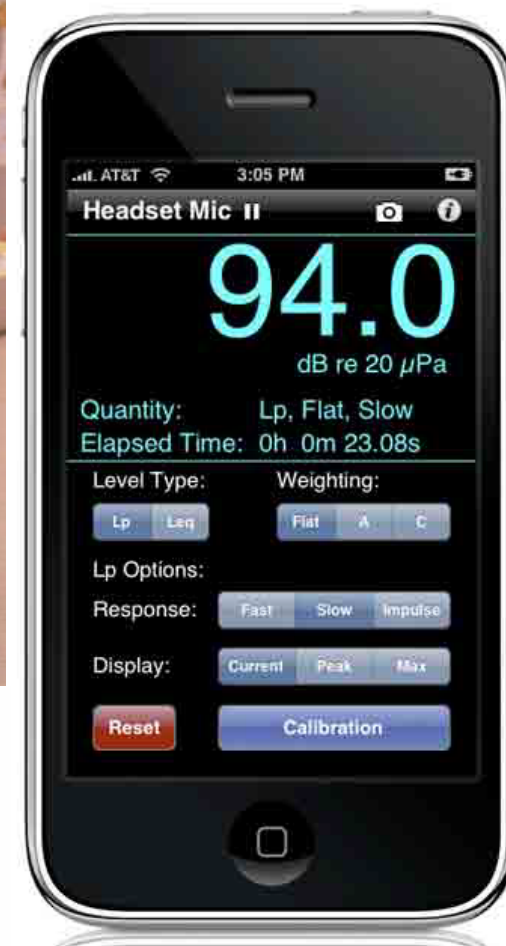
Слушающий мозг

- Детская тугоухость – это "авария" в развитии нервной системы!
 - Без раннего и регулярного доступа к разборчивой речи слуховые центры головного мозга не смогут оптимально развиваться и обеспечивать интеграцию слуховой информации в другие сенсорные системы.
- Каким должен быть объем слуховой информации?
 - Точно не известно, но **Risley и Hart** подсчитали, что в норме к 4-летнему возрасту ребенок услышит **около 46 млн. слов.**

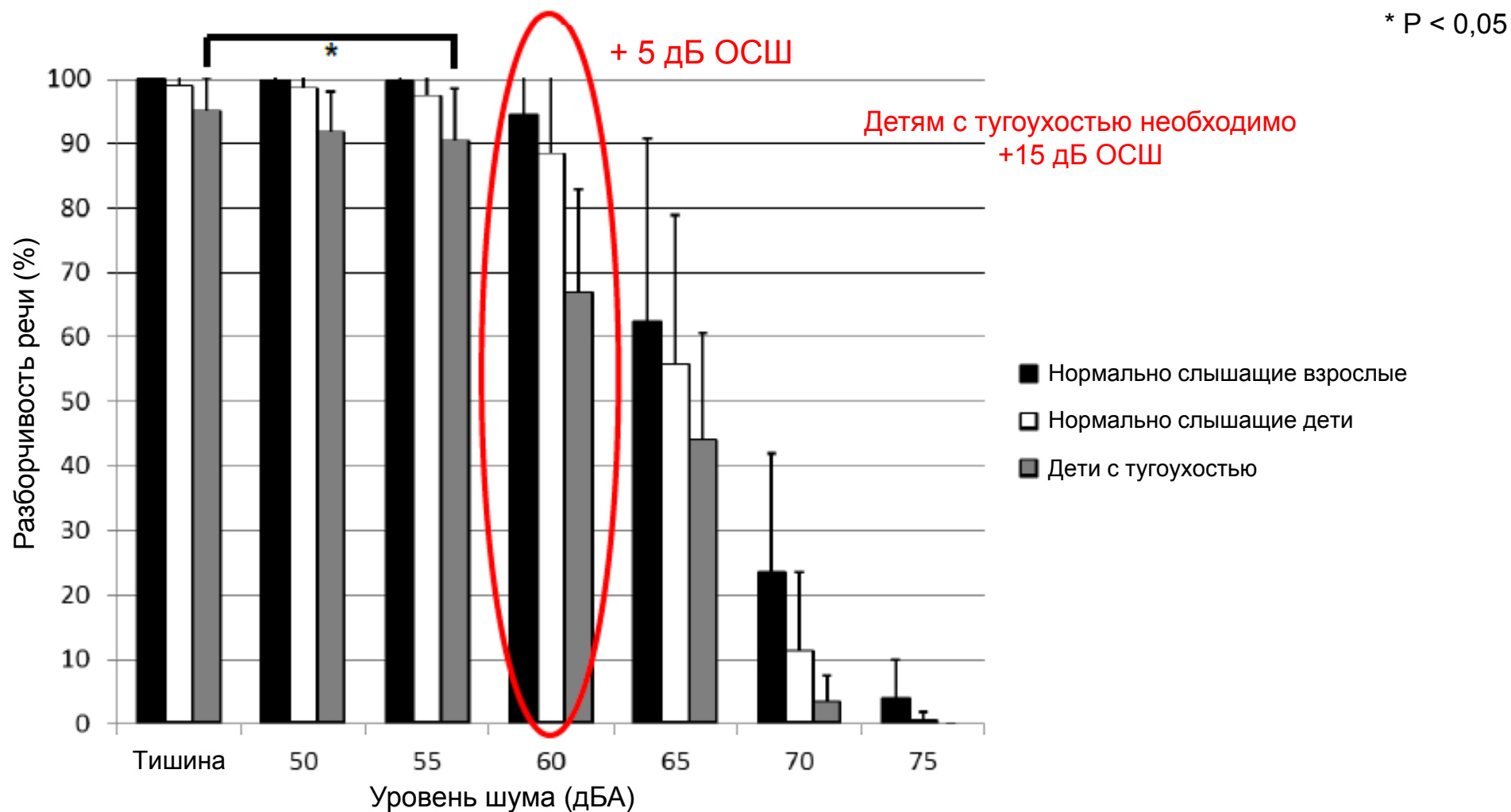
Шумный мир!

ОСШ в таких условиях, как правило, составляет от -5 до +5 дБ

- Гостиная:
 - 37 дБА (с кондиционером = 52 дБА)
- Школьный класс:
 - 61 дБА
- Небольшая группа:
 - 66 дБА
- Школьное собрание:
 - 76 дБА
- Школьный кафетерий:
 - 83 дБА
- Баскетбольный матч с участием ОКС Thunder:
 - 100 дБА



