

## Обзор зарубежных и отечественных психофизиологических исследований музыкальных способностей новорожденных

Гаврилова А.А.,

кандидат психологических наук, доцент кафедры гуманитарных дисциплин,  
Российская государственная специализированная академия искусств (РГСАИ),  
Москва, Россия, s2sh2@freemail.ru

Представлен обзор зарубежных и отечественных психофизиологических исследований, посвященных проблеме музыкальных способностей новорожденных. Рассмотрены аспекты сформированности задатков музыкального слуха (звуковысотного, гармонического, тембрового, динамического) и метроритмического чувства. В результате проведенных исследований у младенцев были выделены: способность обнаружения и угасания звука; способность к автоматическому выявлению повторяющихся звуковых последовательностей; категоризация звукового окружения; семантические аспекты музыкального восприятия, которые получают интенсивнейшее развитие в первые месяцы жизни. Новейшие методы диагностики, такие как магнитоэнцефалография и оптическая томография, позволяют непосредственно подойти к разрешению проблемы формирования музыкальных способностей в раннем онтогенезе.

**Ключевые слова:** музыкальное восприятие, ранний возраст, музыкальные способности детей.

### Для цитаты:

Гаврилова А.А. Обзор зарубежных и отечественных психофизиологических исследований музыкальных способностей новорожденных [Электронный ресурс] // Психологическая наука и образование psyedu.ru. 2015. Т. 7. № 2. URL: <http://psyedu.ru/journal/2015/2/Gavrilova.phtml> (дата обращения: дд.мм.гггг).

### For citation:

Gavrilova A.A. Foreign and Russian psychophysiological studies of musical abilities of newborns: a review [Elektronnyi resurs]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie PSYEDU.ru* [Psychological Science and Education PSYEDU.ru], 2015, vol. 7, no. 2. Available at: URL: <http://psyedu.ru/journal/2015/2/Gavrilova.phtml> (Accessed dd.mm.yyyy). (In Russ., Abstr. in Engl.)

Проблеме развития музыкальных способностей детей посвящено много работ как в нашей стране, так и за рубежом. В основном они посвящены педагогическим приемам развития исполнительских способностей, развитию звуковысотного слуха и чувства ритма детей от трех лет и старше. Собственно психологических исследований, рассматривающих самые ранние этапы развития музыкальных способностей, почти нет. Появившиеся в последние годы новейшие методы исследования, такие как магнитоэнцефалография и оптическая томография, вносят новый вклад в выявление возрастных закономерностей когнитивного

развития детей младшего возраста, в том числе дают возможность проследить, как формируются музыкальные способности с рождения.

Предметом рассмотрения в данной статье станут слуховые умения новорожденных, которые являются задатками последующих формирующихся музыкальных способностей, таких как музыкальный слух (мелодический, тембровый, динамический и гармонический) и чувство ритма.

Финскими учеными М. Хуотилайнен (M. Huotilainen) и коллегами [6] в результате многочисленных исследований новорожденных детей были выделены : 1) способность обнаружения и угасания звука; 2) способность к автоматическому выявлению повторяющихся звуковых последовательностей; 3) категоризация звукового окружения; 4) семантические аспекты музыкального восприятия. Слуховая система новорожденного представляет собой адаптивную систему, которая привыкает со временем к новым стимулам и прекращает реагировать на незначимый, не несущий новой информации стимул [6]. Эта психологическая закономерность привыкания или непривыкания к звуковым стимулам получила в научных исследованиях название «габитуация»/«дисгабитуация» [2]. Регистрируется эта ориентировочная реакция новорожденных с первых дней жизни и может проявляться в следующих поведенческих реакциях ребенка: поворот головы, движения глаз, изменение ритма сердца и кожно-гальванические реакции. Электроэнцефалограммы показывают десинхронизацию и увеличение амплитуды некоторых вызванных потенциалов мозга [2].

Способность новорожденных реагировать на звуковые стимулы в значительной степени зависит от таких физических характеристик, как интенсивность, частота и продолжительность звучания. Например, в исследовании финских ученых Тимо Руусовирта (T. Ruusuvirta) и коллег было показано, что мозг новорожденных реагирует на повторяющиеся звуковые стимулы при изменении физических параметров звука [9]. Новорожденным предъявлялись звуковые последовательности из 1000 звуков на частотах 750, 1000 и 1250 Гц. Менялись такие физические параметры, как громкость (50 дБ и 70 дБ) и длительность звука (50 мс и 80 мс). Схема звуковых стимулов приведена в трехмерном пространстве на рис.1.

