

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СЛУХОВАЯ ДИСФУНКЦИЯ У НОРМАЛЬНО СЛЫШАЮЩИХ ДЕТЕЙ, РОДИВШИХСЯ НЕДОНОШЕННЫМИ: ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ (РЕ)АБИЛИТАЦИИ

И. В. Савенко¹, Е. С. Гарбарук^{1, 2}, М. Ю. Бобошко¹

¹ *Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И. П. Павлова, лаборатория слуха и речи НИЦ (зав. лаб. — проф. М. Ю. Бобошко)*

² *Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, НИЦ (зав. — канд. мед. наук С. Н. Минина)*

e-mail: irina@savenko.su

Аннотация. В основе распознавания и, соответственно, формирования речи, прежде всего, лежит способность слуховой системы корректно обрабатывать сложную акустическую информацию. Недоношенные дети, особенно глубоко недоношенные, составляют группу риска по развитию нарушений слухоречевого развития. Одной из ключевых причин может быть дисфункция центральных отделов слуховой системы, возникающая вследствие незрелости ЦНС и перинатальных поражений головного мозга даже при сохранном периферическом слухе. Основой оценки состояния центральных отделов слуховой системы является психоакустическое тестирование. При этом данные о нормативных возрастных характеристиках центральной слуховой системы недоношенных детей являются малочисленными и недостаточными.

Цель исследования: оценить возрастные характеристики функционального состояния центральной слуховой обработки у недоношенных детей для определения показаний и структуры коррекционного вмешательства.

Материалы и методы. Проведено психоакустическое обследование 120 недоношенных детей (средний гестационный возраст $28,4 \pm 2,3$ нед.) в возрасте 4–17 лет с нормальным периферическим слухом и 135 доношенных детей (контрольная группа). Все дети разделены на пять возрастных подгрупп. Обследование включало комплекс тестов: оценку разборчивости в тишине и шуме односложных слов и фраз (RuMatrix), оценку восприятия ритмических последовательностей, тест обнаружения паузы (RGDT), тест чередующейся бинаурально речью (ЧБР), дихотический числовой тест.

Результаты. Недоношенные дети всех возрастных групп продемонстрировали достоверно худшие показатели по сравнению с контролем в тесте по оценке восприятия ритмических последовательностей, а также в RGDT (за исключением детей старшей группы). Результаты тестирования в формате ЧБР были достоверно хуже только у детей младше 8 лет. Недоношенные дети достоверно хуже справлялись с дихотическим числовым тестом, чем контрольная группа. Монауральная разборчивость односложных слов была снижена только при тестировании в шуме с $SNR = 0$ дБ и только у детей 10 лет и младше. Разборчивость фраз в шуме была достоверно хуже показателей контрольной группы у детей младше 12 лет. Во всех тестах у недоношенных детей был отмечен широкий разброс данных.

Выводы. Отставание в «созревании» центральных слуховых функций у недоношенных детей без тугоухости в целом нивелируется к раннему подростковому возрасту. Сохранение симптомов центральной слуховой дисфункции после 12 лет (нарушения временной обработки и дихотического слушания), вероятно, обусловлено

морфофункциональной патологией, которая часто ассоциирована с недоношенностью. Гетерогенность показателей отражает разнообразие индивидуальных особенностей и коморбидных дефицитов у недоношенных детей. Оптимальной стратегией коррекции слухоречевых проблем является персонализированный подход «сверху вниз» с акцентом на метакогнитивные стратегии и нейропсихологическую коррекцию.

CENTRAL AUDITORY PROCESSING DISORDER IN NORMALLY HEARING PRETERM BORN CHILDREN: INDICATIONS FOR (RE)HABILITATION

I. V. Savenko¹, E. S. Garbaruk^{1, 2}, M. Yu. Boboshko¹

¹ Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Laboratory of Hearing and Speech, Research Center (Head of Laboratory — Professor M. Yu. Boboshko)

² St. Petersburg State Pediatric Medical University, Research Center (Head — S. N. Drozdova, PhD)

Abstract. The development of auditory and speech disorders in childhood is critically dependent on a multitude of factors, including peripheral auditory deficits, cognitive impairment, and linguistic incompetence. Speech recognition and, consequently, the development of correct speech are primarily based on the auditory system's ability to accurately process complex acoustic signals. Premature infants, particularly those born very prematurely, are at an increased risk of developing auditory and speech disorders. One of the key contributing factors may be central auditory processing disorder, which can arise from the immaturity of the central nervous system and perinatal brain injuries, even when peripheral hearing is intact. Psychoacoustic testing serves for assessing the state of the central auditory system; however, data on the normative age-related characteristics of this system in premature infants are limited.

