

УДК 612.85.01

ФОРМИРОВАНИЕ БИНАУРАЛЬНОГО СЛУХА У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 4–11 ЛЕТ

Маясова Т.В., Шеромова Н.Н.

ФГБОУ ВПО НГПУ Мининский университет, Нижний Новгород, Россия (603950, Нижний Новгород, ГСП-1, ул. Ульянова, 1), e-mail: vip.mayasova@mail.ru

Настоящая работа посвящена исследованию развития бинаурального слуха в онтогенезе. У детей, по мере развития, от 4 до 11 лет точность локализации повышается, что вызвано становлением межполушарных связей коры. Несовершенство звуколокализационной функции у маленьких детей (4–6 лет) объясняется тем, что локализация звука в этих возрастах осуществляется еще в основном бинауральным монополушарным механизмом. По мере развития межполушарных связей участие коры в процессах локализации звука существенно возрастает, становится возможным тонкое дифференцирование ощущений, в том числе и звукопространственных. И в возрасте 10–11 лет, когда окончательно завершается миелинизация транскаллозальных путей, механизм локализации звука постепенно становится бинауральным биполушарным, как у взрослых.

Ключевые слова: бинауральный слух, моноуральный слух, звуколокализационная функция, межполушарное взаимодействие, звукопространственные ощущения, монополушарный и биполушарный механизмы

THE FORMATION OF BINAURAL HEARING IN CHILDREN AGED 4–11 YEARS

Maysova T.V., Seromova N.N.

Mininsky University, Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, GSP-1, street Ulyanov, 1), e-mail: vip.mayasova@mail.ru

The present work is devoted to the study of the development of binaural hearing in ontogenesis. In children, as it evolves, from 4 to 11 years, the localization accuracy increases, which is caused by the formation of interhemispheric connections of the cortex. Imperfection small capitalization functions in young children (4-6 years), due to the fact that the localization of sound in these ages is still mainly binaural monopolarly mechanism. With the development of interhemispheric connections bark participation in the processes of localization of the sound increases substantially, it becomes possible subtle differentiation osumenyi, including zvukopodrazhanii. And at the age of 10-11 years, when finally completed, the myelination transcallosal ways the mechanism of localization of the sound gradually becomes binaural bipolaris as adults.

Keywords: binaural hearing, monaurally hearing, zvukousilitelnym function, hemispheric interaction, zvukopodrazhaniye feelings, monopolarly and bipolarly mechanisms.

Изучение данного вопроса имеет важное значение для психофизиологии и психофизики, изучающих проблему трансформации объективного в субъективное, физического в психическое. Механизмы локализации звука органично вплетены в механизмы деятельности целого мозга, которые позволяют ему адекватно отражать пространственно-временную структуру окружающего мира. Информация о качестве нейроструктурного обеспечения звуколокализационного процесса может быть использована в неврологической клинической практике при диагностике очаговых поражений мозга.

К настоящему времени всё больше накапливается данных, свидетельствующих о том, что бинауральный слух не является прерогативой преимущественно какого-то одного из полушарий, а обеспечивается совместной деятельностью обоих полушарий мозга. Проблема межполушарной функциональной асимметрии и межполушарного взаимодействия тесным образом связана не только с физиологией и медициной, но и психологией и педагогикой, так

как характер межполушарных взаимодействий, вне всякого сомнения, отражает процесс становления интегративной деятельности мозга в онтогенезе.

Цель исследования

Настоящая работа посвящена исследованию развития бинаурального слуха в онтогенезе. Целью работы было проследить динамику становления бинаурального слуха у детей разного возраста и дать количественную характеристику звуколокализационной способности детей разных возрастных групп.

Методика исследования

Для исследования бинаурального слуха был использован «латерометр». Прибор представляет собой двухканальный генератор парных прямоугольных электрических импульсов, которые с помощью головных телефонов преобразовывались в звуковые «щелчки», поступающие в оба уха. Специальный блок управления позволял подавать звуковые щелчки бинаурально как одновременно, так и с изменяющейся задержкой во времени (ΔT). Эту задержку можно было менять в автоматическом режиме с шагом 1–10 мкс, увеличивая от 0 до 1000 мкс и уменьшая от 1000 до 0 мкс.