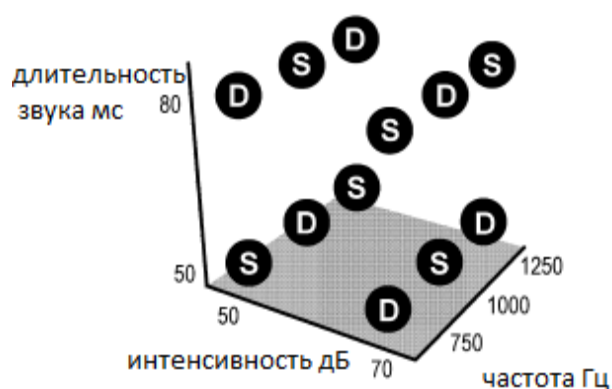


Рис. 1. Схема комбинаций физических характеристик (частота, интенсивность и длительность) звука в трехмерном пространстве: S — стандарты-последовательности, в которых два физических параметра не меняются; D — девианты-последовательности, в

которых одна физическая характеристика звука остается неизменной, а две другие изменяются

Эксперимент проходил по методике «oddball»: звуки-стандарты (standards) с частотой встречаемости в последовательности, равной 0,15 каждый, сменялись звуками с измененными физическими параметрами (deviants) с частотой встречаемости 0,017. Различные значения вызванных потенциалов регистрировались на электроэнцефалограмме при звучании звуков-девиантов. Исследование подтвердило, что мозг новорожденного способен идентифицировать повторяющиеся звуковые последовательности и реагировать на изменяющиеся физические параметры, такие как частота, интенсивность и длительность, с первых дней рождения. Также венгерскими учеными было доказано, что мозг новорожденных реагирует на изменение спектрального состава звука [5]. Двух- и трехдневным от роду малышам ставились звуковые последовательности семи тембровых вариантов звучания валторны на частотах 139 Гц и 175 Гц (звуки до# (C#3) и фа третьей октавы (F3)). Тембровые варианты двух тонов созданы по резонансной шкале валторны со значениями: 0,82; 0,88; 0,94; 1,00; 1,07, 1,14; 1,22. В течение первых 60 мс в наушниках звучал основной тон, после 10 мс по нарастающей звучания подавался следующий тембр звука. Общая продолжительность звучания обоих тонов составила 545 мс. Звуки представлялись для слушания по методике «oddball»: 87,5 % звуковой последовательности составляли звуки-стандарты (C#3) и 12,5 % отклоняющиеся звуки (deviants F3). Тембровые варианты были равномерно распределены в последовательности из 600 звуков отдельно от стандартных и девиантных стимулов для каждого из двух тонов.

Результаты показали, что значимые различия вызванных потенциалов (ВП) были получены между стандартными и девиантными стимулами одного тона при его тембровых вариантах. Исследование показало, что, несмотря на изменения тембра, слуховая система новорожденных выделяет инвариантность основного тона и реагирует на звуки-девианты [6].

Способность к обнаружению повторяющихся звуковых комплексов у новорожденных была показана в исследовании венгерских ученых И. Винклера (I. Winkler) и коллег [13]. Сравнивалось восприятие звуковой регулярной пульсации новорожденными и подростками. В эксперименте принимали участие 14 абсолютно здоровых только что родившихся малышей и 14 подростков и молодых людей в возрасте 14–26 лет, которым предъявлялись пять блоков последовательностей двухдольного рока, исполняемого синтезатором в оркестровке трех инструментов: тарелок, малого барабана и баса. Каждый блок последовательностей состоял из 276 чередующихся с C1 по C4 метрических последовательностей и синкопированного варианта рока.

