# УДК 616.28-008.14-053.2-76-072.7

**Савельева Елена Евгеньевна**

кандидат медицинских наук, доцент,

зав. кафедрой оториноларингологии с курсом ИДПО ГБОУ ВПО

«Башкирский государственный медицинский университет»,

surdolog@yandex.ru

**Таварткиладзе Георгий Абелович**

доктор медицинских наук, профессор,

директор ФГБУН «Российский научно-практический центр

аудиологии и слухопротезирования»,

[mba@fmbaros.ru](mailto:mba@fmbaros.ru)

**Savelyeva Elena Evgenyevna**

candidate of medical sciences, associate professor,

the department chair of otorhinolaryngology with course IDPO SEI VPO

«The Bashkir state medical university»,

surdolog@yandex.ru

**Tavartkiladze Georgy Abelovich**

doctor of medical sciences, professor,

director of FGBUN «Russian scientific and practical center

audiology and hearing aid»,

[mba@fmbaros.ru](mailto:mba@fmbaros.ru)

# ИЗМЕРЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ УХЕ ПРИ СЛУХОПРОТЕЗИРОВАНИИ ДЕТЕЙ С СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

**MEASUREMENTS IN THE REAL EAR AT HEARING AID OF CHILDREN WITH SENSONEVRALNY RELATIVE DEAFNESS**

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются проблемы слухопротезирования, отмечается необходимость формирования объективного анализа истинные параметры сигнала непосредственно у барабанной перепонки в ухе ребенка. В статье выдвигается гипотеза, и посредством практического исследования приводится ее подтверждение.*

***Ключевые слова:*** *слухопротезирование, звуковой сигнал, барабанная перепонка, акустический зонд и т.д.*

***Annotation.*** *The article considers the problems of the hearing aid, the necessity of forming an objective analysis of the true parameters of the signal directly from the tympanic membrane in the ear of the child. The article advances the hypothesis through practical study is given of its confirmation.*

***Keywords****: hearing AIDS, the sound, the eardrum, the acoustic probe, etс.*

Общеизвестным фактом является отличие наружного уха детей от взрослых. Это необходимо учитывать при слухопротезировании детей. При слухопротезировании детей звуковой сигнал, поступающий к барабанной перепонке, зависит не только от настроек слухового аппарата, но и от индивидуального ушного вкладыша с заключенным в него звуководом, а также от остаточного объема наружного слухового прохода, то есть объема пространства между ушным вкладышем и барабанной перепонкой [1]. По данным Kruger (1987), значительные изменения остаточного объема наружного слухового прохода происходят у детей в возрасте до 3 лет [3]. Разница между звуковым давлением, измеренным у барабанной перепонки взрослого и ребенка первого года жизни при одинаковых настройках слухового аппарата, может составлять более, чем 10 дБ [1]. Если не учитывать эту разницу, можно достичь чрезмерного усиления, что в дальнейшем может привести к ухудшению слуха ребенка. В связи с этим обосновано применение измерений в реальном ухе ребенка для учета индивидуальных особенностей строения уха, а также влияния вкладыша слухового аппарата. Микрофон, встроенный в акустический зонд, позволяет учитывать эти индивидуальные особенности в процессе слухопротезирования. Вместо усредненных результатов имеется возможность измерять истинные параметры сигнала непосредственно у барабанной перепонки в ухе ребенка.

Необходимость использования измерений в реальном ухе описывается многими исследователями [3, 4, 5]. Согласно данным Британского общества аудиологов настройка аппарата должна быть верифицирована путем измерений в реальном ухе. Допустимые расхождения с предписанными значениями не должны превышать ±5дБ на частотах 0,25 кГц; 0,5 кГц; 1,0 кГц; 2,0 кГц и ±8дБ - на частотах 3,0 и 4,0 кГц.