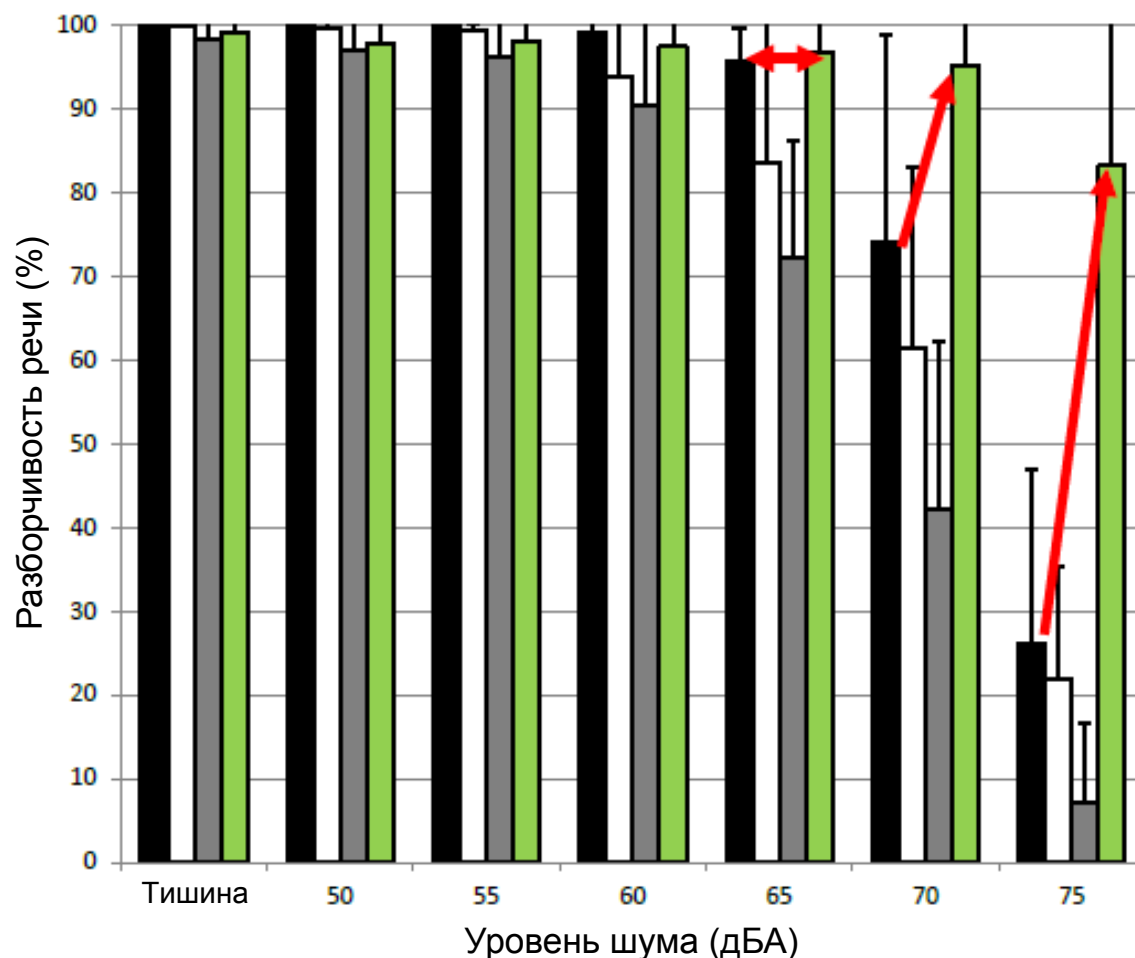
Распознавание речи без технологии дистанционного микрофона



**МЫ ДОЛЖНЫ ОБЕСПЕЧИТЬ
МЛАДЕНЦЕВ И МЛАДШИХ ДЕТЕЙ
ТЕХНОЛОГИЯМИ,
ОПТИМИЗИРУЮЩИМИ
СЛЫШИМОСТЬ И РАЗБОРЧИВОСТЬ
РЕЧИ В РАЗЛИЧНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ
ОБСТАНОВКЕ**

Хорошая новость!

Дети с тугоухостью и "золотой стандарт"

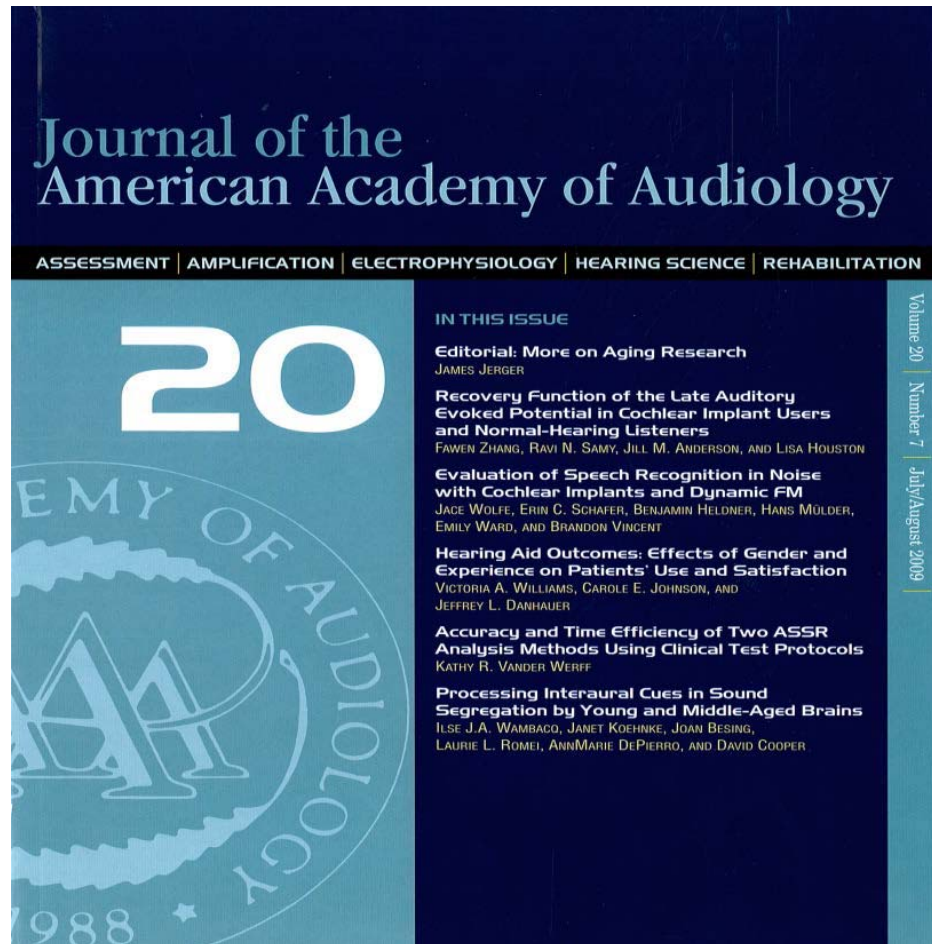


- Взрослые с Dynamic SoundField
- Нормально слышащие дети с Dynamic SoundField
- Дети с тугоухостью с Dynamic SoundField
- Дети с тугоухостью с Dynamic SoundField + персональная FM-система (Roger?)



Исследование эффективности Dynamic FM с кохлеарными имплантами

J Am Acad Audiol 20:409–421 (2009)



Evaluation of Speech Recognition in Noise with Cochlear Implants and Dynamic FM

DOI: 10.3766/jaaa.20.7.3

Jace Wolfe*
Erin C. Schaffer†
Benjamin Heldner‡
Hans Mulder‡
Emily Ward§
Brandon Vincent§

Abstract

Background: Use of personal frequency-modulated (FM) systems significantly improves speech recognition in noise for users of cochlear implants (CIs). Previous studies have shown that the most appropriate gain setting on the FM receiver may vary based on the listening situation and the manufacturer of the CI system. Unlike traditional FM systems with fixed-gain settings, Dynamic FM automatically varies the gain of the FM receiver with changes in the ambient noise level. There are no published reports describing the benefits of Dynamic FM use for CI recipients or how Dynamic FM performance varies as a function of CI manufacturer.