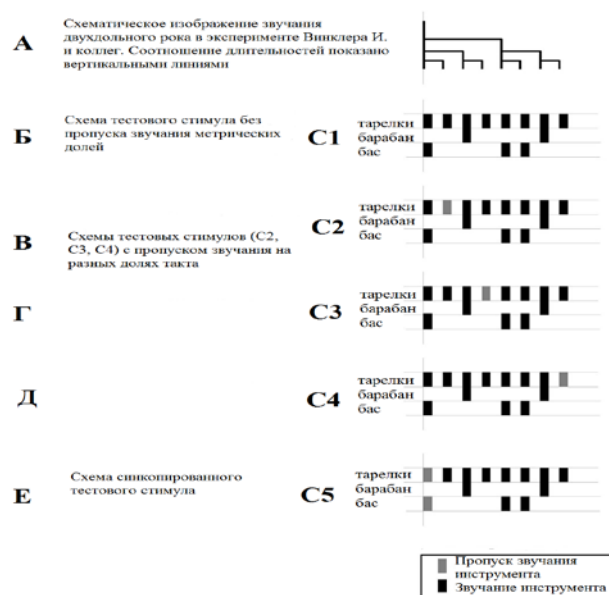


Рис. 2. Схематические диаграммы звуковых метрических стимулов: сюда нужно перенести с рисунка обозначения в следующей форме: после двоеточия поставить цветное обозначение, после него тире, далее текст с маленькой буквы, потом точку запятой и далее следующее обозначение, тире, текст с маленькой буквы. На самом рисунке текст в рамке нужно снять

«Синкопированный рок» предъявлялся в случайном (рис. 2) чередующемся порядке. Продолжительность звучания каждого блока последовательностей составляла 150 с, интервал – 75 с. Результаты восприятия фиксировались электроэнцефалограммой (ЭЭГ), записанной от электродов, расположенных на носу у спящих малышей и голове у подростков. Полученные результаты показывают, что мозг новорожденного отличает «синкопированный рок» от обычного. Результаты восприятия звуковых стимулов С2–С4 не выявили их «разность», несмотря на то, что пропуск долей менялся в такте. Был сделан вывод о том, что отличающиеся показания потенциалов в «синкопированном роке» были вызваны только пропуском сильной доли такта, а не пропуском звучания инструментов. Результаты восприятия новорожденных и подростков не различались между собой. Это свидетельствует о том, что способность к ощущению метрической пульсации формируется еще в период внутриутробного развития [13].

Среди исследований, посвященных особенностям музыкального восприятия детей раннего возраста, следует отметить работы, выявляющие слушательские предпочтения среди двух звуковых стимулов.

В экспериментах, проведенных Л. Трейнор и Б. Хейнмиллером (L.J. Trainor, B.M. Heinmiller) на примере восприятия последовательностей из консонантных и диссонантных интервалов (рис. 3), было доказано, что полугодовалые дети с большим вниманием и дольше слушают консонантные интервалы (чистые квинты и октавы), чем диссонантные (тритоны и септимы). В эксперименте принимали участие 12 детей [12].



Рис. 3. Примеры звуковых последовательностей консонантных и диссонантных интервалов

Интервальные последовательности были записаны на синтезаторе в звучании пианино и предъявлялись детям через аудиокolonки. Показателем предпочтений ребенка было время, в течение которого ребенок смотрел на мигающую игрушку. Экспериментатор включал одновременно освещение игрушки и звуковую интервальную последовательность, состоящую из диссонантных или консонантных интервалов. Для каждого ребенка проводилось 20 проб прослушиваний. На диаграмме (рис. 4) представлены результаты среднего значения времени удерживания внимания ребенком в 10 пробах. Длительность удерживания внимания при прослушивании консонантных интервалов составила 9,2 с в среднем в одной пробе, а при прослушивании диссонантных интервалов – 5,4 с.

Для подтверждения вывода о предпочтении детьми консонантной музыки была проведена вторая часть эксперимента. В качестве стимульного материала при прослушивании детям предъявлялась в течение 30 с версия менуэта В.А. Моцарта, включающая в себя звучание в неизменном виде, и вариант звучания этого же менуэта с заменой звуков. Измененный вариант менуэта в результате «преобразований» стал диссонантным.

Учитывалось время удержания внимания детьми при прослушивании.