В зарубежной литературе имеется множество работ по применению измерений в реальном ухе детей для верификации и настройки слуховых аппаратов. Наиболее простым методом является измерение величины РРУК - разницы в значениях, измеренных в реальном ухе ребенка и в 2-см³ куплере (REСD − Real Ear to Coupler Difference) [1, 2]. С помощью этих измерений определяют, насколько характеристики уха конкретного ребенка отличаются от стандартных значений, статистически характерных для данного возраста. Данный вид измерений удобен для применения, особенно у маленьких детей. Метод является легко выполнимым и занимает не более 5-10 минут.

В работах Диллона Х. (2001) [1] изучена величина РРУК (RECD) у детей различного возраста (см. Табл. 1).

Таблица 1. Величина РРУК (RECD) по данным Диллон Х., 2001

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Возраст | Величина RECD, дБ | | | | | | |
| 250  Гц | 500  Гц | 1000  Гц | 2000  Гц | 3000  Гц | 4000  Гц | 6000  Гц |
| 1 мес. | 5 | 12 | 18 | 21 | 19 | 21 | 22 |
| 3 мес. | 5 | 11 | 15 | 17 | 15 | 16 | 16 |
| 6 мес. | 5 | 10 | 14 | 15 | 13 | 13 | 13 |
| 12 мес.  (1 год) | 4 | 9 | 13 | 14 | 10 | 11 | 10 |
| 24 мес.  (2 года) | 4 | 8 | 11 | 12 | 9 | 9 | 8 |
| 36 мес.  (3 года) | 3 | 7 | 11 | 11 | 8 | 8 | 7 |
| 48 мес.  (4 года) | 2 | 7 | 10 | 10 | 7 | 7 | 6 |
| 60 мес.  (5лет) | 2 | 6 | 10 | 10 | 6 | 6 | 5 |
| Взрослый | 1 | 5 | 8 | 9 | 5 | 5 | 4 |

Как видно из таблицы 1, величина РРУК (RECD) зависит от возраста ребенка, что должно учитываться при слухопротезировании. Производители слуховых аппаратов в программы настройки вводят среднестатистические показатели РРУК(RECD), характерные возрасту ребенка.

