

А.В. Пашков, Т.А. Полунина, С.А. Косачёва

Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

# Характеристика коротколатентных слуховых вызванных потенциалов мозга (воздушное и костное звукопроведение) у детей с нормальным слухом

## Контактная информация:

Пашков Александр Владимирович, ведущий научный сотрудник отдела новых технологий изучения особенностей развития ребенка и амбулаторного контроля за состоянием здоровья НИИ профилактической педиатрии и восстановительного лечения

Адрес: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, д. 2, тел.: +7 (916) 740-42-04, e-mail: pashkov@nczd.ru

Статья поступила: 09.03.2014 г., принята к печати: 21.07.2014 г.

Диагностика уровня слуха у детей младшего возраста с кондуктивной тугоухостью, связанной с пороками развития челюстно-лицевой области, в частности с агенезией слуховой раковины и наружного слухового прохода, является актуальной проблемой. Традиционная методика оценки слуха в первые годы жизни, а именно регистрация слуховых вызванных потенциалов мозга на акустические стимулы при воздушном звукопроведении, не дает представления о состоянии слухового анализатора за счет кондуктивного компонента тугоухости у этой когорты пациентов. Целью данного исследования стала оценка возможности диагностики функции слухового анализатора методом регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП) при использовании акустического стимула, подаваемого через костный вибратор. В исследование были включены 17 детей с нормальным слухом в возрасте 3–10 лет. Проводили сравнение параметров регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (V пик) в зависимости от типа передачи стимула (воздух/кость) у нормально слышащих детей. Полученные в исследовании данные порогов КСВП, зарегистрированных на акустические стимулы воздушного и костного звукопроведения, сопоставимы, а значения порогов слуха при акустической стимуляции через костный вибратор соответствуют результатам регистрации КСВП на стимулы, подаваемые через воздушные телефоны ( $r = 0,9$ ). Высокая корреляция порогов КСВП на стимулы, подаваемые через костный вибратор, и порогов КСВП, зарегистрированных через воздушные телефоны, позволяет оценивать состояние слухового анализатора у пациентов с любыми формами кондуктивной тугоухости.

**Ключевые слова:** коротколатентные слуховые вызванные потенциалы, воздушное звукопроведение, костное звукопроведение, дети, аномалии развития челюстно-лицевой области, нарушения слуха, тугоухость, диагностика.

(Педиатрическая фармакология. 2014; 11 (4): 93–96)

A.V. Pashkov, T.A. Polunina, S.A. Kosachyova

Scientific Center of Children's Health, Moscow, Russian Federation

## Description of Brainstem Auditory Evoked Responses (Air and Bone Conduction) in Children with Normal Hearing

Diagnosis of hearing level in small children with conductive hearing loss associated with congenital craniofacial abnormalities, particularly with agenesis of external ear and external auditory meatus is a pressing issue. Conventional methods of assessing hearing in the first years of life, i. e. registration of brainstem auditory evoked responses to acoustic stimuli in the event of air conduction, does not give an indication of the auditory analyzer's condition due to potential conductive hearing loss in these patients. This study was aimed at assessing potential of diagnosing the auditory analyzer's function with registering brainstem auditory evoked responses (BAERs) to acoustic stimuli transmitted by means of a bone vibrator. The study involved 17 children aged 3–10 years with normal hearing. We compared parameters of registering brainstem auditory evoked responses (peak V) depending on the type of stimulus transmission (air/bone) in children with normal hearing. The data on thresholds of the BAERs registered to acoustic stimuli in the event of air and bone conduction obtained in this study are comparable; hearing thresholds in the event of acoustic stimulation by means of a bone vibrator correlates with the results of the BAERs registered to the stimuli transmitted by means of air conduction earphones ( $r = 0.9$ ). High correlation of thresholds of BAERs to the stimuli transmitted by means of a bone vibrator with thresholds of BAERs registered when air conduction earphones were used helps to assess auditory analyzer's condition in patients with any form of conductive hearing loss.

**Key words:** brainstem auditory evoked responses, air conduction, bone conduction, children, congenital craniofacial abnormalities, hearing disorders, hearing loss, diagnosis.

(Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology. 2014; 11 (4): 93–96)

## ВВЕДЕНИЕ

Раннее выявление тугоухости является ключевым аспектом эффективной слухоречевой реабилитации пациентов с врожденным снижением слуха. Слухопротезирование таких пациентов в первые два года жизни с последующей реабилитацией повышает вероятность социальной интеграции ребенка в среду слышащих. В связи с этим во многих странах (в том числе в Российской Федерации) внедрена процедура аудиологического неонатального скрининга. На первом этапе в первые два месяца жизни осуществляется регистрация вызванной отоакустической эмиссии в родовспомогательных учреждениях, детских поликлиниках. При диагностике нарушения слуха на первом этапе и детям из группы риска показана регистрация коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП) мозга. Этот алгоритм призван выявлять пациентов с возможными нарушениями слуха и направлять их на расширенное аудиологическое обследование в максимально раннем возрасте (оптимально до 6 мес), чтобы создать предпосылки для эффективного слухопротезирования (слуховые аппараты, кохлеарная имплантация) и последующей реабилитации.

Протокол современного аудиологического обследования новорожденных и детей первого года жизни ориентирован на выявление лиц с сенсоневральной тугоухостью — нарушением функции звуковосприятия, связанной с патологией слухового анализатора (как правило, волосковых клеток улитки). Исследование слуха у пациентов с кондуктивной тугоухостью в первые годы (месяцы) жизни ограничивается проведением тимпанометрии, предполагающей оценку давления в полости среднего уха (тест, не дающий количественной оценки уровня слуха — порогов звуковосприятия) [1].

Актуальной проблемой является диагностика уровня слуха у детей младшего возраста с кондуктивной тугоухостью, связанной с пороками развития челюстно-лицевой области, в частности с агенезией слуховой раковины и наружного слухового прохода. Традиционная методика оценки слуха в первые годы жизни, регистрация слуховых вызванных потенциалов мозга на акустические стимулы, подаваемые через воздушные телефоны, не дает представления о состоянии слухового анализатора за счет кондуктивного компонента тугоухости у этой когорты пациентов, что не позволяет определить стратегию слухопротезирования и оптимальную тактику слухоречевой реабилитации.

**Цель исследования:** оценить возможности диагностики функции слухового анализатора методом регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП) при использовании акустического стимула, подаваемого через костный вибратор.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты тестирования пациентов с нормальным слухом в период с апреля по сентябрь 2013 г. Исследование проводили в ФГБНУ «НЦЗД». В исследование вошли 17 детей с нормальным слухом в возрасте 3–10 лет. Дети более раннего возраста не включались ввиду отличия нормативных параметров КСВП.

*Критерии включения пациентов в исследование:*

- отсутствие острых воспалительных заболеваний и жалоб (со стороны родителей) на функцию слуха;
- отсутствие факторов риска по глухоте при рождении;

- тимпанометрия тип «А» с пиком в области 0 дПа, не превышающим значение -100 дПа (использовали анализатор среднего уха GSI 33 с частотой пробника 226 Гц);
- пройденный скрининговый тест регистрации вызванной отоакустической эмиссии на оба уха (модуль регистрации DPOAE Audera GSI);
- наличие пиков I, III, V (при регистрации КСВП) с параметрами латентности и межпиковых интервалов, соответствующих нормативным данным: при интенсивности 50 и 40 дБ — для воздушного звукопроводения; пик V — для костного. Пик V, визуализирующийся при интенсивности 40 дБ, характеризовал отсутствие сенсоневрального компонента тугоухости [2].

Методику регистрации КСВП считают наиболее оптимальной с точки зрения диагностики нарушений слуховой функции за счет высокой чувствительности (100%) и специфичности (98%) [3, 4].

Регистрация КСВП — тест, позволяющий определить ответ структур ствола мозга на слуховые (как правило, серии акустических щелчков) стимулы. Стволомозговые потенциалы возникают в ответ на серии акустических стимулов и генерируются в базальной области улитки. Далее сигнал передается по слуховому пути через улитковые ядра к нижним буграм четверохолмия. Пики I и II характеризуют потенциал действия; остальные являются характеристикой постсинаптической активности ствола мозга. Общепринято оценивать характеристики только I, III и V пиков, как наиболее статистически устойчивые ответы [5].

Наиболее информативным компонентом КСВП является V пик — показатель, имеющий максимальную корреляцию с порогом звуковосприятия, т.е. интенсивность акустического стимула, при котором регистрируется V пик, воспринимается пациентом субъективно в связи с психологическим порогом звуковосприятия.

В данном исследовании проводили сравнение параметров регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (V пик) в зависимости от типа передачи стимула (воздух/кость) у нормально слышащих детей.