Purpose: To evaluate speech recognition of Advanced Bionics Corporation or Cochlear Corporation CI recipients using Dynamic FM vs. a traditional FM system and to examine the effects of Autosensitivity on the FM performance of Cochlear Corporation recipients.

Research Design: A two-group repeated-measures design. Participants were assigned to a group according to their type of CI.

Study Sample: Twenty-five subjects, ranging in age from 8 to 82 years, met the inclusion criteria for one or more of the experiments. Thirteen subjects used Advanced Bionics Corporation, and 12 used Cochlear Corporation implants.

Intervention: Speech recognition was assessed while subjects used traditional, fixed-gain FM systems and Dynamic FM systems.

Data Collection and Analysis: In Experiments 1 and 2, speech recognition was evaluated with a traditional, fixed-gain FM system and a Dynamic FM system using the Hearing in Noise Test sentences in quiet and in classroom noise. A repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was used to evaluate effects of CI manufacturer (Advanced Bionics and Cochlear Corporation), type of FM system (traditional and dynamic), noise level, and use of Autosensitivity for users of Cochlear Corporation implants. Experiment 3 determined the effects of Autosensitivity on speech recognition of Cochlear Corporation implant recipients when listening through the speech processor microphone with the FM system muted. A repeated-measures ANOVA was used to examine the effects of signal-to-noise ratio and Autosensitivity.

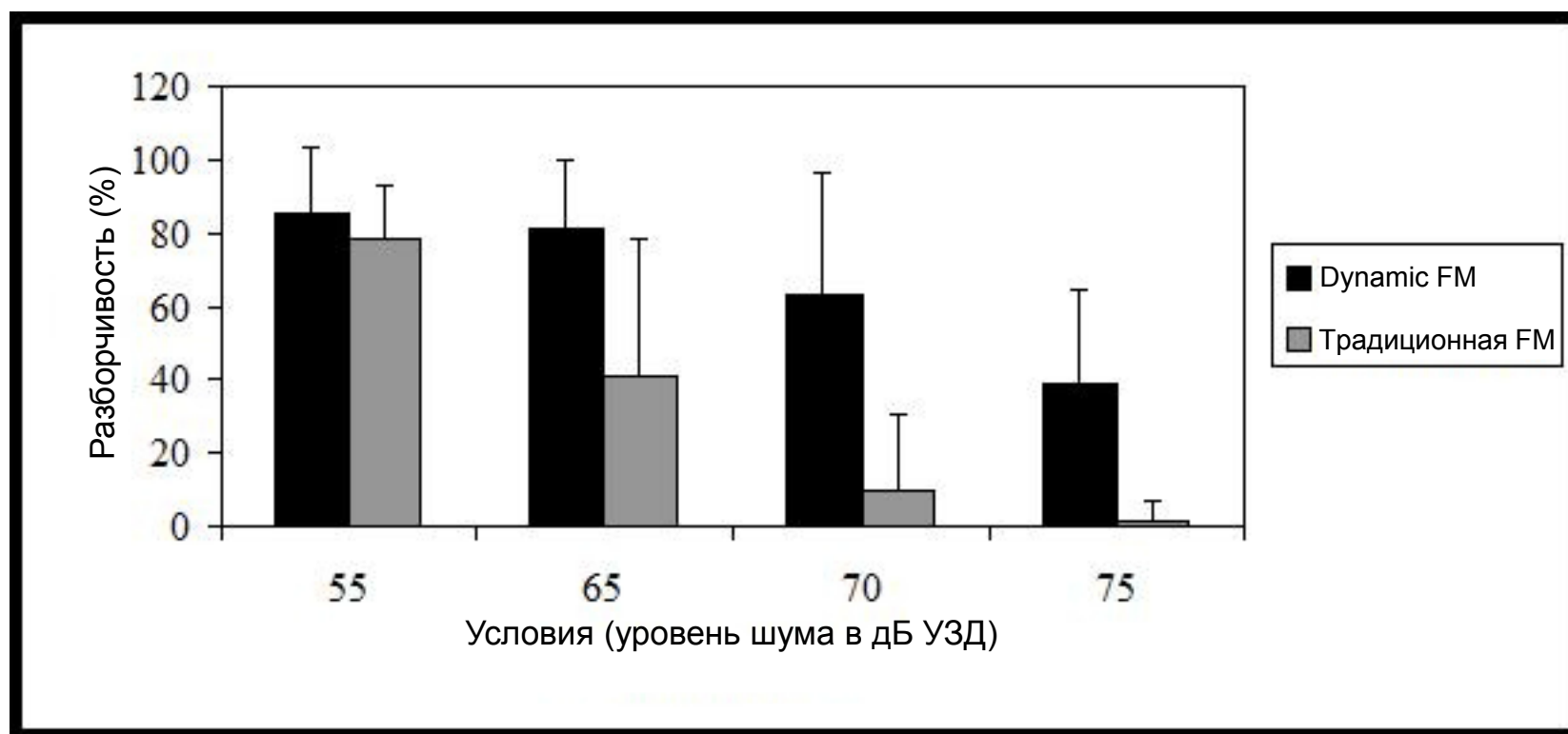
Results: In Experiment 1, use of Dynamic FM resulted in better speech recognition in noise for Advanced Bionics recipients relative to traditional FM at noise levels of 65, 70, and 75 dB SPL. Advanced Bionics recipients obtained better speech recognition in noise with FM use when compared to Cochlear Corporation recipients. When Autosensitivity was enabled in Experiment 2, the performance of Cochlear Corporation recipients was equivalent to that of Advanced Bionics recipients, and Dynamic FM was significantly better than traditional FM. Results of Experiment 3 indicate that use of

*Hearts for Hearing Foundation; †Department of Speech and Hearing Sciences, University of North Texas; ‡Phonak Hearing Aid Company; §University of Oklahoma Health Sciences Center

Jace Wolfe, 3525 NW 56th Street, Suite A-150, Oklahoma City, OK 73120; Phone: 405-822-8584; Fax: 405-548-4350; E-mail: jace.wolfe@heartsforhearing.org

The Phonak Hearing Aid Company provided financial support for this study.

