

УДК 616-053.3-072.7:612.858.8

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-1-85-92>**Акустический рефлекс у новорожденных и детей грудного возраста****М. Р. Богомильский¹, И. В. Рахманова^{1,2}, И. Н. Дьяконова¹, А. Г. Матроскин^{1,2}**¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, 117997, Россия² Морозовская детская городская клиническая больница ДЗ г. Москвы, Москва, 119049, Россия**Acoustic reflex in newborns and infants****M. R. Bogomil'skii¹, I. V. Rakhmanova^{1,2}, I. N. D'yakonova¹, A. G. Matroskin^{1,2}**¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Russia² Morozovskaya Children's City Clinical Hospital of the Department of Health of the City Moscow, Moscow, 119049, Russia

Акустическая рефлексометрия входит в перечень комплексного обязательного скрининга новорожденных во многих странах мира. Но, несмотря на это, не более 65% врачей включают полученный результат в диагностический протокол, причем из них 33% регистрируют только ипсилатеральное значение, а 6% регистрируют только контралатеральное значение. Целью данной статьи явилось привлечение внимания детских аудиологов и оториноларингологов к акустической рефлексометрии как к методу аудиологического исследования при объективной оценке слуха у детей. В статье затронуты понятия акустического рефлекса, его физиология, а также отражены современные данные о возрастных особенностях таких параметров рефлекса, как порог акустического рефлекса, амплитуда акустического рефлекса и латентность акустического рефлекса. Описаны клинические аспекты применения акустической рефлексометрии у взрослых, а также имеющиеся данные в доступной мировой литературе, особенности выполнения и интерпретации показателей стапедального рефлекса у детей первого года жизни.

Ключевые слова: акустический рефлекс, порог акустического рефлекса, ребенок.

Для цитирования: Богомильский М. Р., Рахманова И. В., Дьяконова И. Н., Матроскин А. Г. Акустический рефлекс у новорожденных и детей грудного возраста. *Российская оториноларингология*. 2022;21(1):85–92. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-1-85-92>

Acoustic reflexometry is included in the list of complex mandatory screening of newborns in many countries of the world. But, despite this, no more than 65% of doctors include the result in the diagnostic protocol, of which 33% record only the ipsilateral value, and 6% record only the contralateral value. The purpose of this article is to attract attention of children's audiologists and otorhinolaryngologists to acoustic reflexometry as a method of audiological examination in the objective assessment of auditory function in children. The article addresses the concepts of acoustic reflex, its physiology as well as modern data on the age-related features of such reflex parameters as threshold of acoustic reflex, amplitude of acoustic reflex, and latency of acoustic reflex. Clinical aspects of application of acoustic reflexometry in adults are described, so are available data in the world literature, at the present time, peculiarities of performance and interpretation of stapedial reflex indices in children of the first year of life.

Keywords: acoustic reflex, acoustic reflex threshold, child.

For citation: Bogomil'skii M. R., Rakhmanova I. V., D'yakonova I. N., Matroskin A. G. Acoustic reflex in newborns and infants. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2022;21(1):85-92. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-1-85-92>

Акустический (стапедиальный) рефлекс (АР) – это изменение подвижности барабанной перепонки и слуховых косточек, происходящее в результате сокращения стапедиальной мышцы в ответ на достаточно интенсивные звуковые (тональные или шумовые) сигналы [1].

Акустическая рефлексометрия (метод регистрации акустического рефлекса) входит в перечень комплексного обязательного скрининга новорожденных во многих странах мира. Но, несмотря на то, что практически все аудиологи проверяют наличие АР, не более 65% из них включают полученный результат в диагностический протокол [2, 3]. По данным Noel и Aiken, 60% аудиологов регистрируют оба значения, около 33% регистрируют только ипсилатеральное значение и 6% регистрируют только контралатеральное значение [4]. Но, несмотря на вышесказанное, данный метод исследования не нашел должного применения в практике российского врача.

Физиологическая роль акустического рефлекса разнообразна и заключается: 1) в приспособлении звукопроводящего аппарата для эффективной передачи звука; 2) защите внутреннего уха от повреждающих сверхсильных раздражителей; 3) поддержке слуховых косточек в постоянном положении [5].

Мышцы среднего уха (стременная мышца и мышца, напрягающая барабанную перепонку) предохраняют внутреннее ухо от воздействия чрезмерного шума, и прежде всего высокочастотного (2 кГц). Во время сильной звуковой стимуляции они сокращаются. Это приводит к уплощению цепи слуховых косточек, что, в свою очередь, приводит к ослаблению интенсивности звука, достигающего внутреннего уха на 10 дБ от исходного уровня подаваемого сигнала. Благодаря мышцам среднего уха диапазон воспринимающей интенсивности звука расширяется, исключается явление резонанса в среднем ухе и жидкостях внутреннего уха [6]. Сокращение этих мышц обуславливает изменение акустического импеданса (сопротивления), что может быть зарегистрировано с помощью электроакустического моста, определяя момент возникновения рефлекса [6, 7].