Для регистрации КСВП электроды фиксировали на голове пациента по следующей схеме: A1, A2 — в области сосцевидных отростков обеих височных костей, Fz (активный электрод) — на границе волосистой части головы по средней линии, Fpz — по средней линии лба книзу от активного электрода. Межэлектродное сопротивление составляло не более 5 кОм. Доставку акустических стимулов проводили посредством воздушных телефонов EARTone 3A и костного вибратора В 70A. Параметры тестирования представлены в табл.

Как следует из таблицы, мы использовали параметры стимуляции максимально тождественные. Двукратную запись применяли для исключения возможных артефактов.

## Статистическая обработка данных

Возможности диагностики кондуктивного компонента нарушения слуха оценивались при сравнении ответа КСВП на воздушное и костное звукопроводение (V пик) у каждого испытуемого при воспроизводимости не менее 95% данных теста. Для описания данных рассчитывали среднее значение параметров и стандартное отклонение. Сравнение проводили при помощи критерия Стьюдента. Взаимосвязь параметров воздушного и костного проведения оценивали при помощи корреляционного анализа (коэффициент корреляции Пирсона,  $r$ ). Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

**Таблица.** Параметры регистрации коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (воздушное и костное проведение)

Параметры	Воздушное проведение	Костное проведение
Тип стимула	Акустический щелчок, 100 мс	Акустический щелчок, 100 мс
Полярность	Альтернация	Альтернация
Интенсивность, дБ	50, 40, 30	50, 40, 30
Частота стимуляции	27,7/с	27,7/с
Окно анализа, мс	15	15
Фильтрация, Гц	100–3000	100–3000
Минимальное количество стимулов	2000	2000
Количество записей для каждой интенсивности	2	2

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При предъявлении стимулов интенсивностью 40 дБ у всех пациентов был зарегистрирован ответ (воздушное и костное проведение). При снижении величины интенсивности до 30 дБ ответ не был визуализирован при стимуляции через воздушные телефоны у 3 человек и при подаче стимула через костный вибратор — у 4. Значения латентности V пика при регистрации через костный вибратор превышали таковые для воздушного звукопроведения —  $7,02 \text{ мс} \pm 0,48$ ;  $p = 0,03$ . Коэффициент корреляции результатов тестирования для воздушного и костного проведения составил 0,9 (рис.).

Латентный период V пика при регистрации КСВП через костный вибратор превышает нормативные данные теста для воздушного типа подачи стимула. Тем не менее закономерность «латентность — интенсивность», т.е. уменьшение латентного периода ответа КСВП при увеличении интенсивности стимуляции, сохраняется.

Оценка результатов регистрации КСВП на стимулы, подаваемые через костный вибратор, сходна с диагностикой уровня слуха традиционным методом КСВП (воздушный тип подачи стимула). Однако, необходимо учитывать дополнительные артефакты ответа, которые возникают при подаче стимула через костный телефон, на что указывают и другие исследователи [5–9]. Для минимизации артефактов необходимо устанавливать вибратор в отдалении от латерального электрода. Кроме того, использование альтернирующей полярности стимула также минимизирует возникающие артефакты. Тем не менее визуализация пиков I и III будет затруднена. Кроме того, максимальная интенсивность стимула, подаваемого через костный телефон, составляет 55 дБ, что затрудняет возможную верификацию сенсоневрального компонента ответа [10]. Латентность ответа зависит от места расположения костного вибратора, и устанавливать телефон необходимо в одной точке. Также на латентность влияет и сила давления вибратора на голову пациента.

В дальнейшем требуется определение порога стимуляции, при котором необходимо применять маскировку контралатерального уха (для исключения «переслушивания» по кости), а также анализ частотного спектра ответа КСВП при стимуляции щелчками через костный вибратор.

