

# Преимущества бимодального слуха для взрослых и детей: влияние частотной области и акустического диапазона



René H. Gifford, PhD

Университет Вандербильта

Отделение слуха и речи

# Об авторе

Член консультативных советов по аудиологии:

- Advanced Bionics
- Cochlear Americas
- MED-EL

# Соавторы

Sterling Sheffield, соискатель степени AuD-PhD

- Университет Вандербильта

Michelle Simha, соискатель степени AuD

- Университет Южной Флориды

Хорошее сочетание: ореховое  
печенье и шоколад



# Хорошее сочетание: вино и сыр



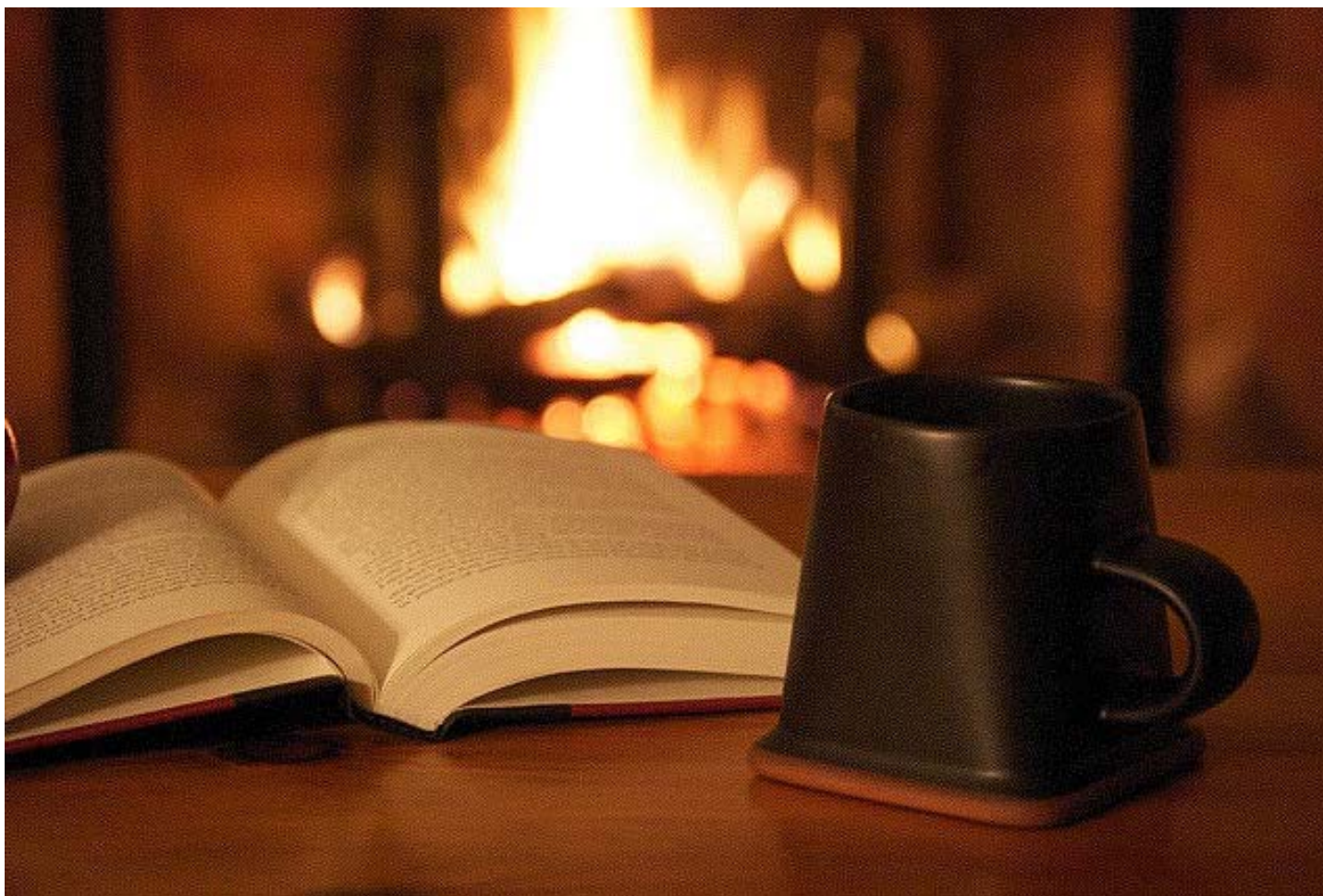
# Хорошее сочетание: кофе и пирожное



# Хорошее сочетание: отдых и релаксация



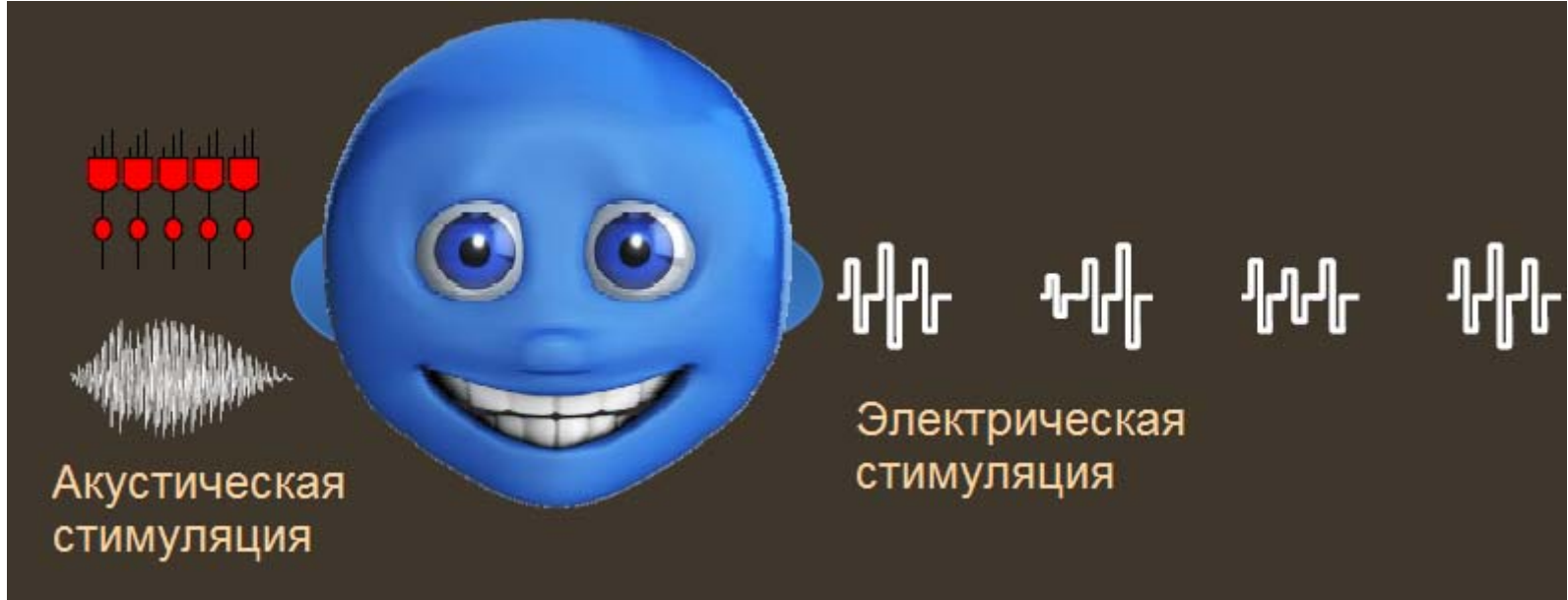
# Хорошее сочетание: книга и чашка чая





# Хорошее сочетание: слуховой аппарат и кохлеарный имплант





БИМОДАЛЬНО

СА



КИ

БИЛАТЕРАЛЬНО

КИ



КИ

БИЛАТЕРАЛЬНО

СА



СА

Билатеральная (двусторонняя) КИ =  
стандартная процедура при  
тяжелой/глубокой двусторонней СНТ

напр., Balkany с соавт., 2008; Papsin, Gordon, 2008;  
Peters с соавт., 2010; Ramsden с соавт., 2012

Какая доля акустического слуха оптимальна  
при бимодальной коррекции слуха?