АР может измеряться как в единицах акустического сопротивления (ак. Ом), так и в единицах податливости (МО, мл или мкл) [1].

Для исследования акустического рефлекса подают прерывистый тон длительностью 1–2 с и частотой 0,5; 1; 2; 4 кГц, увеличивая интенсивность с шагом 5–10 дБ. У нормально слышащих людей стапедиальный (акустический) рефлекс возникает обычно при 70–90 дБ [1, 6, 7].

Сокращение стременной мышцы у человека впервые описал Люшер в 1929 году при его наблюдении через перфорированную барабанную

перепонку. В 1955 году Jerspen в своих работах показал, что стременная мышца сокращается при акустической стимуляции звуком, если звук не вызывает общей реакции человека в виде вздрагивания или испуга (Djupesland, 1967), Möller A. R. (1974) [7].

Позже было подробно изучено, какие структуры участвуют в осуществлении АР. Воспринимающими рецепторами служат волосковые клетки улитки, далее через преддверно-улитковый нерв (начало афферентного пути) информация передается на кохлеарные ядра и верхний оливарный комплекс (центральная часть). А затем по волокнам лицевого нерва (эфферентный путь) на стременную мышцу и стремечко (эффектор) [6].

Акустический рефлекс двусторонний, поэтому при стимуляции одного уха рефлекс наблюдается как в стимулируемом ухе [ипсилатеральный акустический рефлекс (ИАР)], так и в противоположном [контралатеральный акустический рефлекс (КАР)].

Проводящий путь контралатерального акустического рефлекса стременной мышцы предположительно включает четыре нейрональные структуры: нейроны спирального ганглия, вентральные улитковые ядра, нейроны медиальной верхней оливы и мотонейроны медиальной части лицевого нерва контралатеральной стороны [6].

Проводящий путь ипсилатерального рефлекса состоит из 3–4 нейронов. После звуковой стимуляции электрические импульсы от слуховых рецепторов, связанных с нейронами спирального ганглия, поступают к вентральным улитковым ядрам. Далее, пройдя через трапециевидное тело, возбуждение достигает медиальной части моторного ядра лицевого нерва, а затем по аксону лицевого нерва к ипсилатеральной стременной мышце. Одновременно некоторые волокна дополнительно проходят от вентрального улиткового ядра через трапециевидное тело к ипсилатеральной верхней оливе, а далее к медиальной части моторного ядра лицевого нерва (рис. 1) [6].

Диагностическое значение акустического рефлекса нельзя недооценивать [1, 8], поскольку его исследование позволяет: объективно характеризовать функцию центральных слуховых структур, выявлять поражения слухового и лицевого нервов, подкорковых центров слуха на уровне продолговатого мозга и моста, дифференцировать кохлеарные и ретрокохлеарные повреждения.

Так по данным J. Jerger, 1980, при поражении VII пары черепных нервов или среднем неперфоративном отите с умеренной тугоухостью наблюдается «вертикальный» тип акустического рефлекса – когда нет регистрации ипсилатерального

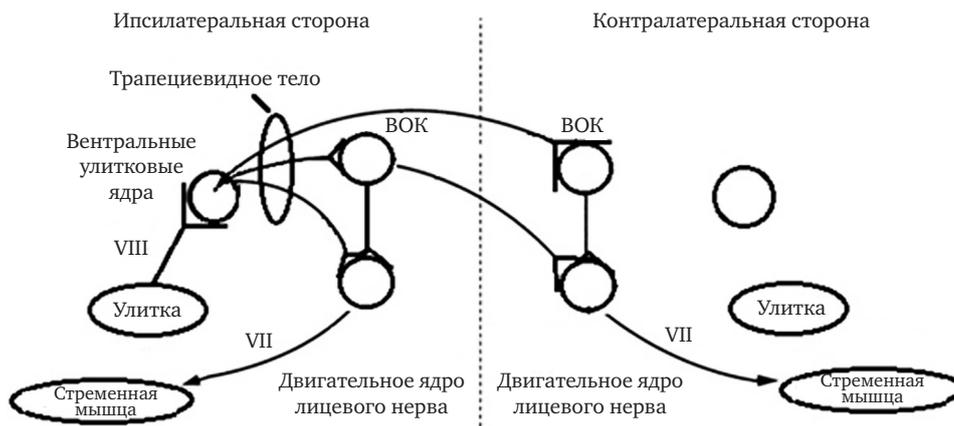


Рис. 1. Схема рефлекторной дуги акустического рефлекса: ВОК – верхний оливарный комплекс; VIII и VII – пары черепных нервов
 Fig. 1. Diagram of reflex arc of acoustic reflex: UOC – upper olivary complex; VIII and VII – pairs of cranial nerves

акустического рефлекса со стороны поражения и контралатерального с противоположной стороны [1].