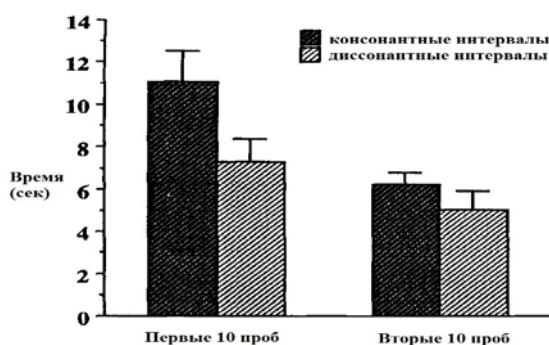


Рис. 4. Средние значения времени удерживания внимания детьми при прослушивании интервальных последовательностей: сюда перенести обозначения, а на рисунке их снять. После двоеточия – цветной квадратик, тире, обозначение, точка с запятой и т.д.

Были получены следующие средние значения: 9,7 с и 7,4 с соответственно для консонантного варианта (подлинный текст А. Моцарта) и «измененного» менюэта (рис. 4). Авторы сделали выводы, что предпочтения детей связаны с положительной эмоциональной окрашенностью при прослушивании консонантных произведений и звучаний; эмоциональное реагирование на звучания является не результатом научения, а врожденной реакцией [12].

Современные методы диагностики, такие как функциональная магнитно-резонансная томография (МРТ), вносят новый вклад в выявление закономерностей музыкального развития детей. Данный метод позволяет получить динамическую картину мозговой активности при восприятии музыки. Д. Перани (D. Perani) и коллегами был проведен эксперимент по восприятию музыки новорожденными с использованием этого метода и метода БОЛД-сигналов. Спящим детям были установлены наушники, через которые передавались музыкальные стимулы. 10 музыкальных отрывков были взяты из западной классической музыки XVIII–XIX столетий: продолжительность звучания 21 с каждый, средний темп исполнения 124 удара в минуту, инструмент исполнения – пианино. Интервал между отрывками составлял также 21 с [8]. Целью эксперимента было выявить функциональную специализацию мозговой коры у новорожденных при восприятии альтерированных, диссонантных и обычных музыкальных произведений.

Альтерированные музыкальные стимулы представляли собой изменение некоторых тактов звучания за счет тонального сдвига на  $\frac{1}{2}$  тона вверх или вниз, а в диссонантных отрывках тональный сдвиг на  $\frac{1}{2}$  тона был только в верхнем голосе (рис. 5).