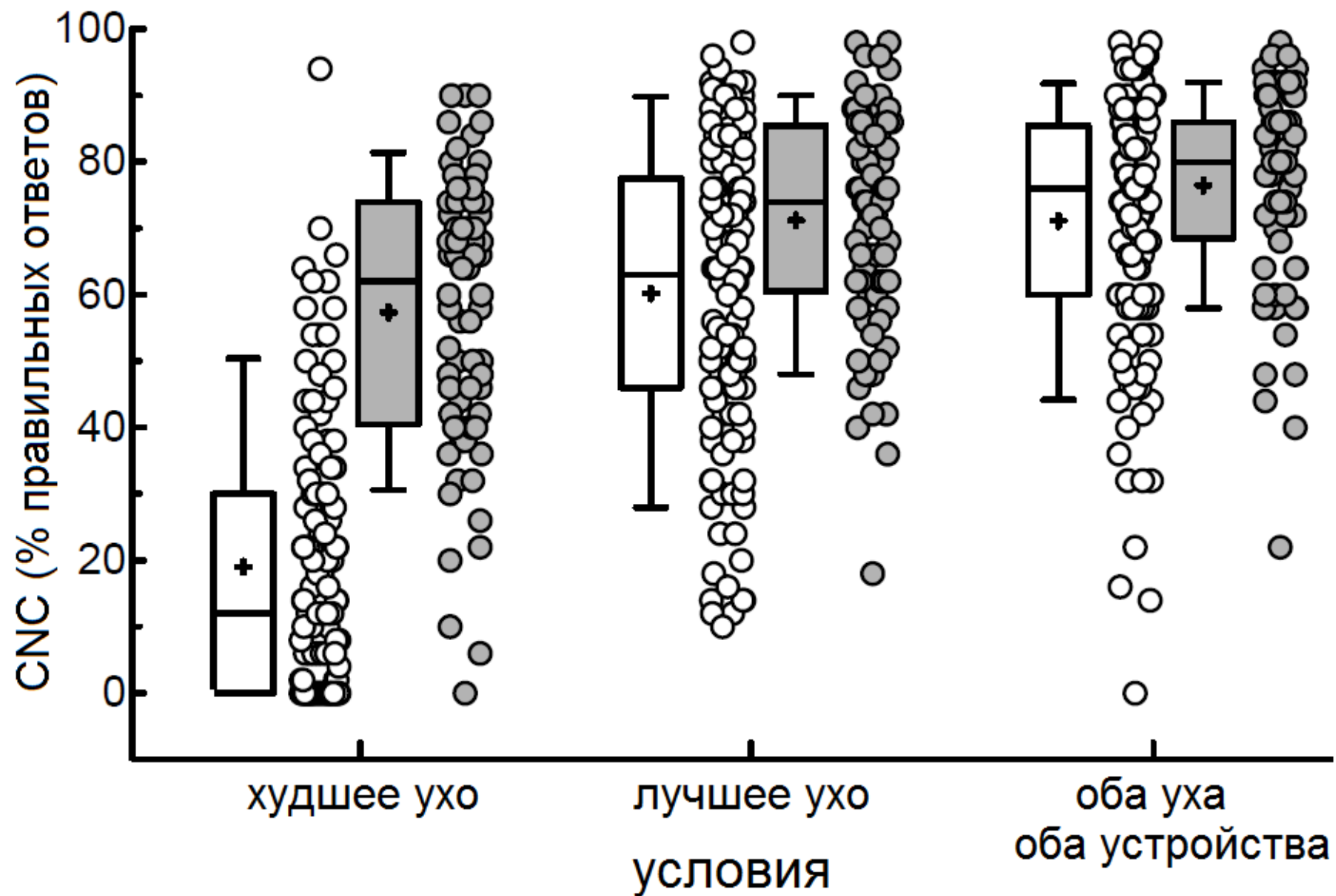


# Бимодальная и билатеральная коррекция у взрослых

- Сходные уровни эффективности по показателям разборчивости речи
  - при условии оптимального подбора и настройки

(напр., Yoon с соавт., 2012, Otol Neurotol; Gifford с соавт., в печати, Audiol Neurotol)

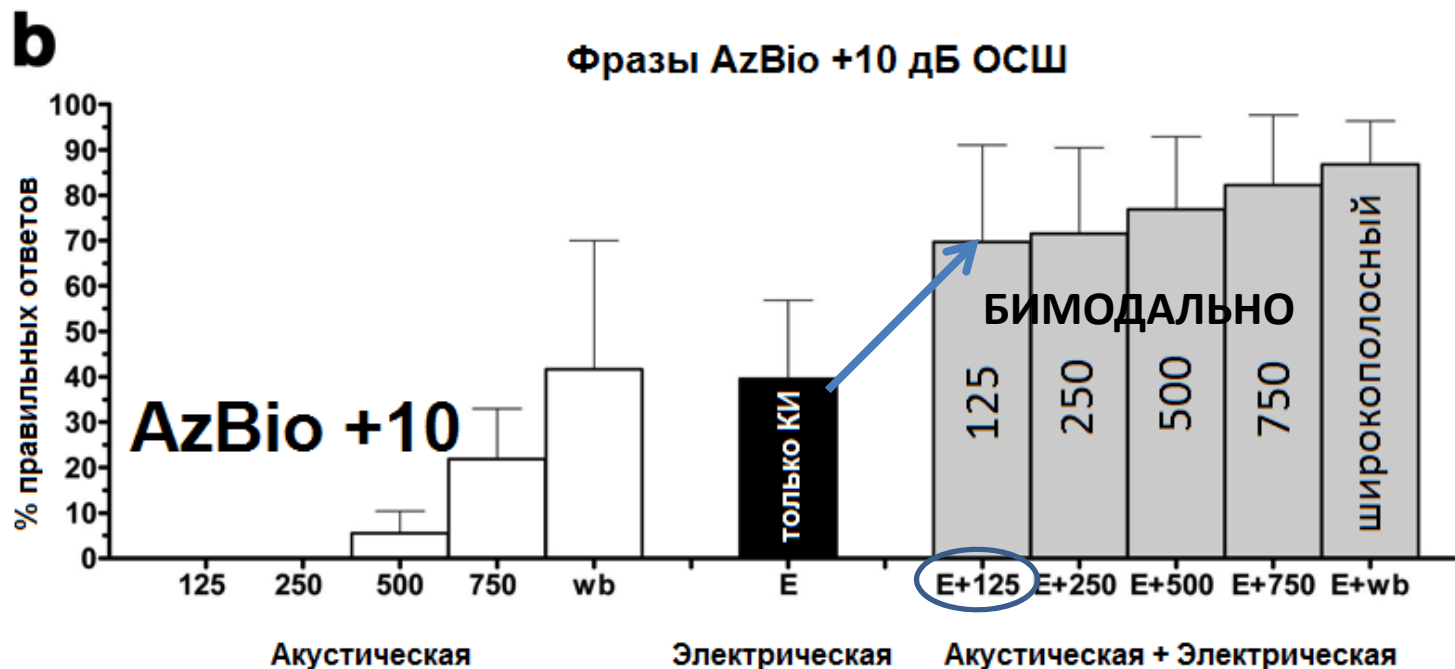
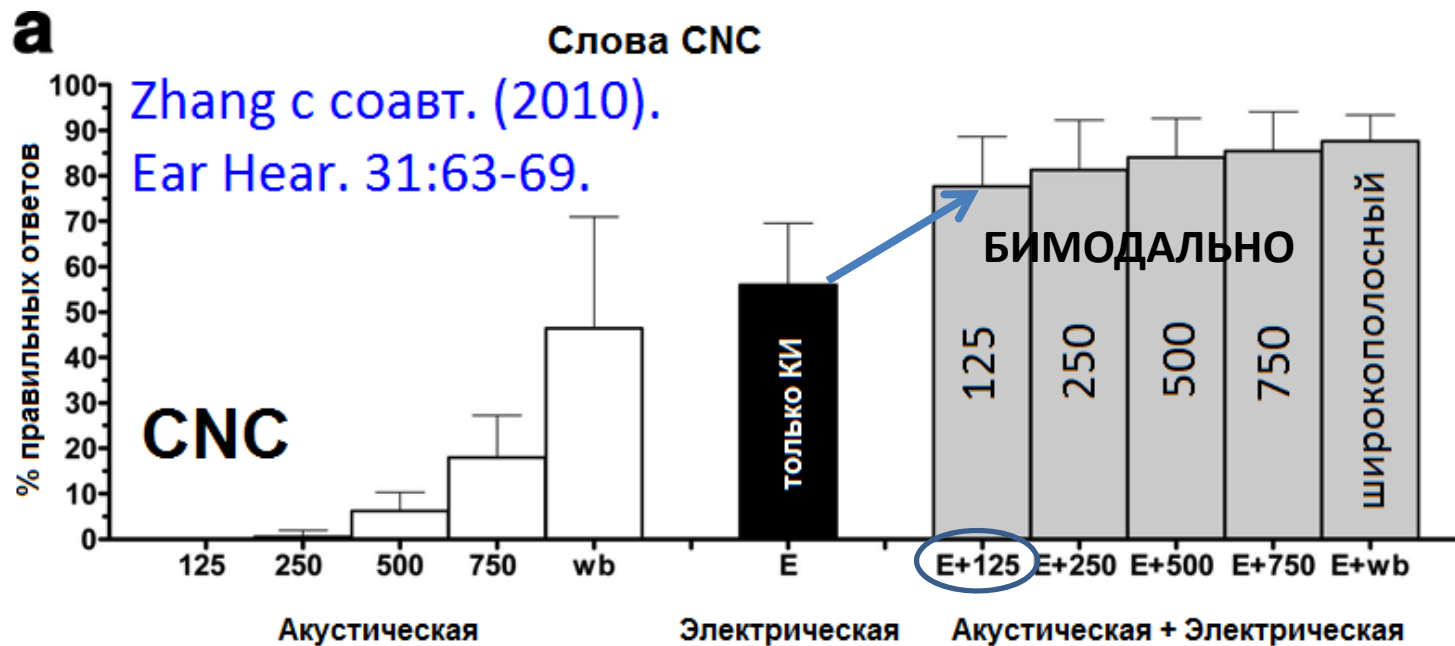