При поражении слухового отдела VIII пары черепных нервов или тяжелом поражении улитки с выраженной сенсоневральной тугоухостью регистрируется «диагональный» тип акустического рефлекса, при котором нет регистрации ипси- и контралатерального акустического рефлекса со стороны поражения [1].

Поражение стволовых путей определяет «горизонтальный» тип акустического рефлекса – ипсилатеральные акустические рефлексы регистрируются, а контралатеральные нет [1].

Патологические изменения в области ствола головного мозга выявляются при стимуляции уха, когда ипсилатеральные рефлексы не изменены и не регистрируется контралатеральный рефлекс со стороны поражения – это так называемый одно альтернативный вариант акустического рефлекса [1].

При кохлеарной тугоухости с ФУНГ, по данным А. И. Лопотко [1], значения порога АР уменьшаются в сравнении с таковыми для соответствующих тонов, однако амплитуда рефлекса, по мере усиления сигнала стимуляции, может увеличиваться несколько больше, чем в норме. При сенсоневральной тугоухости без ФУНГ (например, старческой) амплитудные характеристики уплощены по сравнению с нормой [1].

Нарушение в работе любого звена рефлекторной дуги влияет на показатели АР.

В мировой литературе большинство авторов АР оценивают, как у детей, так и у взрослых, лишь по значению порога [2, 10–19]. Другие же не менее значимые характеристики АР: амплитуда, латентный период, время нарастания, активного сокращения, время релаксации спада – не нашли должного отображения, и если есть хоть какая-то информация, то материал издан давно, хотя это представляет, на наш взгляд, интерес.

Порог АР – это интенсивность (в децибелах по отношению к порогу слышимости), при которой начинает регистрироваться сокращение мышц среднего уха в ответ на адекватное раздражение [1, 5, 7].

По данным А. И. Лопотко, Г. А. Таварткиладзе на регистрацию порога акустического ответа оказывают влияние: интенсивность зондирующего тона, подаваемого при рефлексометрии; интенсивность стимула; разница в частоте между стимулом и зондирующим тоном; использование ипси- или контралатеральной стимуляции [1, 7].

Пороги рефлекса, а также полярность (направление кривой акустического рефлекса относительно оси) и конфигурация (вид кривой) [1] зависят от внутритимпанального и внутрилабиринтного давлений (рис. 2).

В детском возрасте регистрация акустического порога может быть крайне затруднительна, что связано с возрастными анатомическими особенностями наружного слухового прохода: отсутствием костной части до 6 мес., узостью слухового прохода у детей первых 3 мес. жизни, его меньшего объема, а также со статической эластичностью среднего уха, обеспечиваемой наличием хрящевых и соединительнотканых образований. Также известно, что уровни звука, используемые для вызова рефлексов в детском ухе, могут быть выше, чем у взрослых, а пониженная статическая эластичность среднего уха может нивелировать изменения импеданса порога.

Так, по данным Keith et al., 1973, 1978 [11, 12], акустический рефлекс у младенцев появлялся лишь с 9-й недели жизни.

Vaajas (1981) отмечал отсутствие АР у новорожденных при стимуляции тоном 220, 1000 Гц и широкополосным шумом, интенсивность которых не превышала 95 дБ [13].

Е. В. Шиманская (1992) указывала на отсутствие АР у новорожденных и у детей первого

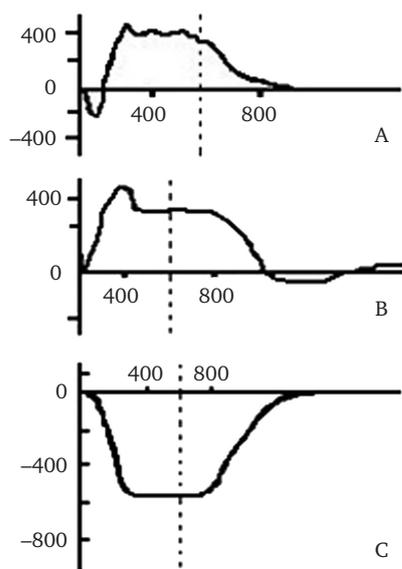


Рис. 2. Полярность и конфигурация акустического рефлекса в зависимости от внутрилабиринтного давления: А – внутрилабиринтное давление в норме или ниже нормы; В – низкое внутрилабиринтное давление; С – высокое внутрилабиринтное давление. Ось абсцисс – время, мсек; ось ординат – акустическое сопротивление (импеданс), ак. ОМ

Fig. 2. Polarity and configuration of depending on the inside of the labyrinth pressure: А – inside the labyrinth pressure is normal or lower than normal; В – low internal labyrinth pressure; С – high intralabyrinth pressure. Abscissa axis – time in msec; ordinate axis – acoustic resistance (impedance) in ak. OHM

месяца жизни даже при интенсивности стимула, от которого дети просыпались и появлялись артефакты движения (100–110 дБ) [14].