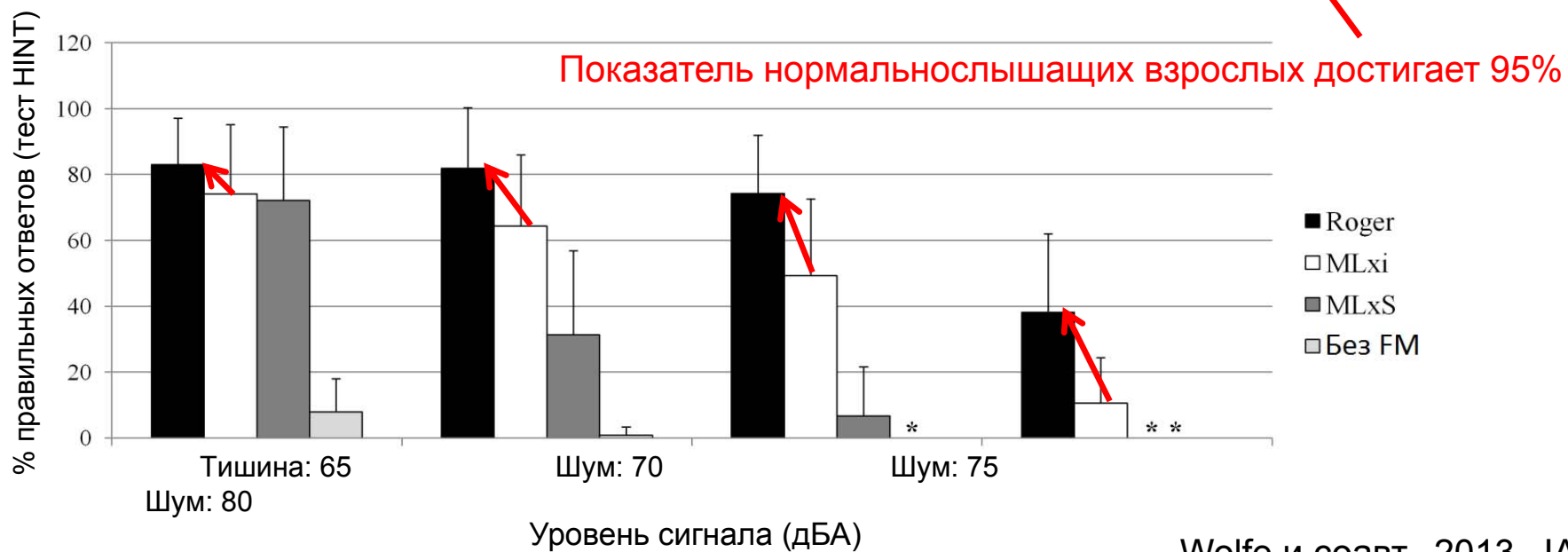
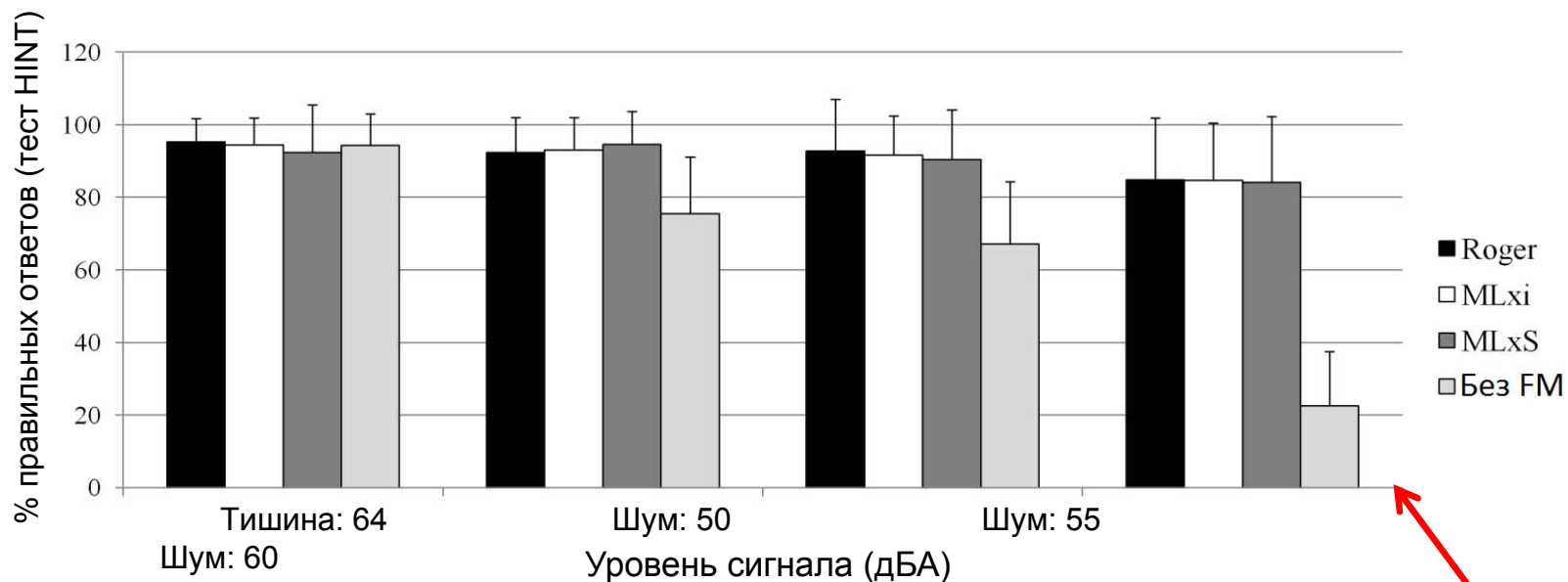
Результаты распознавания речи в шуме: Advanced Bionics



КАК ПОВЕДЕТ СЕБЯ ЦИФРОВАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА?

Результаты

Пользователи Advanced Bionics (n = 16)



Почему нужны дистанционные технологии?

- Потому что большинство детей с тугоухостью не могут обойтись без них в реальной обстановке
- Потому что они намного повышают эффективность коррекции слуха:
 - Прирост может достигать 60-70%
 - Люди с тугоухостью в ряде случаев могут слышать так же хорошо, как люди с нормальным слухом

Кому они нужны?



Imran Mulla (2013)