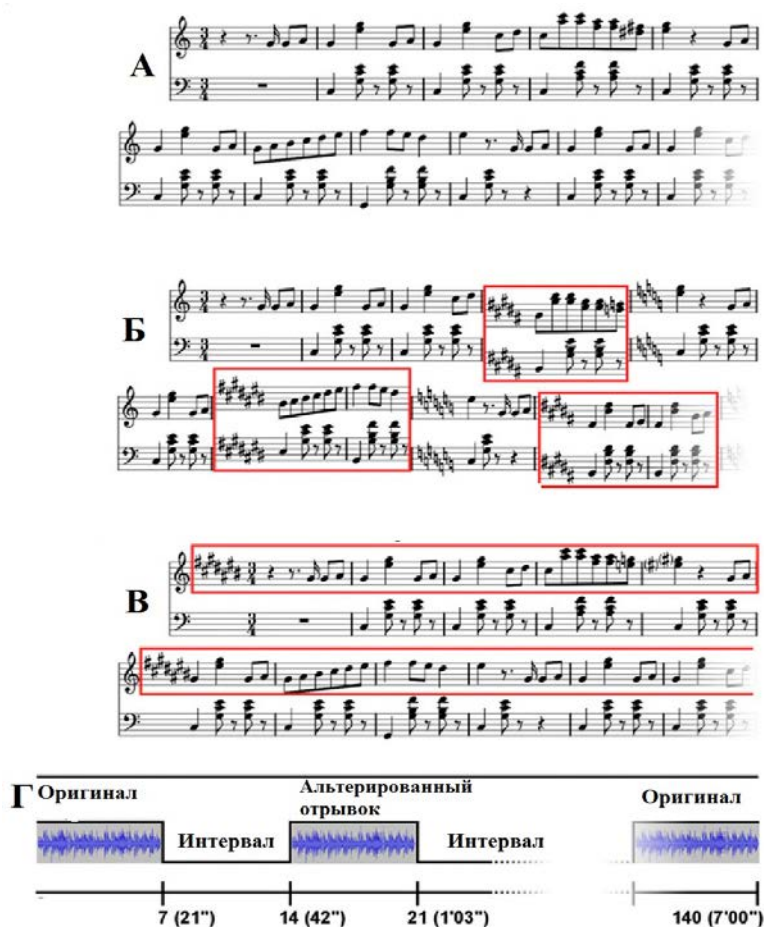


Рис. 5. Примеры музыкальных стимулов в эксперименте Д. Перани и др.: А – исходный музыкальный стимул (оригинал); Б – альтерированный музыкальный стимул (тональный сдвиг на  $\frac{1}{2}$  тона вверх в Cis-Dur; альтерированные такты обведены рамкой); В – альтерированный «диссонантный» музыкальный стимул (тональный сдвиг только верхнего голоса на  $\frac{1}{2}$  тона вверх в Cis-Dur); Г – временная последовательность предъявления стимульного материала

По результатам МРТ было установлено, что полушарная функциональная асимметрия при восприятии музыки присутствует с рождения. Активация слуховой коры у новорожденных наблюдалась в первичной, вторичной и высших ее отделах в правом полушарии при восприятии альтерированных и диссонантных музыкальных стимулов по сравнению с паузами без музыки. Подобные результаты были получены в ранее проведенных исследованиях у подростков-немузыкантов. Активация слуховой коры в правом полушарии показывает, что мозг новорожденных вполне конкретно отвечает на музыкальную информацию, так как правая первичная слуховая кора в частности участвует в звуковысотном анализе (например, в декодировании высоты тона, направлении движения и в восприятии хроматизмов). При восприятии альтерированных и диссонантных отрывков



территориально активация слуховой коры выходит за границы извилины Гешля к правой полюсной проекции, а также к височной проекции и задней теменной доле.

Ранее проведенные функциональные нейротомографические исследования восприятия музыки подростками показали, что правая верхняя височная извилина (включая полюсную часть) становится все больше вовлеченной по мере усложнения мелодической линии и что правополушарные области слуховой корковой поверхности первичной зоны специализируются в процессе восприятия на звуковысотном анализе, декодируя и узнавая мелодии, и на слухо-моторной трансформации.

Результаты, полученные Д. Перани и коллегами [8], доказывают, что эти же области также имеют правополушарное доминирование у новорожденных в процессе восприятия музыкальной информации.

Преобладание правополушарной активации слуховой коры, наблюдаемое в настоящем исследовании, имеет параллели с активацией левополушарной слуховой коры у детей, воспринимающих речь. Предположительно, активация слуховой коры при слушании детьми звуковых последовательностей имеет такую же сложную иерархическую организацию, как при восприятии речи.

Кроме того исследование показало, что БОЛД-сигналы были вызваны только альтерированными музыкальными отрывками. В частности, БОЛД-сигнал изменялся в ответ на альтерированную музыку (по сравнению с оригиналом). Он был меньше в правой первичной и вторичной слуховой коре, но шире в левополушарной верхней височной и нижней лобной коре. Эти результаты доказывают, что вызванные потенциалы на музыкальный стимул у новорожденных могут быть промодулированы в результате структурных вариантов этого стимула. Важно то, что значительное расхождение в активности правой и левой слуховой коры наблюдалось, когда непосредственно сравнивались оригинал с альтерированной музыкой. Таким образом, активация правой слуховой коры связана со специфическими чертами оригинала и не может быть вызвана любым звуком. Эти результаты подтверждают, что новорожденный мозг чувствителен к тональным изменениям и диссонансам. Такие структурные изменения музыкального стимула, как альтерация и изменение тональности, вызывают активность мозговых структур в нижней фронтально-латеральной поверхности. Также в исследовании было показано, что изменения активности в лимбических структурах подтверждают, что новорожденные вовлекают нейронные ресурсы в эмоциональное реагирование в процессе восприятия музыки.