Другим исследователям удалось зарегистрировать акустический рефлекс у новорожденных. В 1994 году А. Kankknen, G. Liden обнаружили АР у новорожденных и даже определили, что среднее значение порога ИАР равно $85 \pm 5-9$ дБ [15]. Отсутствие же АР у младенцев может указывать на наличие кондуктивной тугоухости, невропатию VII пары черепных нервов [1] или недостаточно интенсивную стимуляцию стапедальной мышцы.

В 2012 году J. Kei при обследовании слуховой функции у 68 нормально слышащих новорожденных детей в возрасте 1,8 дня [16] методом тимпанометрии и рефлексометрии на частоте зондирующего тона 1000 Гц, а также широкополосной рефлексометрии выявил наличие акустического рефлекса на частотах 500, 2000, 4000 Гц. При этом среднее пороговое значение акустического рефлекса при широкополосной стимуляции было менее 57,2 дБ. Среднее значение порогов при неширокополосной акустической тимпанометрии составило 95, 85, 80 и 75 дБ HL для 0,5, 2 и 4 кГц соответственно [16].

В 2001 году Я. М. Сапожников и М. Р. Богомильский в монографии «Современные методы диагностики, лечения и коррекции тугоухости и

глухоты у детей» указывали на то, что на частоте 220 Гц акустические рефлексы у детей первого месяца жизни не регистрируются, однако при увеличении интенсивности подаваемого звука до 110–115 дБ реакция детей на звук была, что проявлялось беспокойством ребенка [17].

L. C. Jacob-Corteletti с соавт. в 2015 году [18] выявили акустический рефлекс у детей первого месяца жизни на частоте 1000 Гц.

С точки зрения Е. В. Шиманской, у детей в возрасте 1,5–3 месяца следует выделять некоторые особенности акустического рефлекса: большую сглаженность графической кривой АР, большие значения отклонений амплитуды. При динамическом же исследовании амплитуда АР нарастает медленно и всегда ниже, чем у взрослых при аналогичных интенсивностях. Порог АР для данной возрастной группы составляет 85–95 дБ [14].

В то же время у детей 1,5–3 мес. и 4–12 мес., по данным Я. М. Сапожникова и М. Р. Богомильского (2001), акустический рефлекс записывался при пороге, равном 85–95 дБ, как у взрослого человека [14].

Стоит отметить, что, несмотря на то что в возрасте 4–12 мес. АР регистрируется, многие авторы указывают на трудности во время проведения этого исследования. Регистрация АР проводится во время физиологического сна, который значительно короче у детей после 4 мес. и более поверхностный. Акустический сигнал, подаваемый в ухо, может, учитывая вышесказанное, приводить к пробуждению и (или) двигательному беспокойству ребенка, что, в конечном итоге, отражается на качестве записанного рефлекса [14, 17].

В возрасте от одного года до трех лет при регистрации АР отмечается значительно меньшее количество артефактов, порог акустического рефлекса при стимуляции на частоте 1000 Гц становится равным $89,3 \pm 5,1$ дБ, что не отличается от взрослых и детей дошкольного возраста (5–6 лет) [14, 17]. Однако чаще всего он проявляется при интенсивности 100–110 дБ [14].

У детей всех возрастных групп пороги ипсилатерального акустического рефлекса (ИАР) в 90% случаев всего распределения на стимулирующих частотах 500, 1000, 2000 Гц находятся в пределах от 85 до 95 дБ, а на частоте 4000 Гц – от 80 до 95 дБ [17].

По данным А. Kankknen, G. Liden при исследовании АР у детей в возрасте 2 мес. значение порогов ИАР увеличивалось на частоте 4000 Гц, в возрасте 1 года у некоторых детей на 4000 Гц пороги не регистрировались, а максимальное значение равно 90 дБ. На частотах 1000 и 2000 Гц для новорожденных среднее значение ИАР составляло 85 дБ [15].

В 2005 году С. Н. Логинов изучил зависимость параметров акустического рефлекса от возраст-

та. Им было показано, что у детей до 1 года AP регистрировались на частоте 500 Гц на уровне 85 дБ, 1000 Гц – 85 дБ, 2000 Гц – 85 дБ, 4000 Гц – 80 дБ [19].

Как показали вышеуказанные работы, значения порога AP у детей вариабельны и при попытке объединить результаты, полученные у детей различных возрастов, возникают трудности, связанные с морфофункциональными особенностями, присущими каждой возрастной группе.

Известно, что значение порога AP зависит от физических параметров стимула: шума, частоты тонального стимула. Однако L. C. Jacob-Corteletti с соавт. (2018) считают, что на значение порога оказывают влияние также масса тела при рождении и срок гестации [20].

Чаще всего в клинической практике при исследовании акустического рефлекса используют чистый тон (220, 500, 1000 или 2000 Гц), однако Shairer с соавт. полагают, что широкополосный акустический иммитанс в диагностических целях более предпочтителен, так как позволяет с помощью одного теста получить несколько измерений (адмиттанс, а также поглощательную способность – суспентанс) в широком диапазоне частот [21]. Помимо этого, такой процесс может быть автоматизирован, при этом результаты будут объективны, что может быть использовано в скрининге новорожденных: проводить который смогут не только аудиологи [6].