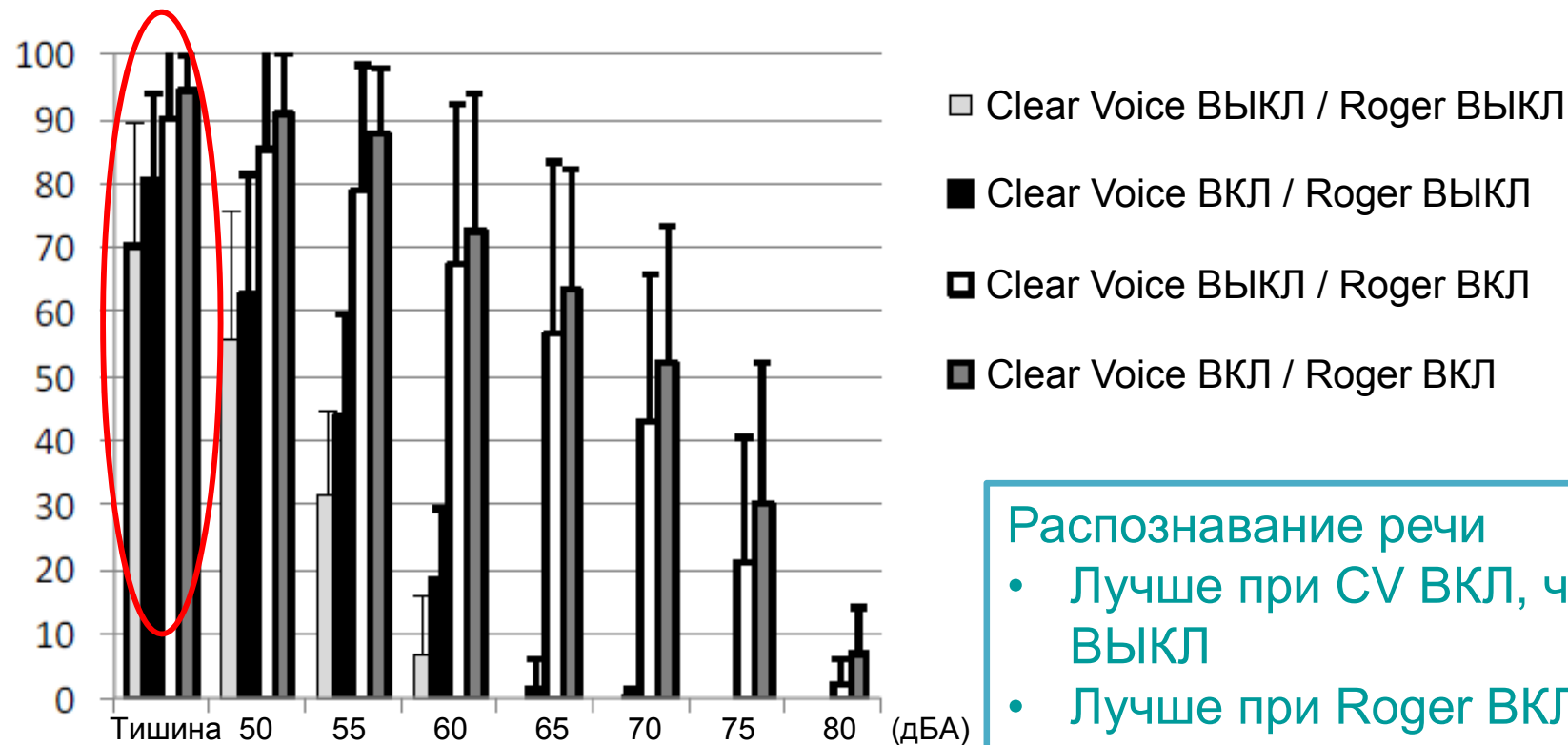
- Измерение акустических условий у младенцев и младших детей (проект LENA)
 - Детское кресло в автомобиле (110 км/ч): -10 дБ ОСШ
 - Автобус: -10 дБ ОСШ
 - Коляска: -8 дБ ОСШ
 - Тележка в супермаркете: -6 дБ ОСШ
 - Детское кресло в автомобиле (50 км/ч): -5 дБ ОСШ
 - Шум ветра: от -3 до -10 дБ ОСШ



Консервативный подход к использованию беспроводных систем: применять в тех ситуациях, когда ребенок не может слышать без дистанционного микрофона

Дистанционный микрофон в тишине

Тишина = класс с уровнем фонового шума 44 дБА и временем реверберации 0,6 мс



Распознавание речи

- Лучше при CV ВКЛ, чем при CV ВЫКЛ
- Лучше при Roger ВКЛ, чем при Roger ВЫКЛ
- Наилучшее при CV + Roger

(RMANOVA)

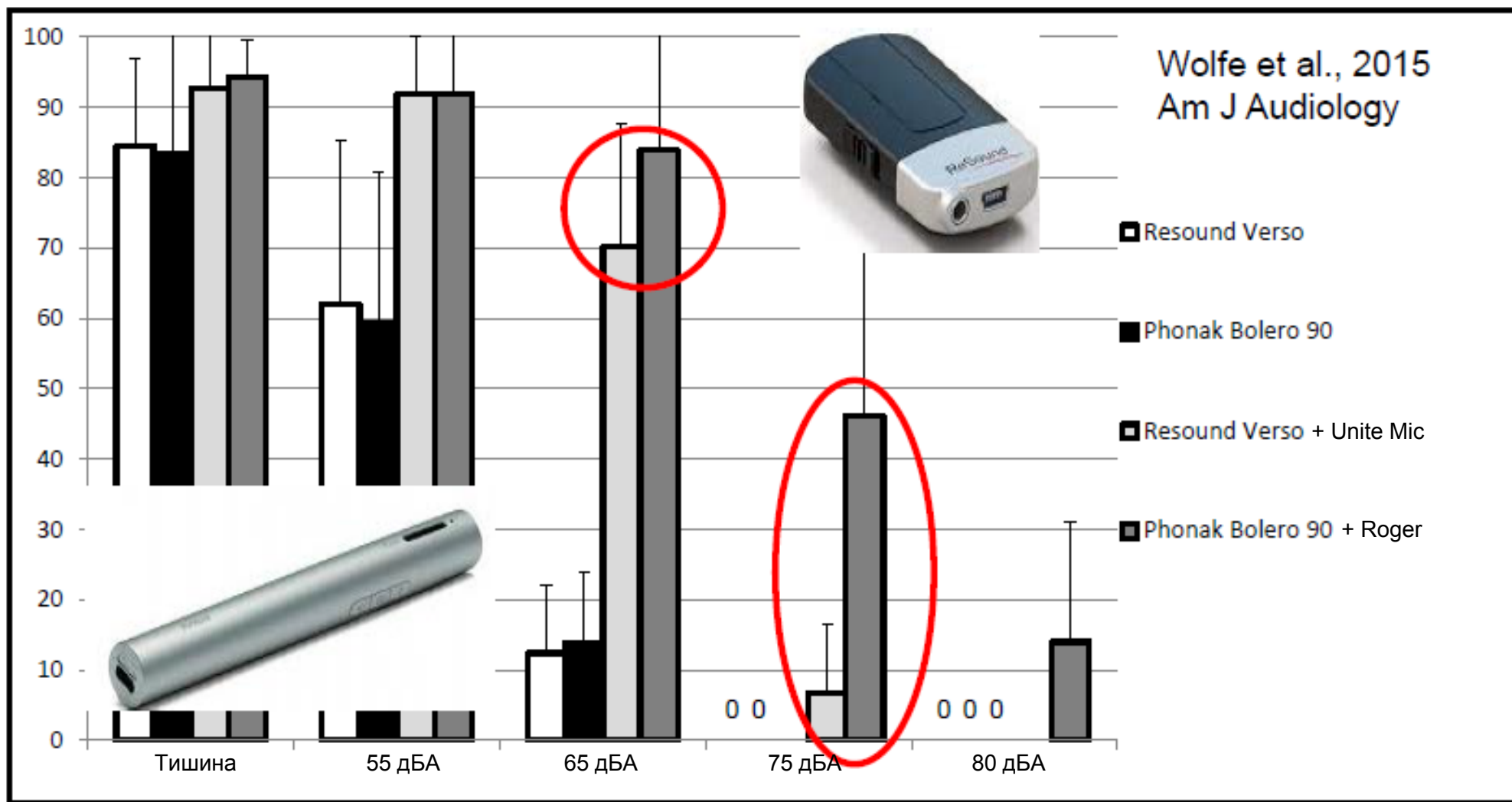


Преимущество отмечено даже в ситуации "Тишина"

Опыт использования цифровых радиосистем в фонде Hearts for Hearing с

- Многочисленные исследования результатов использования цифровых дистанционных радиомикрофонов
 - Обследовано более **150** взрослых и детей
 - Никто не жаловался на шум или помехи
 - Цифровой принцип "всё или ничего"

Сравнение динамических цифровых радиосистем с цифровым аудиостримингом



NUCLEUS 6 И БЕСПРОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

MiniMic, MiniMic 2+ и Roger

Jace Wolfe, Ph.D.