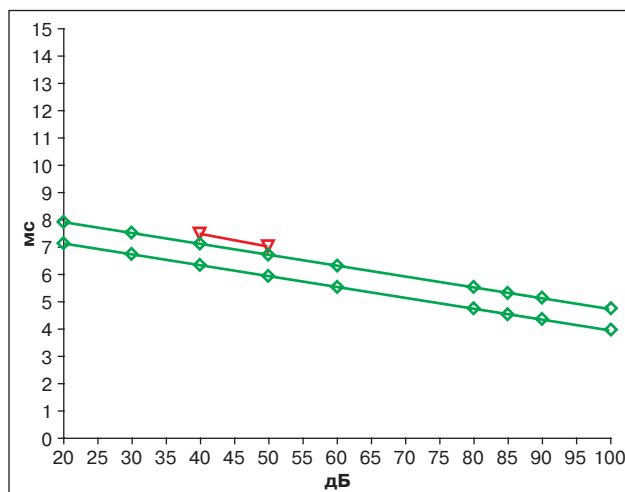
Полученные в нашем исследовании данные порогов КСВП, зарегистрированных на акустические стимулы воздушного и костного звукопроведения, сопоставимы, а значения порогов слуха при акустической стимуляции через костный вибратор соответствуют результатам регистрации КСВП на стимулы, подаваемые через воздушные телефоны ( $r = 0,9$ ). Высокая корреляция порогов КСВП на стимулы, подаваемые через костный вибратор, и порогов КСВП, зарегистрированных через воздушные телефоны, позволя-

ет оценивать состояние слухового анализатора у пациентов с любыми формами кондуктивной тугоухости.

Латентность V пика при регистрации костного звукопроведения у нормально слышащих лиц выше соответствующего значения при воздушном звукопроведении.

Реабилитация новорожденных с пороками развития челюстно-лицевой области, в том числе с аномалиями развития уха, наиболее эффективна при наличии достоверных данных о состоянии функции слуха — порогах звуковосприятия. Традиционный метод исследования слуха — аудиометрию — проводят детям, начиная с 6 лет; в более раннем возрасте возможно проведение так называемой игровой аудиометрии, информативность результатов которой зависит от коммуникативных навыков ребенка, что при тугоухости ограничивает применение метода. В отношении таких пациентов наиболее информативными диагностическими методиками являются объективные, не зависящие от участия пациента в процедуре тестирования. Среди них преимущество имеет регистрация КСВП при воздушном звукопроведении. Эту методику активно используют для выявления сенсоневрального компонента нарушения слуха, тогда как применение метода в отношении пациентов с кондуктивной тугоухостью, не позволяющей адекватно оценить состояние слухового анализатора, широкого распространения не получило. Вместе с тем получение таких данных в первые месяцы (годы) жизни пациента позво-

**Рис.** Соотношение показателей латентности V пика при регистрации воздушного и костного проведения



**Примечание.** По оси абсцисс — интенсивность стимуляции (дБ); по оси ординат — латентность V пика (мс). Зеленым выделен диапазон нормального ответа для стимуляции через воздушные телефоны; красным — полученный результат (среднее значение) для стимуляции через костный вибратор.

ляет выбрать наиболее эффективную стратегию протезирования слуха и тактику слухоречевой реабилитации, что представляется возможным при использовании методики регистрации КСВП на акустические стимулы, подаваемые через костный вибратор.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты нашего исследования показывают сопоставимость данных оценки КСВП при использовании акустических стимулов воздушного и костного звукопро-

ведения. Таким образом, оценка КСВП со стимуляцией через костный вибратор может быть положена в основу диагностики уровня слуха, прежде всего у пациентов с аномалиями развития слуховой раковины и наружного слухового прохода.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки/конфликта интересов, который необходимо обнародовать.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашков А.В., Самкова А.С., Кузнецов А.О. Регистрация коротколатентных слуховых вызванных потенциалов мозга на частотно-специфические Chirp-стимулы у нормально слышащих лиц и пациентов с кондуктивной тугоухостью. 9-й Международный симпозиум «Современные проблемы физиологии и патологии слуха»: Тез. докл. М., 2013. С. 36–37.
2. Kang M.-Y., MfD, Jeong S.-W., MD, Kim L.-S. Changes in the Hearing Thresholds of Infants Who Failed the Newborn Hearing Screening Test and in Infants Treated in the Neonatal Intensive Care Unit. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2012; 5: 32–36.
3. Ильченко И.Н., Пашков А.В. Внедрение единой системы универсального аудиологического скрининга новорожденных и детей первого года жизни в 4 регионах России: мониторинг процессов реализации. *Проблемы управления здравоохранением.* 2011; 1 (56): 41–45.
4. Berninger E., Westling B. Outcome of a universal newborn hearing-screening programme based on multiple transient-evoked otoacoustic emissions and clinical brainstem response audiometry. *Acta Otolaryngol.* 2011; 131 (7): 728–739.
5. Лятковский И.Б., Грычынский М., Гоффманн Б. и др. Руководство по аудиологии и слухопротезированию. М., 2009. 283 с.
6. Beattie R.C. Normative wave V latency-intensity functions using the EARTONE 3A insert earphone and Radioear B-71 bone vibrator. *Scand Audiol.* 1998; 27 (2): 120–126.
7. Campbell P.E., Harris C.M., Hendricks S. et al. Bone conduction auditory brainstem responses in infants. *J Laryngol Otol.* 2004; 118 (2): 117–122.
8. Hood L. Clinical applications of the auditory brainstem response. *San Diego.* 1998. 285 p.
9. Yang E.Y., Stuart A., Stenstrom R. et al. Effect of vibrator to head coupling force on the auditory brainstem response to bone conducted clicks en newborn infants. *Ear Hear.* 1991; 12: 55–60.
10. Yang E.Y., Stuart A. A method of auditory brainstem response to bone-conducted clicks in testing infants. *J Speech Lang Pathol Audiol.* 1990; 14: 69–76.