**Цель исследования:** улучшение качества слухопротезирования детей.

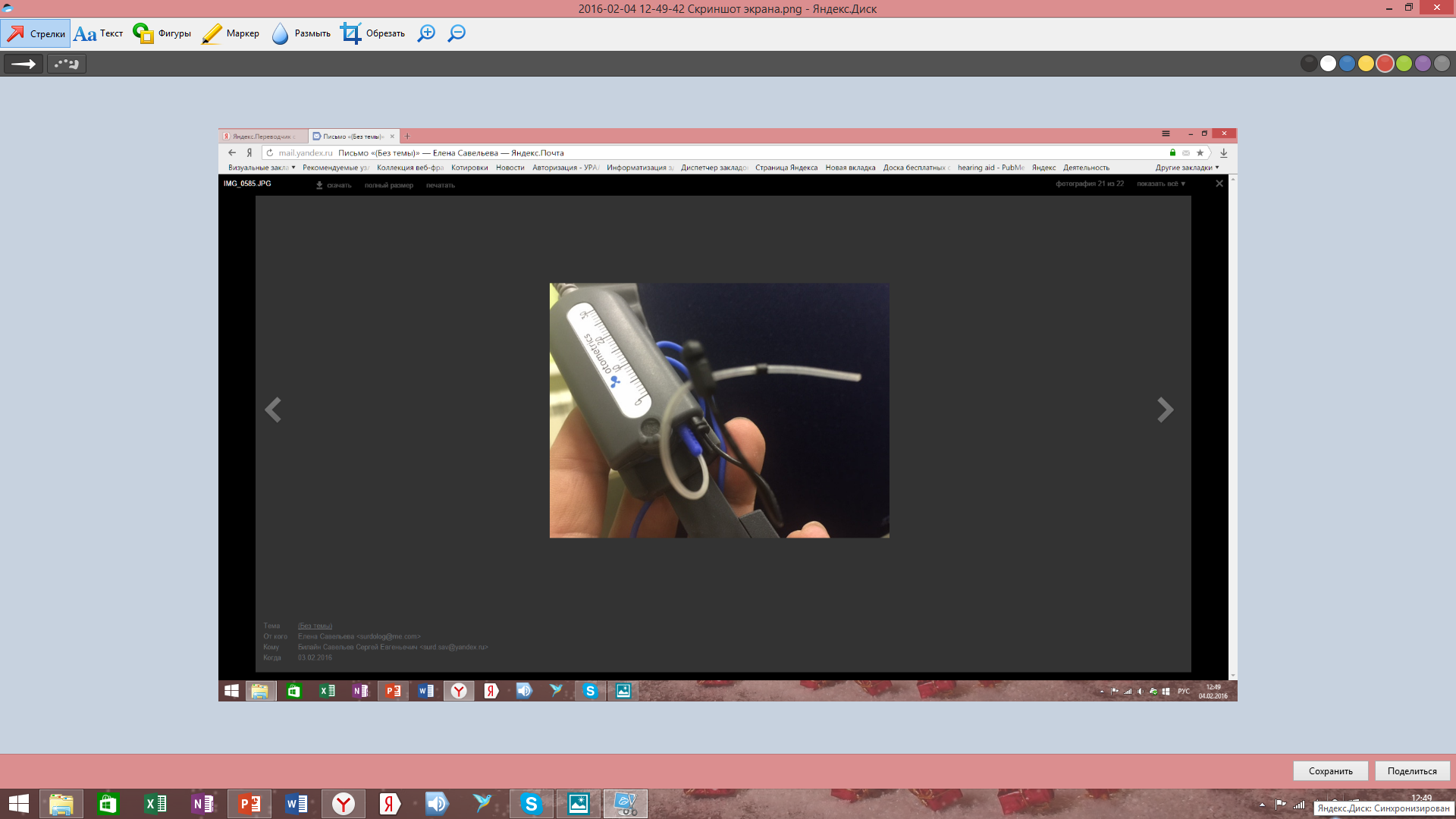
**Задачи исследования:**

* провести измерения в реальном ухе детей до 5 лет и сравнить величину индивидуальных показателей РРУК(RECD) со среднестатистическими значениями, характерными для данного возраста;
* разработать показания к применению индивидуальных измерений РРУК (RECD) при слухопротезировании детей.

**Материалы и методы.**

Проведено клиническое обследование группы из 65 детей в возрасте от 1 месяца до 5 лет с сенсоневральной тугоухостью различной степени без клинических и выявляемых при отоскопии и импедансометрии признаков патологии среднего уха. Детям проведено классическое обследование ЛОР- органов. Степень тугоухости определялась на основании психоакустических и объективных электрофизиологических методов исследования слуха. Всем детям проведена электроакустическая коррекция слуха с применением цифровых заушных слуховых аппаратов с вкладышами индивидуального изготовления.

Для измерений в реальном ухе использовался миниатюрный микрофон акустического зонда системы тестирования и подбора слуховых аппаратов Aurical Plus (GN Otometrics, Дания; рег. удостоверение ФС №2006/2417) (Рис.1). Установка свободного поля осуществлялась в соответствии с ISO 8253-3.

А В

Рис.1. Система тестирования и подбора слуховых аппаратов Auricle Plus (GN Otometrics) (A) и измерительный зонд этой системы (В).

Все программное обеспечение данной системы осуществлялось через персональный компьютер. С помощью специальных компьютерных программ проводили настройку слуховых аппаратов в соответствии с предписанными кривыми усиления. С помощью аудиометрического компьютерного зонда этой системы проводили измерение величины РРУК (RECD) по стандартной методике. Зонд калибровали и вводили в ухо ребенка под контролем отоскопа (рис.2).



Рис.2.Измерительный зонд системы тестирования и подбора слуховых аппаратов в ухе ребенка.

В дальнейшем измеренную величину РРУК (RECD) сравнивали со среднестатистическими значениями, характерными для данного возраста и использовали для настройки слуховых аппаратов.