Бимодально: n = 120  
 Билатерально: n = 73

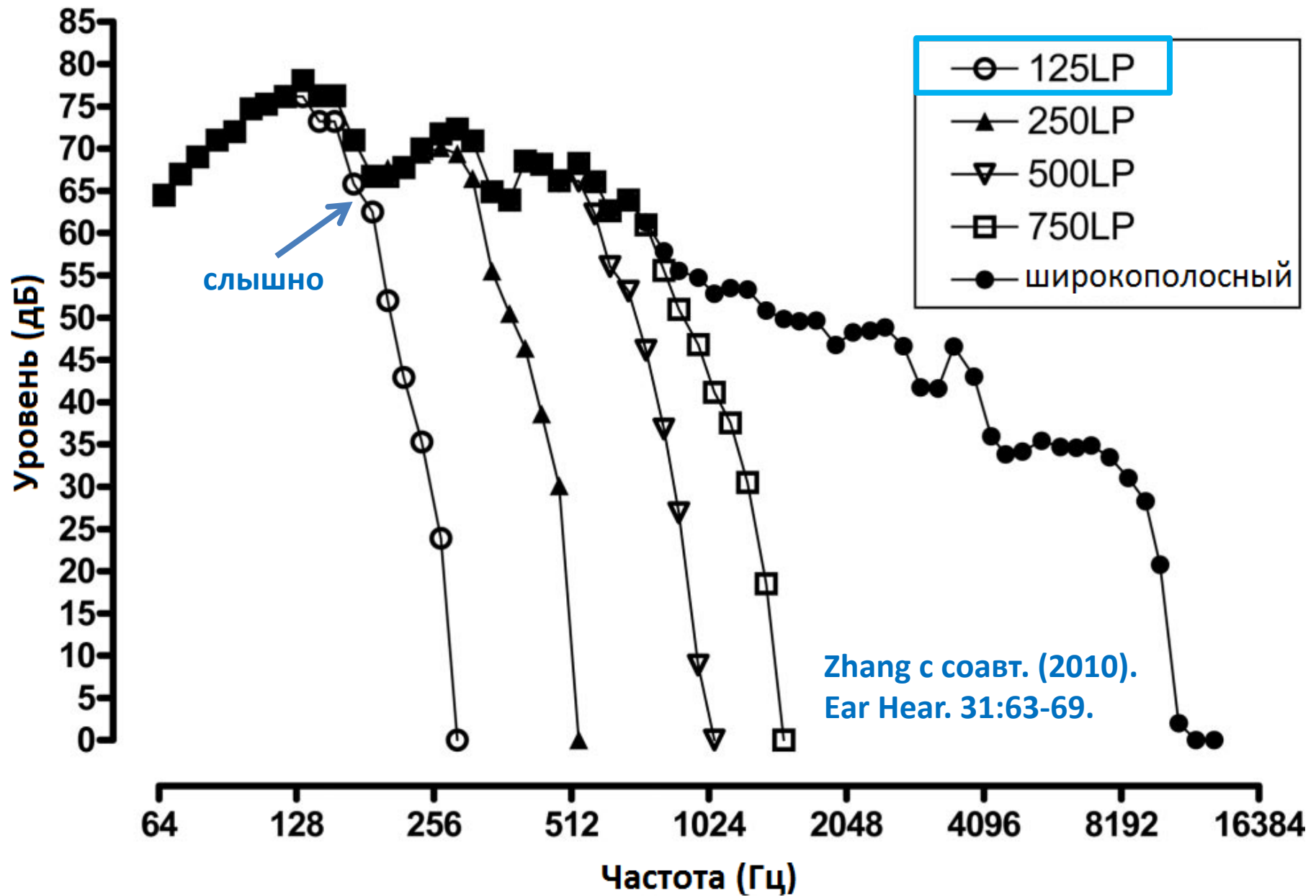
□ бимодально  
 ■ билатерально

БИМОДАЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ: для повышения  
общей эффективности коррекции достаточно  
небольшого акустического слуха в  
неимплантированном ухе...



Судя по результатам, для получения бимодального эффекта достаточно, чтобы по акустическому каналу поступала только основная частота

# Тест CNC



Заметно, что при фильтрации сохраняются более высокие частоты, чем заданы фильтром