Выясняется, что слуховая система ребенка способна различать полутоновые звуковысотные изменения основного тона. В исследовании Н. Новитского (N. Novitski) и др. [7] малышам в наушниках подавались блоки трех тонов на частоте 250 Гц с уровнем громкости 80 Дц, 75 Дц для 1000 Гц и 65 Дц для частоты 4000 Гц. Звуки-девианты отличались от основного тона на 20 % и 5 %. Результаты статистического анализа показали, что значимые данные были получены, когда малыши спали, зарегистрированы в 20 % изменений основного тона во временном промежутке от 200 до 300 мс от начала прослушивания [7].

Таким образом, анализ проведенных исследований подтверждает, что к моменту рождения слуховая система ребенка готова к дальнейшему развитию сенсорных музыкальных способностей, таких как музыкальный слух (в разных его видах: мелодический, тембровый, динамический) и чувство ритма. До сих пор остается нерешенным вопрос о том, в какой степени внутриутробное развитие сформировало



нервную и сенсорную систему к рождению. Плод воспринимает слуховую информацию в последние недели беременности, а основные результаты этого процесса могут быть познаны только после рождения.

## Литература

1. Генезис сенсорных способностей /Под ред. Л.А. Венгера. М.: Педагогика, 1976. 256 с.
2. *Кушнеренко Е.В.* Когнитивное развитие ребенка в первый год жизни: поведенческие и электрофизиологические методы исследования // От нейрона к сознанию / Под ред. И.Ю. Павлова СПб.: издательство ? 2009. С. 111—133.
3. *Тарасова К.В.* Онтогенез музыкальных способностей. М.: Педагогика, 1988. 176 с.
4. *Шестакова А.Н. и др.* Магнитоэнцефалография и оптическая томография – новейшие методы исследования когнитивного развития младенцев и детей младшего возраста / Шестакова А.Н., Осадчий А.Е., Кравценюк О.В., Ключарев В.А. // От нейрона к сознанию / Под ред. И.Ю. Павлова СПб.: издательство ?2009. С. 134—150.
5. *Háden GP. at al.* Timbre –independent extraction of pitch in newborn infants / Háden GP., Stefanics G., Vesergaard M.D., Denham S.L., Sziller I., Winkler I. // *Psychophysiology*. 2009. № 46 (1). P. 69–74.
6. *Huotilainen M., Shestakova A., Hukki J.* Using magnetoencephalography in assessing auditory skills in infants and children // *International Journal of Psychophysiology*. 2008. Vol. 68. P.123–129.
7. *Novitski N. at al.* Neonatal frequency discrimination in 250—4000 Hz range: Electrophysiological evidence/Novitski N., Huotilainen M., Tervaniemi M., Naatanen R., Fellman V.// *Clinical Neurophysiology*. 2007. Vol. 118. P. 412–419.
8. *Perani D., Saccuman M.C., Scifo P. at al.* Functional specializations for music processing in the human newborn brain [Электронный ресурс] // *Proceeding of the National Academy of Sciences USA* 2010. Vol. 107. № 10. P. 4758–4763. // URL: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0909074107> (дата обращения 26.06.2014).
9. *Ruusuvirta T. at al.* Newborn human brain identifies repeated auditory feature conjunctions of low sequential probability / Ruusuvirta T., Huotilainen M., Fellman V., Naatanen R. // *European journal of Neuroscience*. 2004. Vol. 20. P. 2819—2921.
10. *Sambeth A. at al.* Newborns discriminate novel from harmonic sounds: a study using magnetoencephalography / Sambeth A., Huotilainen M., Kushnerenko E., Fellman V., Pihko E.// *Clinical Neurophysiology*. 2006. № 117 (3). P. 496—503.
11. *The Newborn Brain: Neuroscience and Clinical Applications* / Ed. by H. Lagercrantz et al. Cambridge University Press, 2010. 412 p.
12. *Trainor L.J., Heinmiller B.M.* The development of evaluative responses to music: Infants prefer to listen to consonance over dissonance // *Infant Behaviour Development*. 1998. Vol. 21. P. 77–88.
13. *Winkler I. at al.* Newborn infants detect the beat in music / Winkler I., Háden GP., Ladinig O., Sziller I., Honing H. // *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*. 2009. Vol. 106. P. 2468–2471.