**Результаты и обсуждение.** Показатели РРУК (RECD) в нашей группе наблюдения отражены в табл. 2.

Таблица 2. Величина РРУК у детей до 5 лет (n=65 детей, 130 ушей)

| Возраст | Величина РРУК (RECD), дБ | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 500 Гц | | 1000 Гц | | 2000 Гц | | 4000 Гц | |
| AD | AS | AD | AS | AD | AS | AD | AS |
| 12 мес.  (1 год) | 11,20±0,37 | 11,40±0,40 | 14,20±0,20 | 13,80±0,58 | 15,20±0,37 | 16,80±0,86 | 14,20±0,58 | 13,60±0,40 |
| 24 мес.  (2 года) | 9,92 ±0,26 | 9,92 ±0,26 | 12,08±0,34 | 12,83±0,42 | 12,42±0,38 | 13,83±0,46 | 10,58±0,29 | 10,75±0,28 |
| 36 мес.  (3 года) | 9,47 ±0,21 | 9,24 ±0,20 | 11,24±0,22 | 11,18±0,27 | 11,94±0,28 | 12,53±0,26 | 9,88±0,19 | 9,88±0,17 |
| 48 мес.  (4 года) | 9,56±0,20 | 9,50±0,26 | 10,00±0,26 | 10,00±0,30 | 11,00±0,24 | 11,75±0,27 | 8,75±0,25 | 9,00±0,33 |
| 60 мес.  (5лет) | 8,87±0,26 | 8,80±0,30 | 10,53±0,22 | 10,33±0,30 | 11,33±0,27 | 11,73±0,33 | 7,87±0,27 | 7,93±0,33 |

Как следует из табл. 2, величина РРУК (RECD) уменьшается с увеличением возраста ребенка.

На рис. 3 отражены величины РРУК (RECD) в нашей группе исследования на частоте 2000Гц.