# Sheffield, Gifford (в печати). Audiol Neurotol

## ЗАДАЧИ:

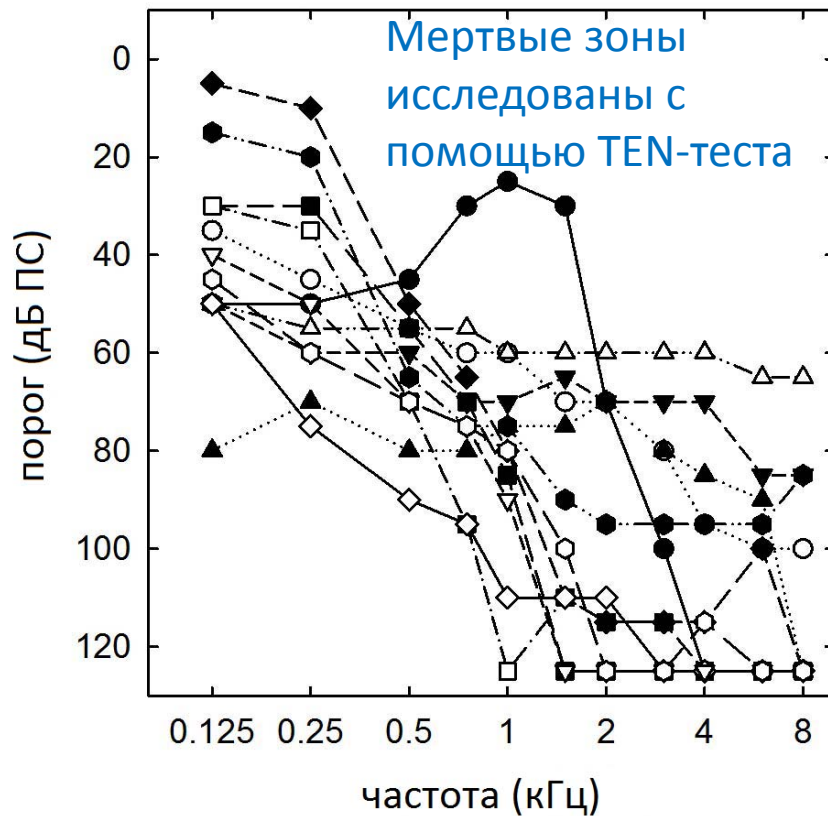
- 1) Повторить исследование Zhang с соавт. (2010) с более крутой отсечкой фильтра (90 дБ/окт.)
  - 2) Несколько вариантов ОСШ
  - 3) Низкочастотная и полосовая фильтрация.
- Взрослые с бимодальной коррекцией (n = 12)
  - Средний возраст = 56,3 года
    - Диапазон: от 42 до 82 лет
  - Средний опыт использования КИ = 54,9 месяца
    - Диапазон: от 8 до 138 месяцев

# Sheffield, Gifford (в печати).

## Audiol Neurotol

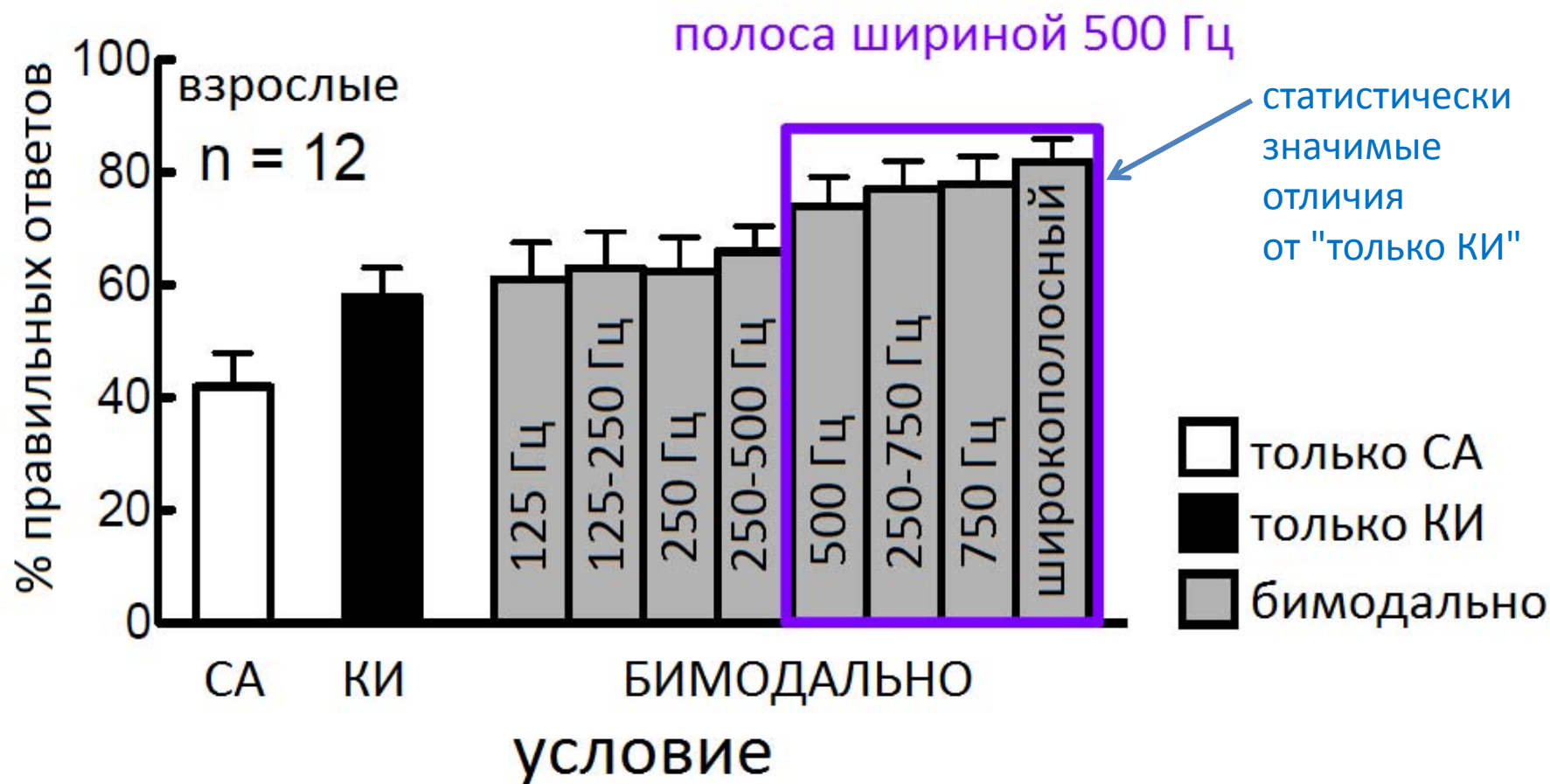
### ЗАДАЧИ:

- 1) Повторить исследование Zhang с соавт. (2010) с более крутой отсечкой фильтра (90 дБ/окт.)
  - 2) Несколько вариантов ОСШ
  - 3) Низкочастотная и полосовая фильтрация.
- Тест CNC
    - 60 дБ УЗД
  - Тест AzBio в шуме: +10, +5 и 0 дБ ОСШ
    - 65 дБ УЗД
  - НЧ: <125, <250, < 500, <750 Гц и широкополосный
  - Полосовой: 125-250, 250-500 и 250-750 Гц