The aim of this study is to evaluate the age-related characteristics of central auditory processing in premature infants to inform the indications and structure of intervention.

Materials and methods. A psychoacoustic examination was conducted on 120 premature infants (mean gestational age 28.4 ± 2.3 weeks) aged 4–17 years with normal peripheral hearing, alongside a control group of 135 full-term infants. All participants were divided into five age subgroups. The examination included a battery of tests: speech recognition in quiet and noise (monosyllabic word and sentence intelligibility, RuMatrix-test); Duration Pattern Test (DPT); Random Gap Detection Test (RGDT), Binaural Fusion Test (BFT), the dichotic digital test (DDT).

Results. Children across all age groups exhibited significantly poorer performance compared to controls on the DPT, as well as on the RGDT, with the exception of those in the older age group. Results of the BFT were significantly worse only in children under 8 years of age. Premature children performed significantly worse on the DDT compared to the control group. Monosyllabic word intelligibility was reduced only when tested in noise at an SNR = 0 dB, specifically for children aged 10 years and younger. Sentence intelligibility in noise (RuMatrix-test) was also significantly poorer than that of the control group in children younger than 12 years. A wide range of results was observed among premature children across all tests.

Conclusions. The delay in the maturation of central auditory processing in premature children without peripheral hearing loss generally resolves by early adolescence. The persistence of symptoms of central auditory processing disorder beyond age 12 (such as impaired temporal processing and dichotic listening) may be attributed to morphofunctional pathology often associated with prematurity. The variability in results reflects the diversity

of individual characteristics and comorbid deficits present in premature children. An optimal intervention for addressing auditory problems and speech delay is a personalized top-down approach that emphasizes metacognitive strategies and neuropsychological correction.

Введение. Возникновение слухоречевых нарушений в детском возрасте критически зависит от множества факторов, в том числе периферического слухового дефицита, когнитивной недостаточности, лингвистической некомпетентности [2]. Однако в основе распознавания и, соответственно, формирования правильной речи, прежде всего лежит способность слуховой системы корректно обрабатывать сложную акустическую информацию [3]. Недоношенные дети, особенно из группы глубоко недоношенных, в силу наличия широкого спектра проблем со здоровьем находятся в группе риска возникновения нарушений слухоречевого развития, поскольку могут демонстрировать все составляющие дефицита [6]. В то же время, даже в отсутствие периферической тугоухости незрелость и задержка созревания центральных отделов слуховой системы, последствия перинатальных гипоксически-ишемических и токсических поражений головного мозга недоношенного ребенка могут реализовываться центральной слуховой дисфункцией [1, 4]. Оценить наличие и степень выраженности последней позволяют результаты психоакустического тестирования, а инструментом для обоснования необходимости привлечения и выбора способа коррекционного вмешательства является сравнение полученных результатов с нормативными показателями для соответствующих возрастных групп. Данные о состоянии центральной слуховой обработки у здоровых детей различного возраста, рожденных в срок, достаточно широко представлены в зарубежной литературе; нами также опубликованы результаты собственных исследований [5]. Сведения же, касающиеся возрастных характеристик центральной слуховой системы недоношенных детей, отличаются скудностью.

Цель исследования: оценить возрастные характеристики функционального состояния центральной слуховой обработки у недоношенных детей различного возраста посредством психоакустического обследования для определения показаний к коррекционному вмешательству, его объему и структуре.

Материалы и методы. Обследованы 120 детей с нормой периферического слуха в возрасте от 4 до 17 лет, со средним гестационным возрастом при рождении $28,4 \pm 2,3$ нед. Группу контроля составили 135 детей соответствующего возраста без слухоречевых и иных проблем, родившихся в срок. Все дети были разделены на возрастные подгруппы: 4–5 (1-я группа), 6–7 (2-я группа), 8–9 (3-я группа), 10–11 (4-я группа) и 12 лет и старше (5-я группа). Помимо стандартного ЛОР и аудиологического обследования выполнялись: консультирование логопедом-дефектологом; оценка состояния памяти; низкоизбыточное речевое тестирование (фразовый матриксный тест в шуме, разборчивость односложных слов в тишине/шуме); исследование восприятия ритмических последовательностей стимулов; тест обнаружения паузы (Random Gap Detection Test, RGDT); тестирование чередующейся бинаурально речью (ЧБР); дихотическое тестирование (использовался тест бинауральной интеграции с использованием одно- и двузначных числительных).