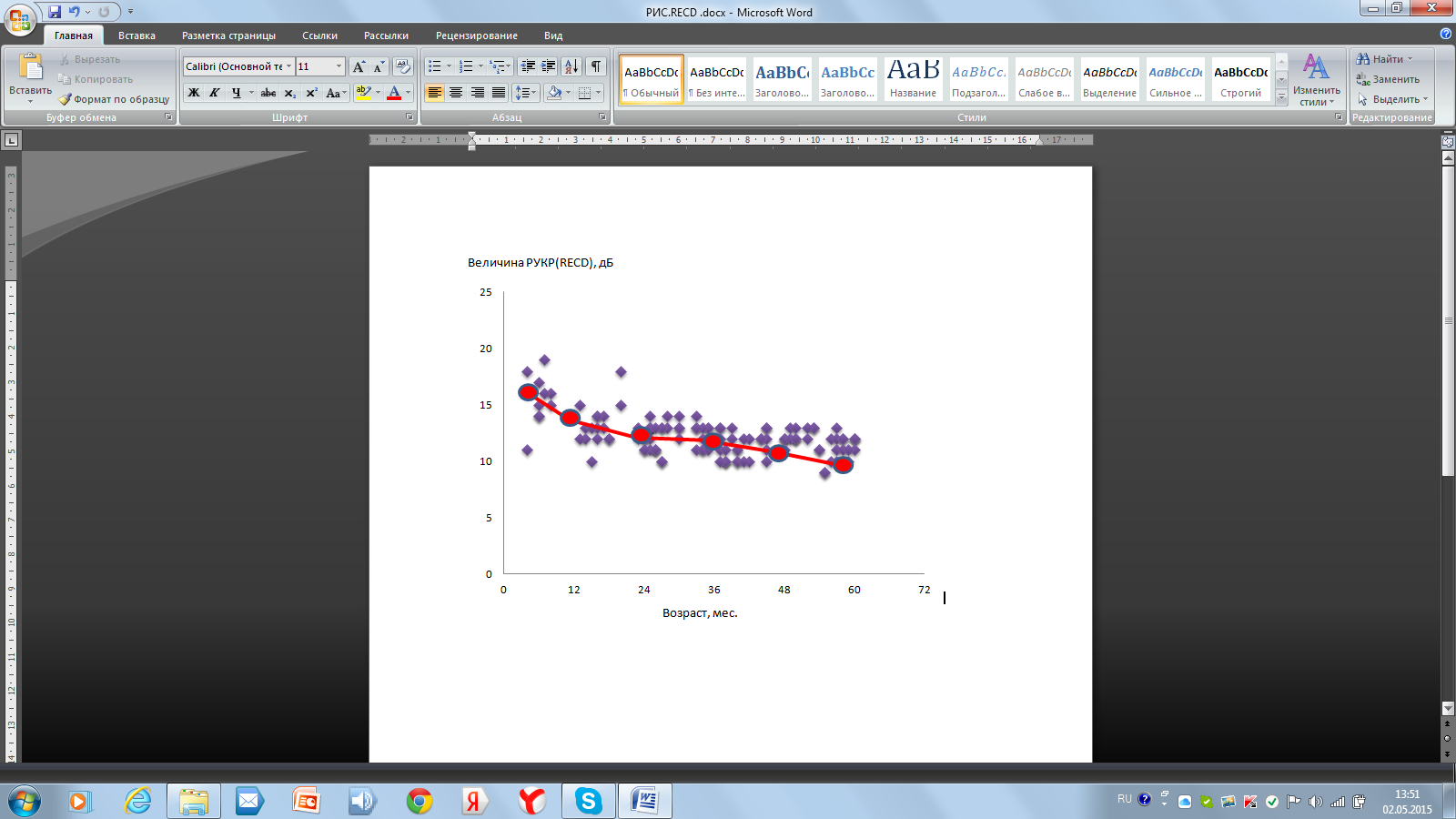


Рис. 3. Величина РУКР (дБ) на частоте 2000 Гц в группе детей до 5 лет (n=130 ушей). Красная линия: среднестатистическая величина РУКР(RECD), (дБ) на частоте 2000 Гц, характерная для данного возраста.

Как видно на рис. 3, наибольшие изменения этой величины происходят в первые 24 месяца жизни ребенка. В нашей исследуемой группе детей до 5 лет в большинстве случаев встречались значения РРУК (RECD), которые не отличались от среднестатистических показателей, характерных для данного возраста. Так, в 69,33% случаев (90 ушей) величины РРУК (RECD) на частоте 2000 Гц соответствовали средневозрастной норме или незначительно (менее 2 дБ) отличались от нее (1-я группа детей). Однако, в остальных случаях − 30,77% (40 ушей) величина РРУК (RECD) на частоте 2000 Гц отличалась от средневозрастной нормы на 2 дБ или более, то есть была больше или меньше нормативных показателей, характерных для данного возраста ребенка (2-я группа детей).

В 1-й группе (90 ушей) показатели РРУК (RECD) на частоте 2000 Гц не отличались от среднестатистических, средняя разница от нормативных данных составила 0,73±0,05 дБ. Во 2-й группе (40 ушей) средняя разница величины между РРУК (RECD) на частоте 2000 Гц и нормативными данными составила 2,35±0,10дБ, что достоверно отличалось от показателей 1-й группы (p<0,001).

При анализе причин несоответствия величины РРУК (RECD) среднестатистическим показателям во 2-й группе было выявлено, что в этой группе преобладали дети, родившиеся недоношенными, физическое развитие которых (вес, рост, размер наружного слухового прохода) отставало от здоровых детей. Также в этой группе присутствовали дети с различными особенностями строения наружного уха: недоразвитие ушной раковины и чрезмерно узкий слуховой проход, небольшие размеры костной части наружного слухового прохода.

Дети, у которых показатели отличались от среднестатистических, относились к самой младшей возрастной группе (до 2 лет). В табл. 3 отражены значения РРУК (RECD) у доношенных (11 детей, 22 уха) и недоношенных детей (6 детей, 12 ушей) до 2 лет.