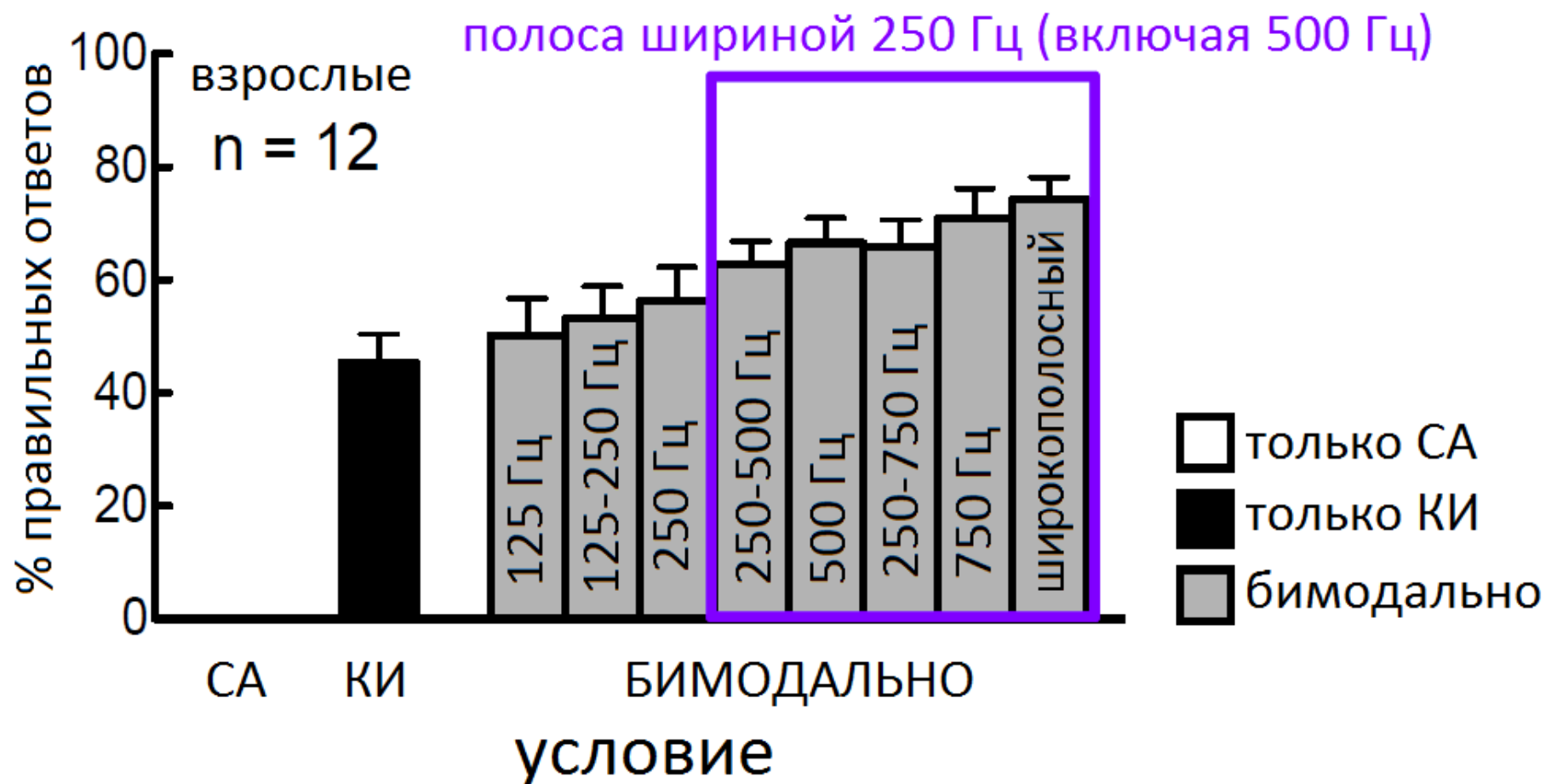
- Мертвые зоны не обнаружены, по крайней мере, у тех испытуемых, у которых уровень шума в TEN-тесте не достигал дискомфорта
- Уровень подачи сигнала в ухо без КИ:
  - 65 дБА
- Формула:
  - NAL-NL1

# Тест CNC

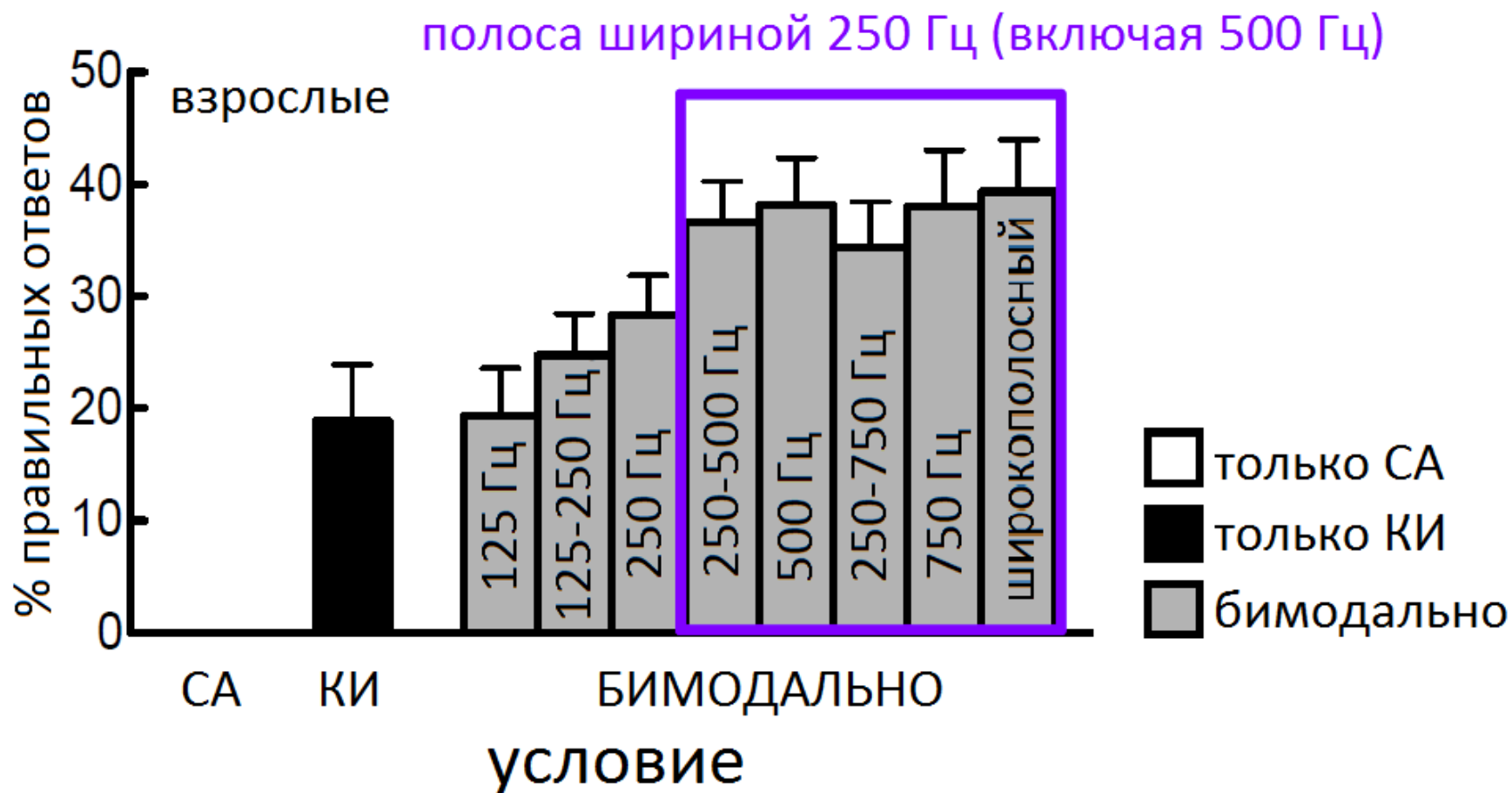




# Тест AzBio +5 дБ ОСШ



# Тест AzBio 0 дБ ОСШ (n = 9)



# Sheffield, Gifford (в печати). Audiol Neurotol

- Бимодальное преимущество возможно при ограниченном акустическом диапазоне
  - Даже при физическом отсутствии F0
  - По-видимому, частота 125 Гц не должна вызывать особого беспокойства
    - Целевые параметры, выход СА и т.д.
  - Полоса 250-500 Гц является определяющим

Phonetic Symbol	Example Word	$F_1$ (Hz)	$F_2$ (Hz)
/ow/	bought	570	840
/oo/	boot	300	870
/u/	foot	440	1020
/a/	hot	730	1090
/uh/	but	520	1190
/er/	bird	490	1350
/ae/	bat	660	1720
/e/	bet	530	1840
/i/	bit	390	1990
/iy/	beet	270	2290

Средняя частота  $F_1 = 490$  Гц

БИМОДАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ: для  
проявления преимущества достаточен  
весьма ограниченный диапазон  
акустического слуха в неимплантированном  
ухе...

...у взрослых с постлингвальной СНТ

Могут ли отличаться результаты,  
полученные у детей?

Могут ли отличаться результаты,  
полученные у детей?