Временные характеристики акустического рефлекса

Временные характеристики акустического рефлекса известны в основном только для взрослых, а их описание для детей или вообще отсутствует, или, как, например, описание латентности, в различных источниках значительно варьирует.

Так, А. И. Лопотко выделяет следующие временные характеристики AP:

- латентный период акустического рефлекса – время задержки с момента акустического воздействия до начала возникновения рефлекторной реакции [1];
- время нарастания рефлекса – это отрезок времени, в течение которого амплитуда AP увеличивается от 0,1 до 0,9 до своего максимального значения (передний фронт);
- активное сокращение – амплитуда AP в пределах не менее 0,9 от своего максимального значения;
- время релаксации, спада – это отрезок времени, в течение которого амплитуда рефлекса уменьшается с 0,9 до 0,1 своего значения (задний фронт).

Под латентностью акустического рефлекса D. J. Lilly (1984) понимает временной интервал между началом интенсивного слухового стимула и началом сокращения мышц среднего уха [22].

J. D. Clemis и С. N. Sarno, Giorga и Stel [23] при оценке акустического рефлекса выделяют (рис. 3):

- начальную задержку (Л10%) – время от начала стимула до точки, когда рефлекторный ответ достигает 10% его максимальной амплитуды;
- терминальную задержку (Л90%) – время от начала стимула до точки, когда рефлекторный ответ достигает 90% максимальной амплитуды;
- начальное восстановление (Л90%) – время от смещения стимула до точки, где рефлекторный ответ уменьшается до 90% от его максимальной амплитуды [23].

Hung и Dallos сообщили, что у некоторых обследуемых выявлялась «релаксация латентного периода» в начале AP, т. е. перед увеличением импеданса происходило его снижение. Очевидно, этот факт отражает частичную релаксацию стречной мышцы перед ее сокращением [23].

Обычно используют тоны 500, 1000 и 2000 Гц. Измеряется время, в течение которого амплитуда AP снижается на 50% от своего максимального значения. В норме оно не должно быть больше 10 с при использовании тона 500 Гц и 5 с – при использовании тонов 1000 и 2000 Гц. Если время меньше, то это патологический «распад» AP [1].

Параметры латентного периода акустического рефлекса взрослого человека находятся в зависимости от интенсивности подаваемого сигнала. Так исследованиями McPherson, Thompson (1977), Hung и Dallos (1972), Lilly (1964), Metz (1951), Moller (1958) выявлено [23], что время нарастания активирующего стимула зависит от интенсивности стимула и напрямую влияет на латентность рефлекса, причем чем быстрее время нарастания стимула, тем короче латентность. Латентный период измеряется всегда только на

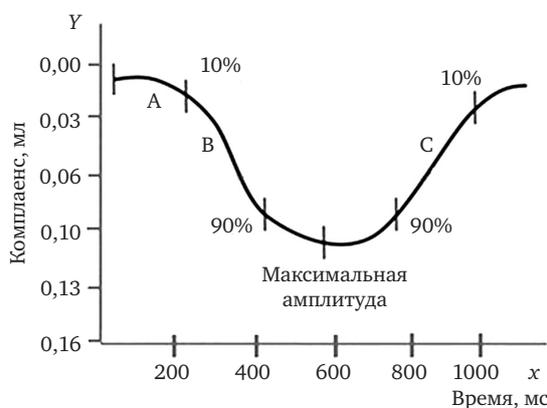


Рис. 3. Форма волны акустического рефлекса для иллюстрации меток времени, расчета различных параметров задержки акустического рефлекса: А – начальная задержка; В – терминальная задержка; С – начальное восстановление
Fig. 3. An acoustic reflex waveform for illustrating time stamps, calculating various delay parameters of the acoustic reflex: А – initial delay; В – terminal delay; С – initial recovery

Российская оториноларингология

частоте 1000 Гц [23], и он короче при шумовых сигналах (порядка 20 мс), чем при чистых тонах. Metz в 1951 году обнаружил, что латентный период укорачивается от 150 до 40 мс при повышении уровня сигнала от 80 до 100 дБ над порогом слуха на частоте 1000 Гц [23].

Strasser (1975), Ruth и Niswander (1976), Jerger с соавт. (1986) также было выявлено, что начальная задержка АР уменьшается с увеличением интенсивности сигнала [23].

Длительность ЛП у взрослого человека зависит не только от интенсивности, но и от частоты стимула. Möller в 1958 г. сообщил, что латентный период имеет диапазон от 25 до 130 мс для чистых тонов 500 и 1500 Гц. Как правило, латентный период короче при 1500 Гц, нежели при 500 Гц. Эти данные получены при измерениях акустического импеданса. Они характеризуют скорее значения механического ответа среднего уха, ответа на гиперстимуляцию различными звуковыми частотами, чем время нервной передачи по рефлекторной дуге. Jerger с соавт. (1986) сообщили, что среднее значение латентного периода АР при 1000 и 2000 Гц составило 106 мс [23].