Таблица 3. Величина RECD у детей до 2 лет в группе доношенных и недоношенных детей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота, Гц | Величина РРУК (RECD), дБ | | | |
| Дети до 2 лет,  родившиеся в срок с нормальной массой тела  (n=22) | Дети до 2 лет  недоношенные с низкой массой тела при рождении  (n=12) | U эмп.  (U крит.=66) | P |
| 500 | 9,82±0,19 | 11,25±0,18 | 31,5 | p<0,01 |
| 1000 | 12,36±0,27 | 13,92±0,34 | 57,0 | p<0,01 |
| 2000 | 13,23±0,36 | 15,33±0,59 | 56,5 | p<0,01 |
| 4000 | 11,00±0,32 | 12,75±0,51 | 58,5 | p<0,01 |

Таким образом, в группе детей до 2-х лет (n=34 уха) мы получили достоверные отличия величины РРУК (RECD) у недоношенных детей с низкой массой тела при рождении на частоте 500 Гц (p<0,01), 1000 Гц (p<0,01), 2000 Гц (p<0,01) и 4000 Гц (p<0,01). Следовательно, использование среднестатистических значений РРУК (RECD) в группе недоношенных детей, а также детей с различными индивидуальными особенностями строения наружного уха, нежелательно. В этом случае необходимо использовать измеренные значения РРУК (RECD), что позволит предотвратить использование чрезмерного усиления слухового аппарата и индивидуализировать его настройки.

У 76,82% детей (n=50) величины РРУК (RECD) между правым и левым ухом на частотах 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц и 4000 Гц отличались незначительно, составляя не более 1-2 дБ. Однако, у 23,08 % детей (n=15) при сравнении величин РРУК (RECD), измеренных в правом и левом ухе, выявлялась асимметрия более 2 дБ на одной из частот или различная частота резонансного пика. У 23,08% детей величины РРУК (RECD), измеренные в правом и левом ухе на частоте 2000Гц, достоверно отличались (U эмп.=47; p<0,01). Исходя из того, что в нашем исследовании в 23,08% случаев выявлено достоверное различие в значениях РРУК (REСD), измеренных в правом и левом ухе одного и того же ребенка, целесообразно измерять РРУК (REСD) в правом и левом ухе ребенка раздельно (можно с перерывом в несколько часов или дней).

Использование измеренных в настоящем исследовании индивидуальных значений РРУК (RECD) способствовало индивидуализации настроек СА, что, в свою очередь, повышало качество электроакустической коррекции слуха. В нашей группе детей (n=65) мы не наблюдали проблем с отказом ребенка от использования СА и проблем дискомфорта при сурдопедагогическом тестировании.

**Выводы:**

* при проведении измерений величины РРУК (RECD) в группе 65 детей в возрасте до 5 лет мы получили данные, свидетельствующие о том, что показатели РРУК (RECD) достаточно индивидуальны.
* при электроакустической коррекции слуха при наличии отклонений в строении наружного слухового прохода (аномалии наружного слухового прохода, недоношенность ребенка, низкий вес тела при рождении) желательно измерять индивидуальные значения РРУК (RECD) на частоте 2000Гц, в остальных случаях возможно использование стандартных значений.

***Литература/Literature:***

1. *Dillon, H. Hearing aids / H. Dillon. – N.Y., 2001. – 158 p.*
2. *Hoover, B.M. Effect of ear mould fit on predicted real-ear SPL using a real-ear-to-coupler difference procedure / B.M. Hoover, P.G. Stelmachowicz, D.E. Lewis // Ear Hear. − 2000. − Vol. 21. − P. 310-17.*
3. *Kruger, B. An update on the external ear resonance in infants and young children / B. Kruger // Ear Hear. – 1987. – Vol. 8. – P. 333-36.*
4. *Scollie, S.D. Hearing aid fittingand verification procedures for children / S.D. Scollie, R.C. Seewald // Handbook of clinical audiology / ed. by J. Katz. − N.Y.: Lippincott Williams and Wilkins, 2002. − P. 687-706.*
5. *Probe-tube microphone measures of ear canal sound pressure levels in infants and children / J.A. Feigin, J.G. Kopun, P.G. Stelmachowicz, M.P. Gorga // Ear Hear. − 1989. − Vol. 10. − P. 254-58.*