Цель исследования

- Изучение эффективности микрофонной технологии, используемой в дистанционном микрофоне
 - Сравнение ненаправленного микрофона, двойного направленного микрофона и двойного направленного микрофона с адаптивным усилением

Mini Mic



Mini Mic 2+



Roger TouchScreen Mic



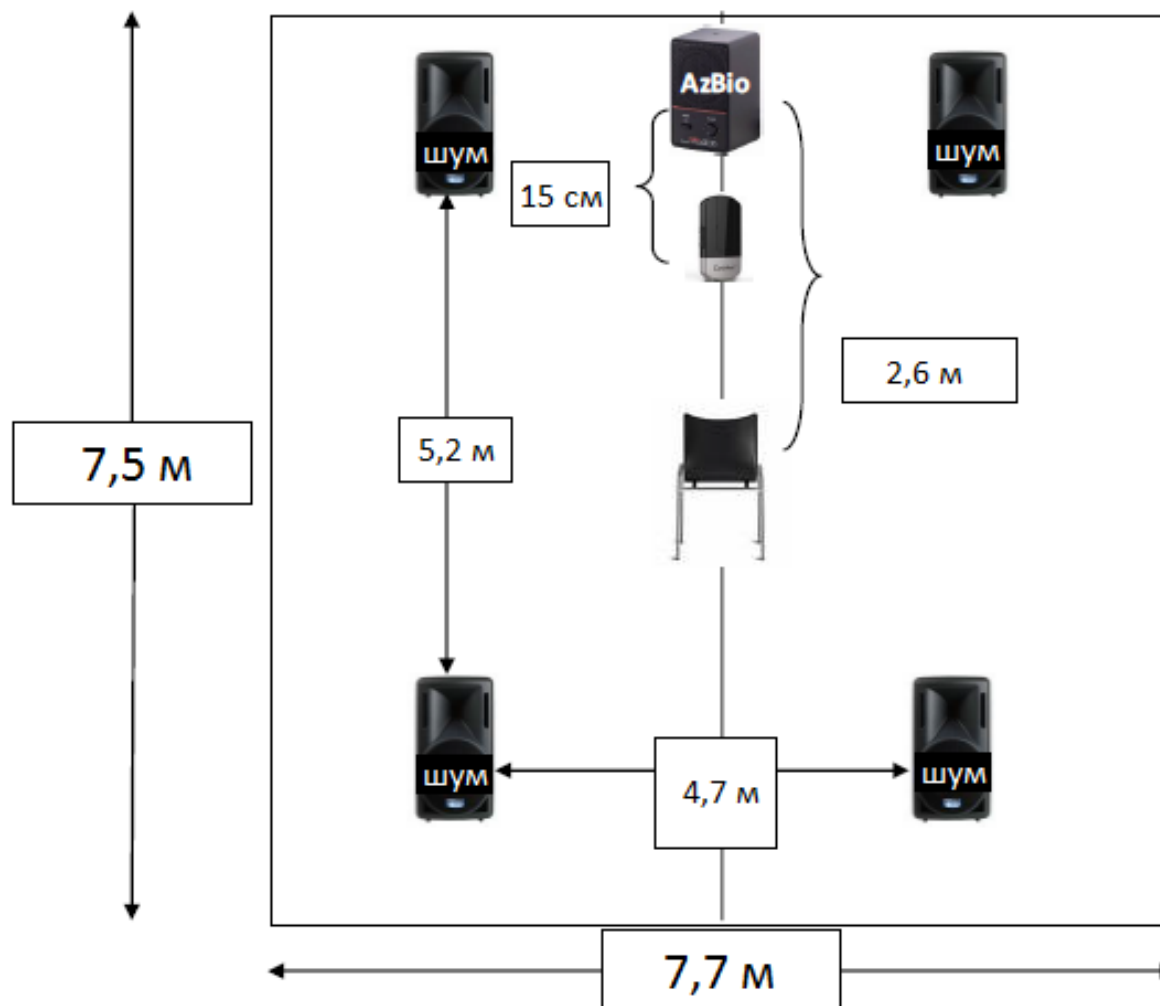
Roger Pen



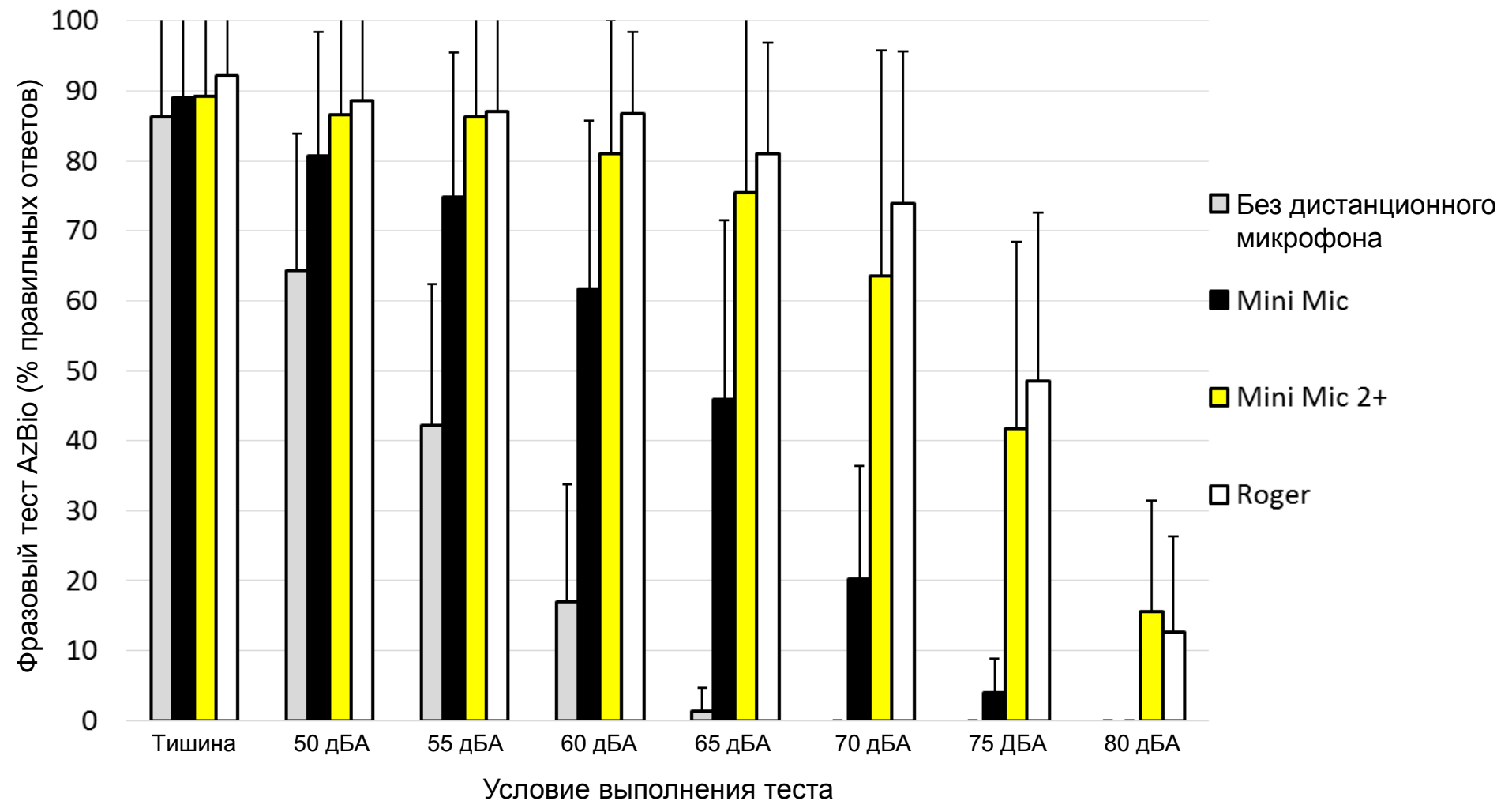
Roger X



Методика

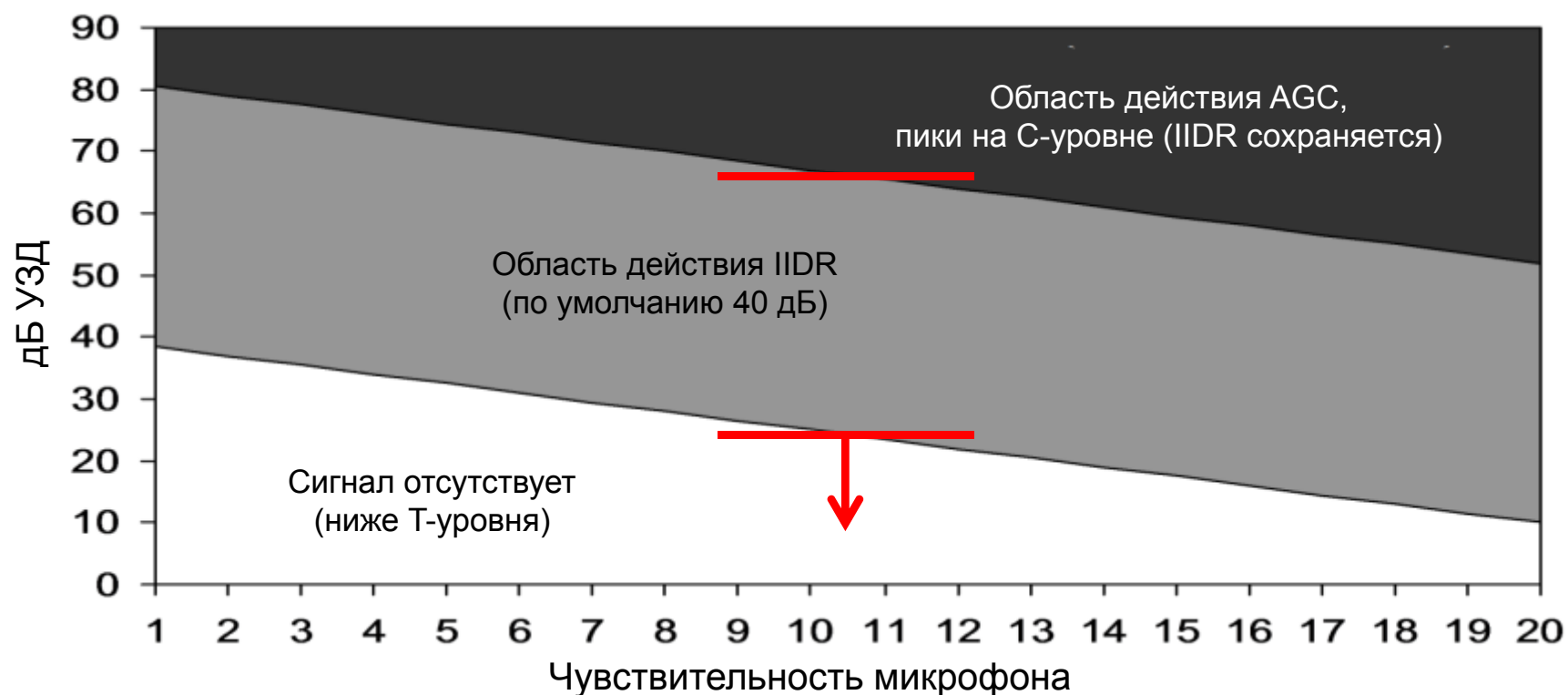


Только пользователи имплантов Cochlear



Autosensitivity Control (ASC)