Исследования влияния различных частот на время латентного периода показало, что предъявляемые частоты 500, 1000 и 2000 Гц дают более стабильный показатель латентного периода акустического рефлекса и меньший разброс значений, чем другие активируемые частоты (Möller, 1958; Ruth, Niswander (1976) [23].

Полученные в 1980 году Lutman и Leis данные свидетельствовали, что при ипсилатеральной стимуляции превышение интенсивности звукового раздражителя более 100 дБ может приводить к появлению артефактов. Это необходимо учитывать при определении латентного периода АР [23].

Djupesland и Zwislocki в 1971 году выявили, что продолжительность активирующего стимула более 1 с уже не влияет на латентность рефлекса [23].

Rossie с соавт. в 1985 году изучали взаимосвязь между рефлекторными паттернами, вызванными белым шумом, и узкополосными белыми шумовыми стимулами различной длительности одинаковой интенсивности. Они обнаружили, что латентность не зависит от спектра раздражителей и его продолжительности [23].

Updike и Einstein (1986) выяснили, что более длительный латентный период акустического рефлекса выявляется на высоких частотах, а не на низких.

Исследование Боргома (1982) демонстрирует более длинный АРЛ на частоте 500 Гц, чем на 2000 Гц [23].

Удлинение латентности АР выявляется при ретрокохлеарной патологии и может быть ис-

пользовано в качестве простого клинического метода дифференциальной диагностики интра- и ретрокохлеарных нарушений.

Амплитуда АР (высота графика) может быть различна и определяется сдвигом импеданса (изменением сопротивления структур среднего уха) в момент подачи стимула, зависящей от интенсивности звука [1, 6].

При исследованиях важен факт изменения нарастания (увеличения) амплитуды при повышении интенсивности стимулирующего тона, так как это облегчает регистрацию рефлекса даже при наличии артефактов [7].

Flottrop и соавт. установили большие изменения импеданса на частоте 250 Гц, чем на 4000 Гц. Другие исследователи указывают, что наибольшие изменения импеданса вызывает тон 2000 Гц, также есть данные, что максимальные ответы вызываются тоном 1000 Гц и широкополосным шумом. Поэтому четкое соотношение между активирующей частотой и амплитудой АР остается до конца нерешенным моментом [19].

Увеличение амплитуды акустического рефлекса происходит линейно для чистых тонов примерно до 120 дБ УЗД. Для широкополосного шума функции достаточно линейны приблизительно до 110 дБ УЗД. На более высоких уровнях УЗД наблюдается насыщение рефлекторного ответа, линейность нарушается. При дальнейшем увеличении интенсивности сигнала можно наблюдать уменьшение амплитуды рефлекса.

Снижение минимального времени стимуляции ограничено, так как при очень короткой длительности раздражителя АР не регистрируется.

Для достижения максимальной амплитуды ИАР необходим УЗД 20 дБ ($1,10 \pm 0,16$ мл), для КАР – 86 дБ ($1,06 \pm 0,12$ мл).

По данным Я. М. Сапожникова и М. Р. Богомильского (2001), у детей до 1 года жизни амплитуда акустического рефлекса увеличивается пропорционально росту интенсивности стимулирующего сигнала [17].

Время адаптации зависит от частоты тонального сигнала. Для высокочастотных сигналов оно минимальное (8,5 с), для средне- и низкочастотных сигналов (1,0 и 0,5 кГц) оно повышается до 12,8 и 9,7 с соответственно [24].

Для ИАР время адаптации на частоте 4,0 кГц – 3,3 с, на частоте 1 кГц – 9,3 с, 0,5 кГц – 7,9 с [24].

Таким образом, из вышеизложенного можно судить, что диагностические возможности акустической рефлексометрии должны заключаться не только в регистрации пороговых значений, но и в определении частотных и адаптационных стимуляций, а также в интерпретации особенностей установления полярности и конфигурации его осцилляций, что позволяет судить о возможном характере и топике поражений.

Вывод

Множество противоречий, имеющих в литературе по поводу параметров акустического рефлекса у детей грудного возраста, а также, на наш взгляд, важность этого метода как дополнительного диагностического приема выявления