# Могут ли отличаться результаты, полученные у детей?

Дети – это не уменьшенные в размерах взрослые





# Гипотеза

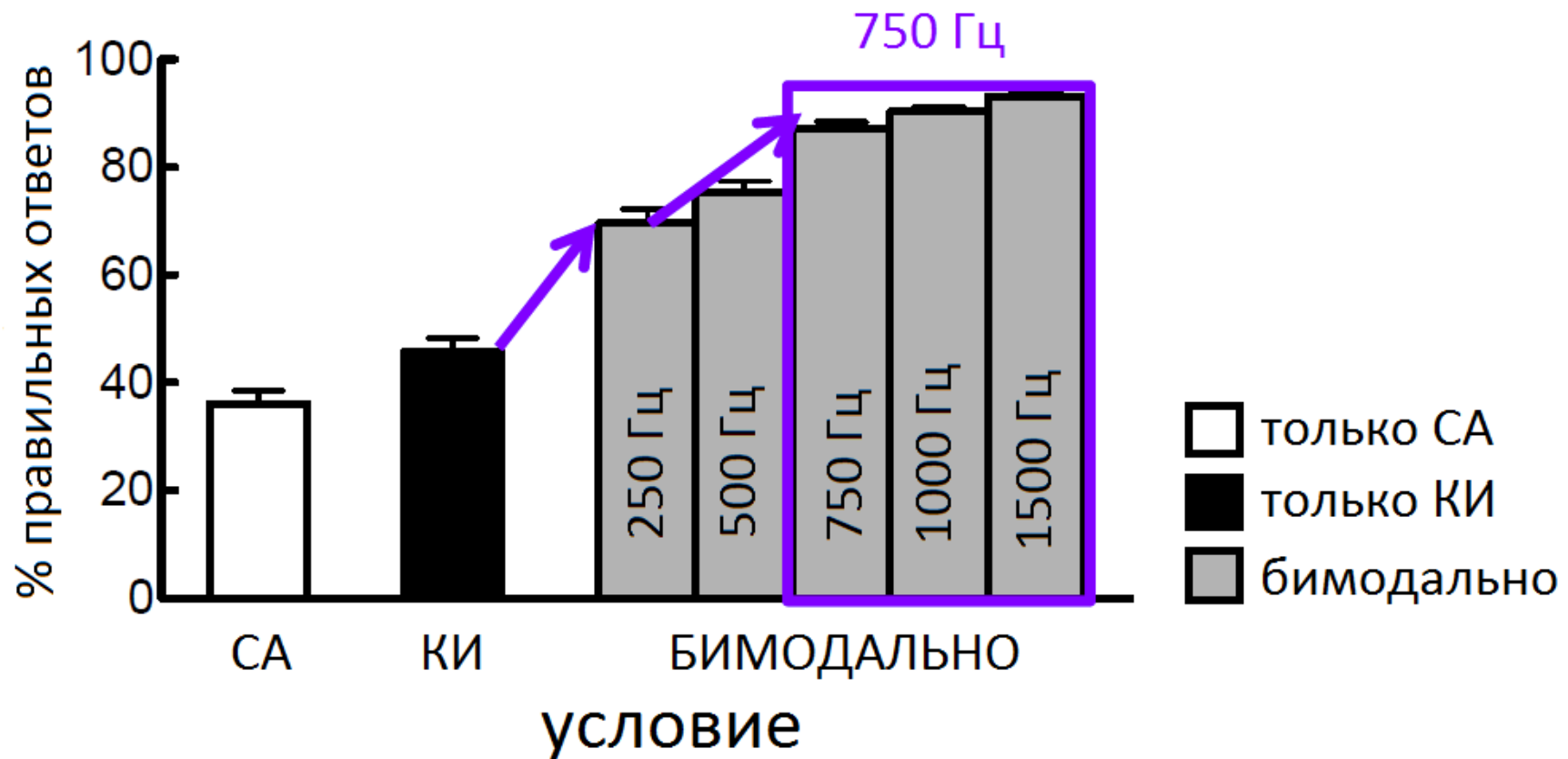
- Для проявления бимодального преимущества детям необходим более широкий частотный диапазон, чем взрослым.
  - Взрослые могут лучше сочетать оба варианта обработки сигнала (сверху вниз и снизу вверх).
  - Stelmachowicz с соавт., 2000, 2001, 2004, 2007; Pitmann с соавт., 2005
- У детей, как и у взрослых, бимодальное преимущество увеличивается по мере расширения частотного диапазона.

# Simha, Sheffield, Gifford (готовится к публикации)

- Дети с нормальным слухом ( $n = 20$ )
- Средний возраст = 9,2 года
  - Диапазон: от 6 до 12 лет
- Имитация КИ (15-канальный вокодер в соответствии с рекомендациями Litvak с соавт., 2007)
- Бимодальная стимуляция: 90 дБ/окт.
  - <250, <500, <750, <1000 и <1500 Гц
- Фразовый тест BabyBio при переменном ОСШ
  - SNR  $\rightarrow$   $\approx 50\%$  для условия “только КИ”
  - В среднем = 6,6 дБ

# Фразовый тест BabyBio

Положительный эффект начинает проявляться при добавлении 250 Гц, но достигает максимума (и больше не повышается) при добавлении 750 Гц



$\chi^2 = 90,2, p < 0,0001$

# Simha, Sheffield, Gifford (готовится к публикации)

## ОСНОВНОЙ ВЫВОД

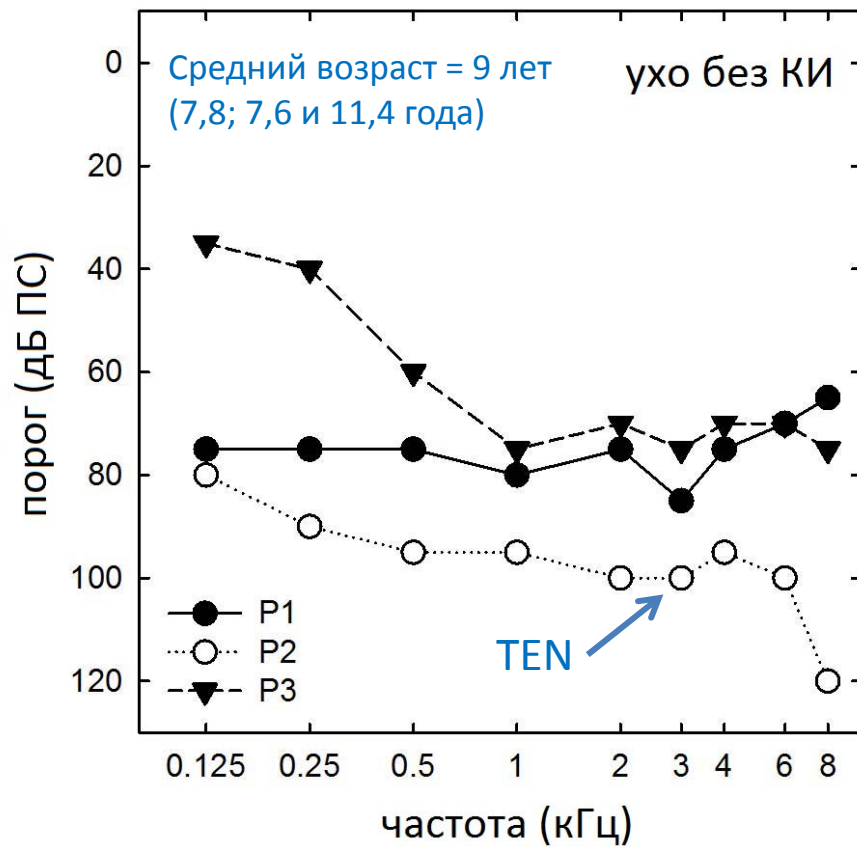
*Для достижения максимальной эффективности бимодальной коррекции детям необходим более широкий акустический диапазон, чем взрослым.*

НО... даже при более узком диапазоне обнаружено выраженное преимущество бимодальной стимуляции.