Результаты. Испытуемые всех возрастных групп продемонстрировали достоверно худшие показатели по сравнению с контролем ($p \leq 0,01$) в тесте по оценке восприятия ритмических последовательностей стимулов, а также в RGDT (за исключением детей старшей группы). Результаты тестирования в формате ЧБР были достоверно хуже ($p \leq 0,01$) только у детей в возрастном промежутке 4–7 лет. Тесты бинауральной интеграции с однозначными числительными хуже ($p \leq 0,01$) выполняли дети 1-й и 2-й групп, а испытуемые 3-й, 4-й и 5-й групп достоверно хуже ($p \leq 0,01$) справлялись с дихотическим числовым тестом с двузначными числительными. Монауральная разборчивость односложных слов страдала только при использовании шумовой помехи при отношении сигнал/шум, равном 0 дБ, и только до достижения детьми возраста 10 лет. По данным теста RUMatrix, разборчивость фраз в шуме была хуже показателей контрольной группы ($p \leq 0,01$) до достижения детьми 12 лет. У недоношенных детей был отмечен широкий разброс данных относительно среднего значения во всех тестах.

Выводы. Отставание в «созревании» центральных слуховых функций у здоровых и недоношенных детей без тугоухости в целом нивелируется к раннему подростковому возрасту за счёт функциональной (адаптивной) и компенсаторной нейропластичности, а также созревания и коррекции когнитивных функций (памяти, внимания).

Наличие симптомов центральной слуховой дисфункции в возрасте 12 лет и старше при реализации таких процессов, как временная обработка акустической информации и дихотическое слушание, по всей видимости, обусловлено главным образом морфофункциональной патологией, которая часто ассоциирована с недоношенностью (вовлечение мозолистого тела, префронтальной коры).

Широкий разброс индивидуальных значений во всех тестах свидетельствовал о неоднородности групп, при этом выраженность слухоречевых/лингвистических проблем и когнитивного дефицита также широко варьировали, что обусловлено индивидуальными особенностями недоношенных детей.

Оптимальным (ре)абилитационным вмешательством при наличии слухоречевых проблем у недоношенного ребенка без сопутствующей тугоухости является подход в направлении «сверху вниз» с привлечением «неформального» тренинга (метакогнитивных стратегий) и элементов нейропсихологической коррекции. Однако он должен быть персонифицированным с учётом полученных при обследовании данных (привлечение «формального» тренинга при необходимости).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савенко, И. В. Психоакустические методы в диагностике нарушений центральной слуховой обработки у детей, родившихся недоношенными / И. В. Савенко, Е. С. Гарбарук, М. Ю. Бобошко // Вестник оториноларингологии. – 2020. – № 85 (3). – Р. 11–17. – <https://doi.org/10.17116/otorino20208503111>.

2. Halliday, L. F. Auditory processing deficits are sometimes necessary and sometimes sufficient for language difficulties in children: evidence from mild to moderate sensorineural hearing loss / L. F. Halliday, O. Tuomainen, S. Rosen // Cognition. – 2017. – № 166. – Р. 139–151. – <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.04.014>.

3. *Dillon, H.* Separating the causes of listening difficulties in children / H. Dillon, S. Cameron // *Ear and Hearing*. – 2021. – № 42 (5). – P. 1097–1108. – <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001069>.
4. *Jones, A. L.* Prematurity and the auditory system: Considerations for audiologists / A. L. Jones, A. J. Weaver // *Hearing Journal*. – 2020. – № 73 (8). – P. 40–43. – <https://doi.org/10.1097/01.HJ.0000695848.24587.a5>.
5. *Savenko, I. V.* Psychoacoustic Testing to Assess the Functional Maturation of the Central Parts of the Auditory System / I. V. Savenko, E. S. Garbaruk, M. Y. Boboshko // *Neurosci. Behav. Physi.* – 2024. – № 54. – P. 522–530. – <https://doi.org/10.1007/s11055-024-01620-y>.
6. *Stipdonk, L.* The Brains Behind Language. Language development and underlying neurology in school-aged children born very preterm / L. Stipdonk. – 2021. – 190 p. – <https://repub.eur.nl/pub/135613/proefschrift-lottie-stipdonkthe-brains-behind-language.pdf>.