локализации поражения слухового анализатора дает повод для дальнейшего изучения акустического рефлекса у детей первого года жизни.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Лопотко А. И., Бердникова И. П., Бобошко М. Ю., Журавлева Т. А., Журавский С. Г., Иванова Т. В., Ломоватская Л. Г., Мальцева Н. В., Молчанов А. П., Рыднина А. М., Савенко И. В., Слесаренко Н. П., Солдатова Г. Ш. Практическое руководство по сурдологии. СПб.: Диалог, 2008. 183 с. [Lopotko A. I., Berdnikova I. P., Boboshko M. Yu., Zhuravleva T. A., Zhuravskii S. G., Ivanova T. V., Lomovatskaya L. G., Mal'tseva N. V., Molchanov A. P., Rydnina A. M., Savenko I. V., Slesarenko N. P., Soldatova G. Sh. *Prakticheskoe rukovodstvo po surdologii*. Saint Petersburg: Dialog, 2008. 183 p. (In Russ.)]
2. Perez-Villa Y. E., Mena-Ramirez M. E., Chamlati Aguirre L. E., Mora-Magaña I., Gutierrez-Farfan I. S. Utilidad Diagnóstica del Reflejo Acústico para Precir audición en población pediátrica. *Acta Otorrinolaringologica Española*. 2014;65(6):332-338. <https://doi.org/10.1016%2Fj.otorri.2014.02.010>
3. Yang F. L., Wang B., Huang Y. The application of acoustic stapedial reflex in hearing screening of infants. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2016 Jul 20; 30 (14):1168-1170. *Chinese*. <https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1781.2016.14.022>. PMID: 29798450
4. Greg Noel, Steve Aiken. The Value of Acoustic Reflexes in Practice: A Retrospective Look. *Canadian Audiologist*. 2014; 1(2) <http://canadianaudiologist.ca/issue/volume-1-issue-2-2014/column/science-matters/>
5. Лятковский Я. Б. Руководство по аудиологии и слухопротезированию. М., 2009. [Lyatkovskii Ya. B. *Rukovodstvo po audiologii i slukhoprotezirovaniyu*. Moscow, 2009. (In Russ.)]
6. Кочкин Р. В. Импедансная аудиометрия. 2006. [Kochkin R. V. *Impedansnaya audiometriya*. 2006. (In Russ.)] https://gendocs.ru/v32528/кочкин_р.в._импедансная_аудиометрия
7. Таварткиладзе Г. А. Руководство по клинической аудиологии. М.: Медицина, 2013. [Tavartkiladze G. A. *Rukovodstvo po klinicheskoi audiologii*. Moscow: Meditsina, 2013. (In Russ.)]
8. Драган С. П., Богомолов А. В., Котляр-Шапиров А. Д., Кондратьева Е. А. Метод импедансометрического исследования акустического рефлекса. *Медицинская техника*. 2017;1:52-55 [Dragan S. P., Bogomolov A. V., Kotlyar-Shapiro A. D., Kondratyeva E. A. Method of impedance analysis of acoustic reflex. *Meditsinskaya tekhnika*. 2017;1:52-55. (In Russ.)]. <http://www.mtjournal.ru/archive/2017/meditsinskaya-tekhnika-1/metod-impedansometricheskogo-issledovaniya-akusticheskogo-refleksa>
9. Савельев Е. С., Савельева Е. Е., Туфатулин Г. Ш. Методы диагностики слуховой функции у детей грудного возраста. *Наука и инновации в медицине*. 2020;5(1):62-69 [Savelyev E. S., Savelieva E. E., Tufatulin G. Sh. Diagnostic methods for determining auditory function in infants. *Science and Innovations in Medicine*. 2020;5(1):62-69. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2020-5-1-62-69>
10. Пашков А. В., Савельева Е. Е., Полунина Т. А., Наумова И. В., Самкова А. С. Объективные методы диагностики нарушения слуха у детей первых лет жизни. *Вопросы диагностики в педиатрии*. 2014;11(2):82-85. [Pashkov A. V., Savelieva E. E., Polunina T. A., Naumova I. V., Samkova A. S. Objective methods for diagnosing hearing impairment in children of the first years of life. *Diagnostic issues in pediatrics*. 2014; 11 (2): 82-85 (In Russ.)]
11. Keith R. W. Impedance audiometry with neonates. *Arch Otolaryngol*. 1973;97:6:465-7. <https://doi.org/10.1001/archotol.1973.00780010479007>
12. Keith R. W. Middle ear function in neonates. *Arch Otolaryngol*. 1975;101:6:376-9. <https://doi.org/10.1001/archotol.1975.00780350040010>
13. Barajas J. J., Olaizola F., Tapia M. C., Alarcon J. L., Alaminos D. Audiometric study of the neonate: impedance audiometry. Behavioural responses and brain stem audiometry. *Audiology*. 1981; 20:1:41-52. <https://doi.org/10.3109/00206098109072681>
14. Шиманская Е. В. Возрастная характеристика динамических показателей акустического импеданса среднего уха и дифференциально-диагностические возможности метода: автореф. ... канд. мед. наук. СПб., 1992. [Shimanskaya E. V. *Vozrastnaya kharakteristika dinamicheskikh pokazatelei akusticheskogo impedansa srednego ukha i diferentsial'no-diagnosticheskie vozmozhnosti metoda: avtoref. ... kand. med. nauk*. Saint Petersburg, 1992 (In Russ.)] <http://medical-diss.com/medicina/voznrastnaya-harakteristika-dinamicheskikh-pokazateley-akusticheskogo-impedansa-srednego-ukha-i-differentsialno-diagnostiche>
15. Kankkunen A., Lidén G. Ipsilateral acoustic reflex thresholds in neonates and in normal-hearing and hearing-impaired pre-school children. *Scand Audiol*. 1984;13(2):139-144. doi: 10.3109/01050398409043052
16. Kei J. Acoustic stapedial reflexes in healthy neonates: normative data and test-retest reliability. *J Am Acad Audiol*. 2012;23:1:46-56. doi: 10.3766/jaaa.23.1.5.PMID: 23900179 DOI: 10.1097/AUD.0b013e31829c70d9
17. Сапожников Я. М., Богомилский М. Р. Современные методы диагностики и коррекции тугоухости и глухоты у детей. М., 2001 [Sapozhnikov Ya. M., Bogomil'skii M. R. *Sovremennye metody diagnostiki i korrektsii tugoukhosti i glukhoty u detei*. Moscow, 2001. (In Russ.)]