Как обстоят дела у детей с бимодальной коррекцией (КИ и СА)?

# Предварительные данные





## ОСШ

→ 50% только КИ

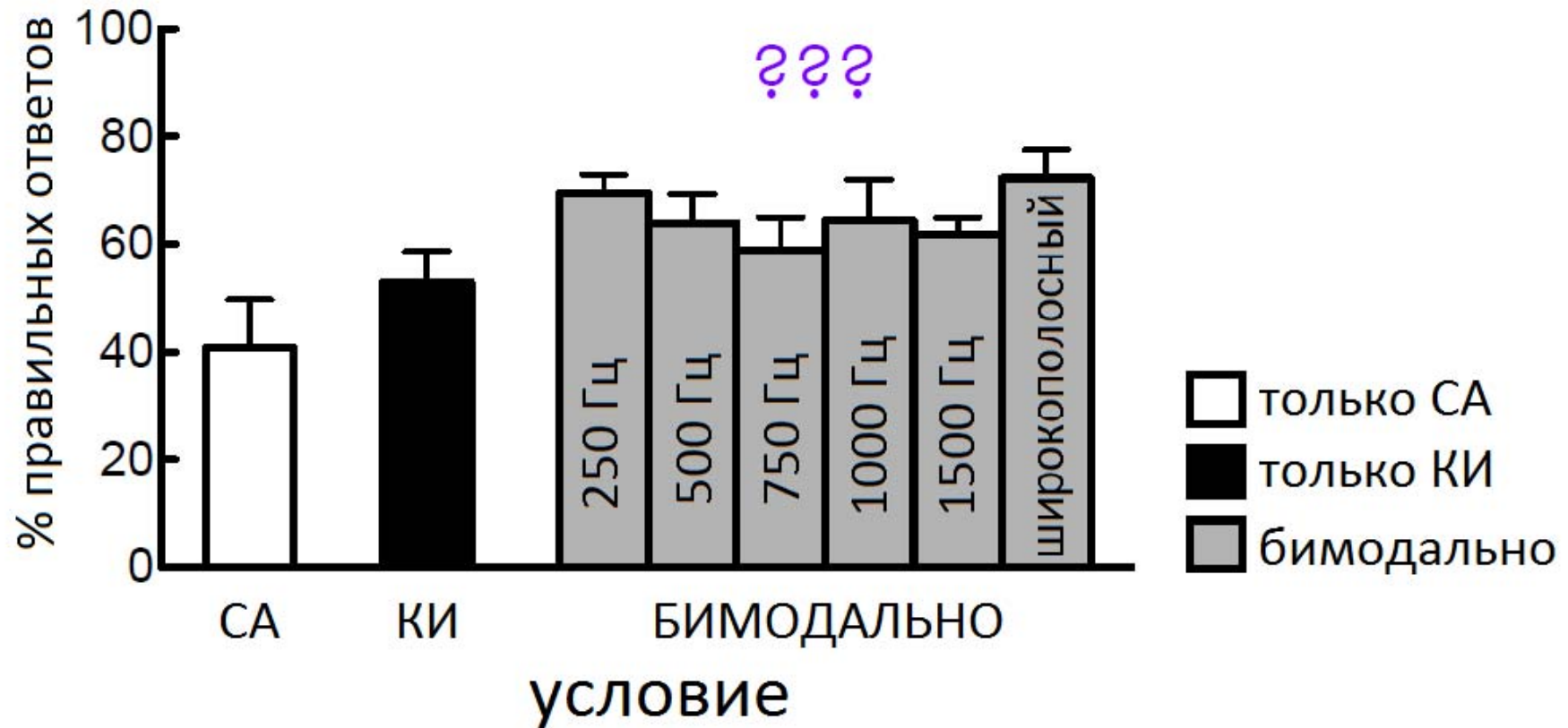
→ от 0 до 1 дБ ОСШ!