## Информация Союза педиатров России



**В рамках празднования всероссийского дня медицинского работника профессор Л.М. Рошаль и академик РАН А.Н. Коновалов отметили лучших детских врачей особыми знаками отличия — «шапочками детского доктора».**

Так мэтры отечественной медицины лично поддержали социально-значимую инициативу, предложенную НП «ОРМиЗ», в рамках проекта «Рожденный раньше срока». Мероприятие по вручению «шапочек детского доктора» стало важным этапом в процессе объединения специалистов разного профиля, задействованных в оказании медицинской помощи недоношенным детям.

17 июня 2014 г. в НИИ НДХИТ прошло торжественное мероприятие, в рамках которого директор института, детский хирург, профессор Л.М. Рошаль лично вручил 100 особым знакам отличия. Награду получили врачи и медицинские сестры института, добившиеся профессионального признания в работе с детьми, рожденными раньше срока.

Леонид Михайлович Рошаль подчеркнул исключительную социальную

значимость проводимой инициативы. «Выхаживание маловесных детей, наверное, самый сложный раздел в педиатрии. И поэтому, с одной стороны, мне отродно замечать, что в последнее время эта сфера взята под особый контроль государства. С другой стороны, если речь идет о жизни, тем более жизни ребенка, одного улучшения материально-технической базы недостаточно. Нужна командная работа, где каждый осознает личную ответственность за результат общих усилий. За прошедший год эта яркая шапочка стала символом некоей клановости, принадлежности к особому обществу тех, кто борется за жизнь и здоровье наших самых юных пациентов — новорожденных», — отметил «детский доктор мира».

Его коллега А.Н. Коновалов, академик РАН, директор Научно-исследовательского института нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, выбрал 32 лучших специалистов из отделений детской нейрохирургии и реанимации для вручения комплектов шапочек в качестве особого знака отличия.

В День медработника 50 лучших педиатров также получили этот особый знак признания из рук своего лидера — главного педиатра страны академика РАН А.А. Баранова.

Почетная обязанность определить лучших в перинатальной медицине для вручения последней партии лимитированного тиража в этом году принадлежит академику РАН, Президенту Российской ассоциации специалистов

перинатальной медицины Н.Н. Володину. Торжественное награждение состоится в рамках проведения IX Ежегодного конгресса РАСПМ, который пройдет в Москве 22–23 сентября 2014 года. Таким образом, «шапочки детского доктора» первого образца наконец найдут своих владельцев среди лучших неонатологов, акушеров-гинекологов, педиатров и врачей других специальностей, участвующих в конгрессе.

Напутственные слова участникам конференции прислал и автор дизайна шапочки Народный художник РФ, академик, действительный член Российской академии художеств Вячеслав Михайлович Зайцев: «С этой шапочкой я передаю вам часть своей души вместе с пожеланием успеха в вашей благородной миссии противостояния злу, несчастьям и болезням ради спасения светлой детской жизни». Стоит сказать, что в основу яркого авторского принта шапочки лег рисунок его пятилетней внучки Настя.

Выпуск второй партии шапочек приурочен к Международному дню недоношенных детей 17 ноября 2014 года.

«Шапочка детского доктора» появилась благодаря инициативе Общества по развитию медицины и здравоохранения (НП «ОРМиЗ») и поддержке признанных авторитетов в области медицины: академика РАН Н.Н. Володина, академика РАН Л.А. Бокерия, профессора Л.М. Рошалья, академика РАН А.Н. Коновалова, академика РАН В.Н. Серова, академика РАН А.А. Баранова, члена-корреспондента РАН Л.С. Намазовой-Барановой.