ASC – функция, используемая в речевых процессорах Cochlear



Т-уровень = порог

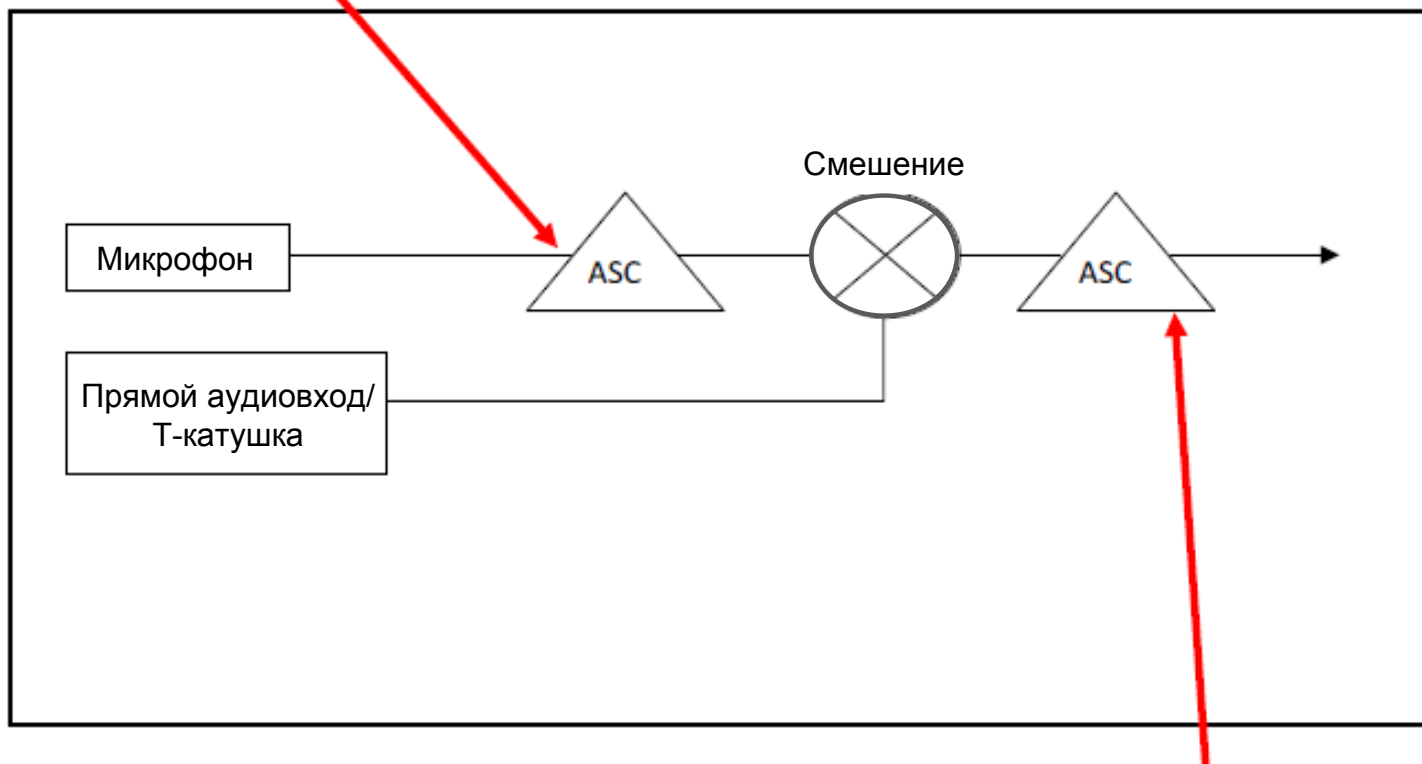
С-уровень = комфорт

IIDR = мгновенный входной динамический диапазон

AGC = АРУ (компрессия)

Сигнальный тракт Nucleus 6

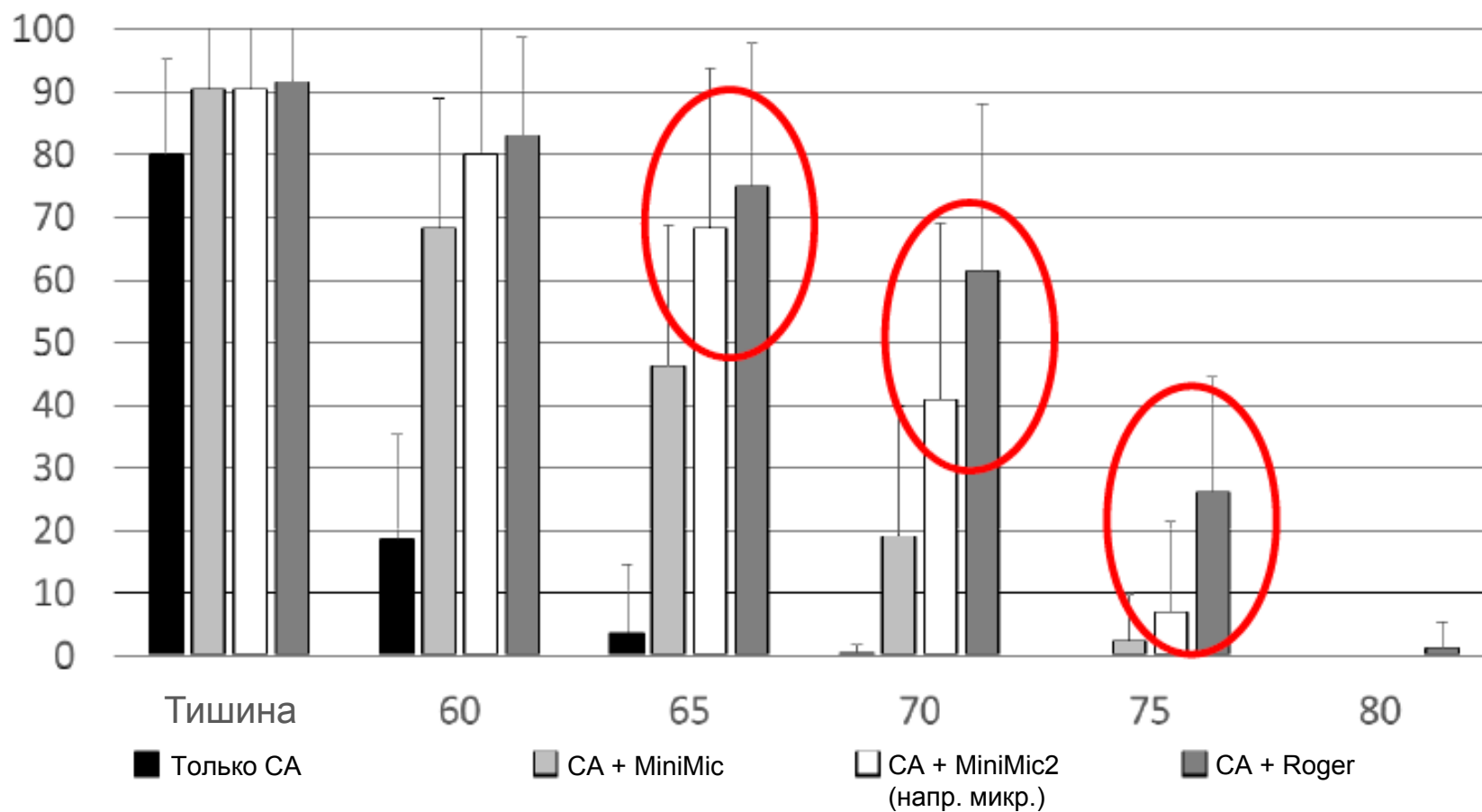
Уменьшает шум в сигнале микрофона N6
 Повышает ОСШ сигнала дистанционного микрофона



Сигнал подвергается дополнительной компрессии посредством ASC и/или AGC

Дополнительная компрессия в выходном каскаде может снизить эффективность системы Roger, поэтому мы не видим особого прироста разборчивости при самых высоких уровнях шума

Только пользователи слуховых аппаратов



Прочие аспекты коррекции слуха детей

- Автоматическая активация
- Многие дети нуждаются в дистанционных микрофонах
- Совместимость с детскими слуховыми аппаратами для бимодальных пользователей

ЕЩЕ НЕМНОГО О КОХЛЕАРНЫХ ИМПЛАНТАХ И БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Настройки КИ



Модель	Рекомендуемая настройка CI	Рекомендуемый EasyGain	AutoConnect
MED-EL OPUS 2 и ML CI S (автоматически)	По умолчанию	0 дБ	ВКЛ
MED-EL OPUS 2 (вручную)	Настройка 2	0 дБ	ВЫКЛ
AB Naída CI Q70 с ComPilot и Roger X	Настройка 3	0 дБ	ВЫКЛ
AB Harmony / Auria	Настройка 4 или 1	+8 дБ или 0 дБ	ВЫКЛ
MicroLink CI S (вручную)	Настройка 5	0 дБ	ВЫКЛ
Cochlear Nucleus 6 / 5	Настройка 9	0 дБ	ВЫКЛ

Главное – мозг... и технологии

- Можно добиться отличных результатов, если делать то, что нужно.
- Технология цифрового адаптивного дистанционного микрофона играет важную роль у детей всех возрастов.



- Достать до Луны!



Спасибо за внимание!