18. Jacob-Corteletti L. C., Duarte J. L., Zucki F., Mariotto L. D., Lauris J. R., Alvarenga K. de F. Acoustic reflex on newborns: the influence of the 226 and 1,000 Hz probes. *Codas*. 2015;27:3:223-229. English, Portuguese. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20152014117>. PMID: 26222937
19. Логинов С. Н. Распространенность заболеваний слухового анализатора и роль аудиологического скрининга у детей северных районов Читинской области. М., 2005. [Loginov S. N. *Rasprostranennost' zabolevanii slukhovogo analizatora i rol' audio logicheskogo skrininga u detei severnykh raionov Chitinskoi oblasti*. Moscow, 2005. (In Russ.)] <https://www.dissercat.com/content/rasprostranennost-zabolevanii-slukhovogo-analizatora-i-rol-audiologicheskogo-skriniga-u-det>
20. Jacob-Corteletti L. C. B., Araújo E. S., Duarte J. L., Zucki F., Alvarenga K. F. Acoustic Reflex Testing in Neonatal Hearing Screening and Subsequent Audiological Evaluation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2018;61(7):1784-1793. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29913009/>
21. Schairer K. S., Feeney M. P., Sanford C. A. Acoustic reflex measurement. 2013 Jul;34 Suppl 1:43S-47S. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31829c70d9>
22. Lilly D. J. (1984). Evaluation of the response time of the acoustic immittance instruments. In Silman, S. (1984). The Acoustic Reflex. In Qiu, W., and Stucker, F. (1998). Characterization of acoustic reflex latency in normal hearing subjects. *Scandinavian Audiology*; 27(1): 43-49.
23. Reena N. Characterization of Acoustic Reflex Latency in Females. *Glob J Oto*. 2017;11(2):555808. <https://doi.org/10.19080/GJO.2017.11.555808>
24. Бутенко Л. Н. Исследование динамических характеристик акустического рефлекса внутриушных мышц при различных видах звуковой стимуляции: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Киев, 1984. [Butenko L. N. *Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik akusticheskogo refleksa vnutriushnykh myshts pri razlichnykh vidakh zvukovoi stimulyatsii*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kiev, 1984. (In Russ.)] <https://search.rsl.ru/ru/record/0100876294>

Информация об авторах

Богомильский Михаил Рафаилович – член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1); e-mail: mirabo1934@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3581-1044>

✉ **Рахманова Ирина Викторовна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры оториноларингологии педиатрического факультета, заведующий НИЛ клинической и экспериментальной детской оториноларингологии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1); e-mail: RakhmanovaIV@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3002-7660>

Дьяконова Ирина Николаевна – профессор, доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1); e-mail: i-dyak@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6602-1600>

Матроскин Александр Геннадьевич – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории НИЛ клинической и экспериментальной детской оториноларингологии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова (117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1); e-mail: antrax@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3692-7660>

Information about authors

Mikhail R. Bogomil'skii – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Otorhinology, Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University (1, Ostrovityanova, Moscow, Russia, 117997); e-mail: mirabo1934@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3581-1044>

✉ **Irina V. Rakhmanova** – MD, Professor of the Department of Otorhinology of the Faculty of Pediatrics, Head of the Research Laboratory of Clinical and Experimental Pediatric Otorhinology, Pirogov Russian National Research Medical University (1, Ostrovityanova, Moscow, Russia, 117997); e-mail: rakhmanovaIV@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3002-7660>

Irina N. D'yakonova – Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Physiology, Pirogov Russian National Research Medical University (1, Ostrovityanova, Moscow, Russia, 117997); e-mail: i-dyak@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6602-1600>

Aleksandr G. Matroskin – PhD, Researcher, Laboratory of Research Laboratory of Clinical and Experimental Pediatric Otorhinology, Pirogov Russian National Research Medical University (1, Ostrovityanova, Moscow, Russia, 117997); e-mail: antrax@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3692-7660>