## Foreign and Russian Psychophysiological Studies of Musical Abilities of Newborns: a Review

Gavrilova A.A.,

*PhD (Psychology), Associate Professor, Chair of Humanities, Russian State Specialized Academy of Arts, Moscow, Russia, s2sh2@freemail.ru*

---

We provide an overview of foreign and Russian psychophysiological research on the problem of musical abilities of newborns. We discuss aspects of formation of the musical ear (pitch, harmonic, timbre, dynamic) and rhythm. As a result, we identified the following auditory abilities of infants: 1. The ability to detect and decay of sound; 2. The ability to automatically detect repetitive sound sequences; 3. The categorization of surrounding sound; and 4. The semantic aspects of musical perception that receive intensive development in the first months of life. The state-of-the-art diagnostic methods, such as optical tomography and magnetoencephalography, allow direct approach to solving the problem of how the musical abilities are formed in early ontogeny.

**Keywords:** musical perception, early age, children's musical abilities.

---

### References

1. Venger L.A. (ed.) *Genezis sensorykh sposobnostei* [Genesis of sensory abilities]. Moscow: Pedagogika, 1976. 256 p.
2. Kushnerenko E.V. *Kognitivnoe razvitie rebenka v pervyi god zhizni: povedencheskie i elektrofiziologicheskie metody issledovaniya* [Child's cognitive development in the first year of life: behavioral and electrophysiological research methods]. In Pavlov I.Yu. (ed.) *Ot neirona k soznaniyu* [From neuron to consciousness]. Saint-Petersburg, 2009, pp. 111–133.
3. Tarasova K.V. *Ontogenez muzykal'nykh sposobnostei* [Ontogeny of musical abilities]. Moscow: Pedagogika, 1988. 176 p.
4. Shestakova A.N., Osadchii A.E., Kravtsenyuk O.V., Klyucharev V.A. *Magnitoentsefalografiya i opticheskaya tomografiya — noveishie metody issledovaniya kognitivnogo razvitiya mladentsev i detei mladshego vozrasta* [Using the latest research methods as magnetoencephalography and optical tomography in assessing cognitive infants' and children abilities]. In Pavlov I.Yu. (ed.) *Ot neirona k soznaniyu* [From neuron to consciousness]. Saint-Petersburg, 2009, pp. 134–150.
5. Háden GP., Stefanics G., Vesergaard MD., Denham SL., Sziller I., Winkler I. *Timbre — independent extraction of pitch in newborn infants*. *Psychophysiology*, 2009. Vol. 46, no. 1, pp. 69–74.
6. Huotilainen M., Shestakova A., Hukki J. *Using magnetoencephalography in assessing auditory skills in infants and children*. *International Journal of Psychophysiology*, 2008. Vol. 68, pp.123–129.
7. Novitski N., Huotilainen M., Tervaniemi M., Naatanen R., Fellman V. *Neonatal frequency discrimination in 250–4000 Hz range: Electrophysiological evidence*. *Clinical Neurophysiology*, 2007. Vol.118, pp. 412–419.

8. Perani D., Saccuman M.C., Scifo P. and all. Functional specializations for music processing in the human newborn brain [Electronic resource]. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 2010. Vol.107, no. 10, pp. 4758–4763. Available at: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0909074107>. (Accessed 26.06.2014).
9. Ruusuvirta T., Huotilainen M., Fellman V., Naatanen R. Newborn human brain identifies repeated auditory feature conjunctions of low sequential probability. *European journal of Neuroscience*, 2004. Vol. 20, pp. 2819—2921.
10. Sambeth A., Huotilainen M., Kushnerenko E., Fellmangh V., Pihko E. Newborns discriminate novel from harmonic sounds: a study using magnetoencephalography. *Clinical Neurophysiology*, 2006. Vol. 117, no. 3, pp. 496—503.
11. *The Newborn Brain: Neuroscience and Clinical Applications* Ed. by Hugo Lagercrantz et al. Cambridge University Press, 2010. 412 p.
12. Trainor L.J., Heinmiller B.M. The development of evaluative responses to music: Infants prefer to listen to consonance over dissonance. *Infant Behaviour Development*, 1998. Vol. 21, pp. 77–88.
13. Winkler I., Háden GP., Ladinig O., Sziller I., Honing H. Newborn infants detect the beat in music. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 2009. Vol.106, pp. 2468–2471.