Уровень сигнала в  
неимплантированном  
ухе →

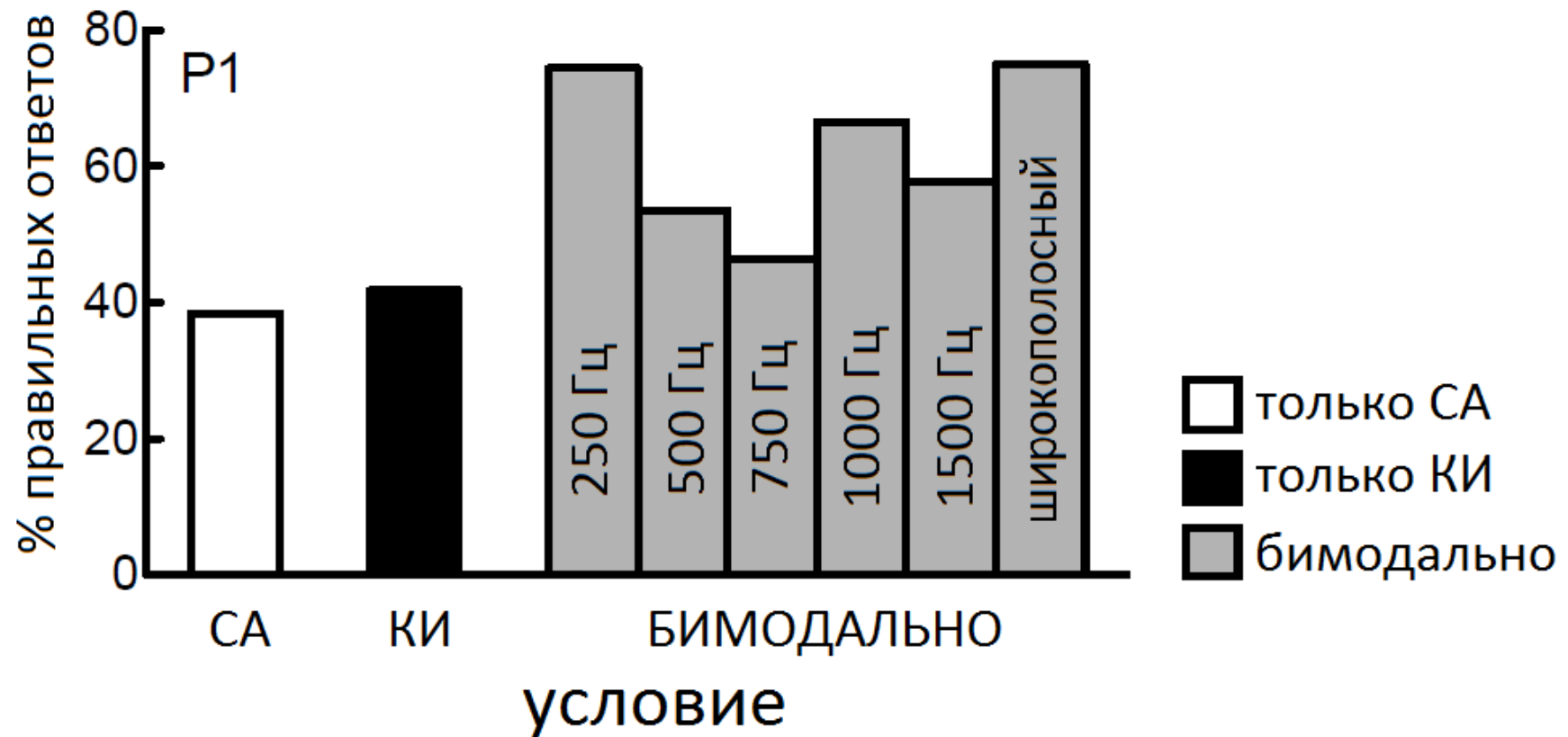
65 дБА

формула DSL

# Фразовый тест BabyBio

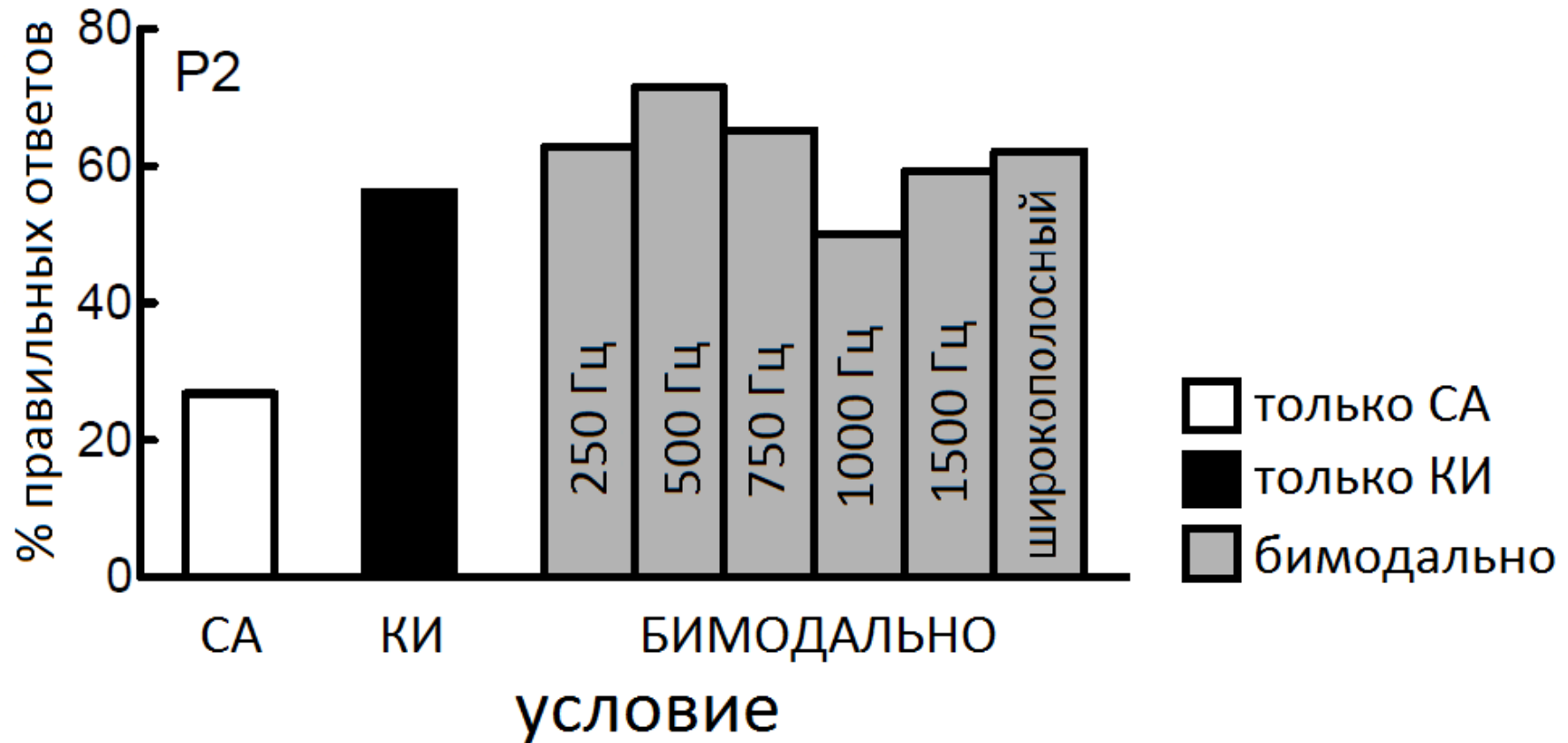


Индивидуальная вариабельность?

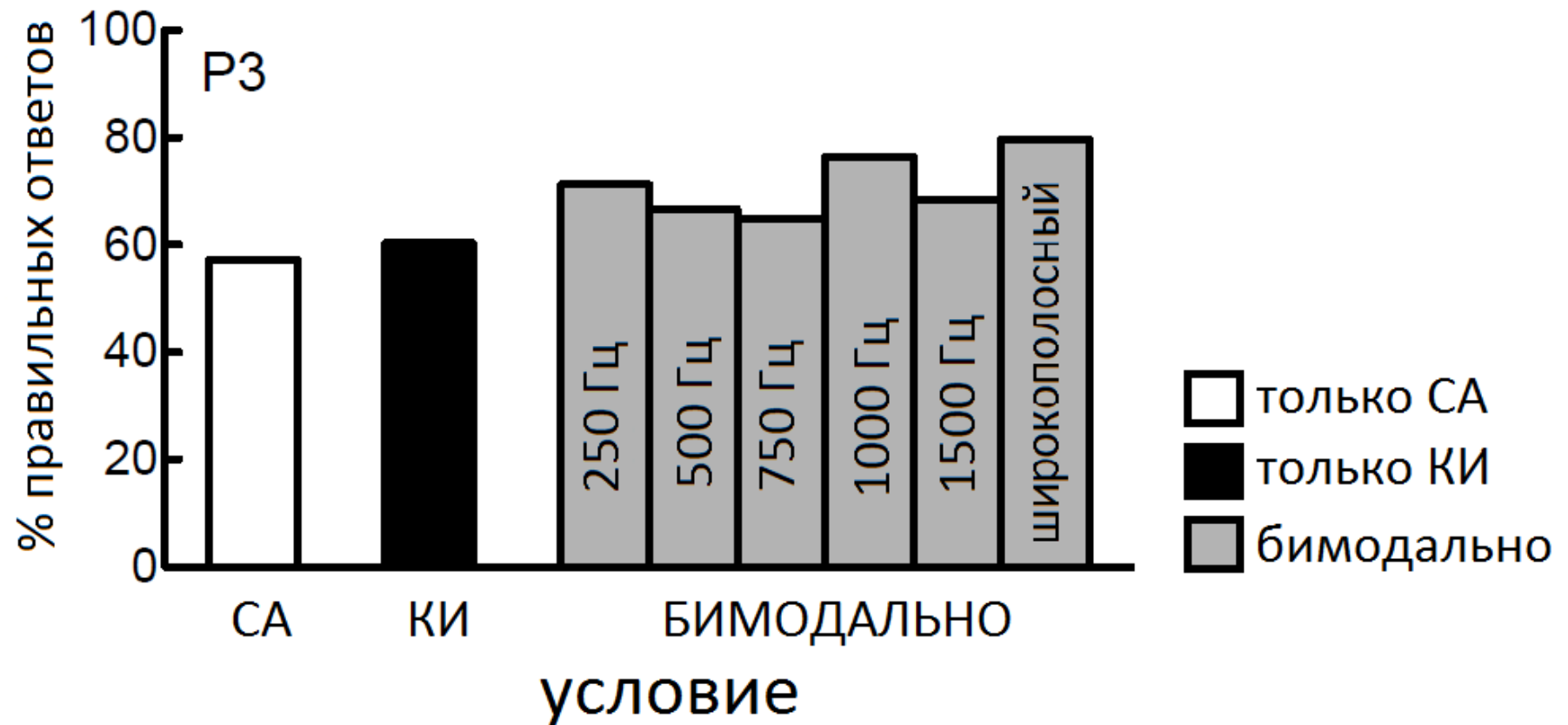


Плоская аудиограмма с порогами около 70 дБ ПС





Плоская аудиограмма с порогами от 80 до 100 дБ ПС



Нисходящая аудиограмма с порогами от 30 до 70 дБ ПС

# Выводы

- Бимодальный слух → большие преимущества
- Для значительного, и даже *максимального*, *преимущества* достаточно небольшого акустического слуха
- Необходимы дополнительные исследования в этой области!
  - Спектральный диапазон? Нелинейная частотная компрессия? Синхронизация КИ и СА? Возраст ребенка? Степень тугоухости в неимплантированном ухе? Сопутствующие заболевания?



Лаборатория кохlearной  
имплантации

Спасибо за внимание!