Уменьшая ΔT от 700 мкс с опережающей подачей на одно ухо, мы создавали у испытуемого ощущение движения звука из «латерализованного» положения в центральное. А увеличивая ΔT от 0 до 700 мкс, при опережении стимуляции другого уха, создавали ощущение движения и «латерализацию» субъективного звукового образа (СЗО) в другой стороне. При полном цикле изменения временной задержки от 700 мкс до 0 с одной стороны и от 0 до 700 мкс с другой стороны испытуемый ощущал движение СЗО в субъективном звуковом поле от одного уха через центр к другому, т.е. по дуге 180° .

Скорость движения СЗО находилась в прямой зависимости от частоты следования пар импульсов, подаваемых на разные уши, и от величины выбранного шага.

Исследование проводилось сначала при опережении правого щелчка (движение СЗО от правого уха к левому), а затем повторялось при опережении левого (движение СЗО от левого уха к правому). Перед испытуемым ставилась задача нажать кнопку фиксатора, когда СЗО окажется в точке пересечения сагиттальной плоскости головы, т.е. в центре субъективного поля пространства. В идеале СЗО должен оказаться в точке пересечения сагиттальной плоскости, когда $\Delta T=0$, что соответствует сотому щелчку в серии (пределы нормы – отклонения в $\pm 3^\circ$, т.е. 23,3 мкс) [1; 2].

Для характеристики звуколокализационной функции применялся следующий режим дихотической стимуляции:

- частота следования пар импульсов (период) – 10 Гц (100 мс);

- начальная задержка (ΔT) между щелчками в паре – 700 мкс;
- шаг изменения начальной задержки – 7 мкс;
- амплитуда импульсов (сила щелчков) – 4,6 В;
- число импульсов в серии – 200 щелчков.

Результаты исследования

В результате эксперимента оказалось, что по средним показателям группы для большинства детей с 4–11 лет характерно опережение регистрации «центра», как при движении СЗО справа налево, так и слева направо (таблица 1).

Таблица 1

Средние показатели субъективного центра в разных возрастах

возраст	СЗЦ при движении СЗО	$M \pm \delta$	дисперсия
4 года	прав-лев.	$-13^\circ \pm 27^\circ$	709
	лев-прав.	$-17^\circ \pm 31^\circ$	981
5 лет	прав-лев.	$-20^\circ \pm 21^\circ$	454
	лев-прав.	$-17^\circ \pm 21^\circ$	455
6 лет	прав-лев.	$-11^\circ \pm 19^\circ$	344
	лев-прав.	$-9^\circ \pm 17^\circ$	303
7 лет	прав-лев.	$-20^\circ \pm 13^\circ$	165
	лев-прав.	$-18^\circ \pm 18^\circ$	320
8 лет	прав-лев.	$-13^\circ \pm 13^\circ$	155
	лев-прав.	$-14^\circ \pm 11^\circ$	113
9 лет	прав-лев.	$-15^\circ \pm 10^\circ$	102
	лев-прав.	$-14^\circ \pm 16^\circ$	244
10 лет	прав-лев.	$-16^\circ \pm 12^\circ$	137
	лев-прав.	$-5^\circ \pm 12^\circ$	140
11 лет	прав-лев.	$-12^\circ \pm 11^\circ$	126
	лев-прав.	$-17^\circ \pm 12^\circ$	143
взрослые	прав-лев.	$-9^\circ \pm 8^\circ$	60
	лев-прав.	$-7^\circ \pm 7^\circ$	46

По средним показателям группы субъективный центр у детей с 4 по 11 лет и у взрослых всегда смещен в сторону уха, от которого начинается движение звука. Для всего периода 4–11 лет характерна динамика в уменьшении дисперсии показателей по локализации центра как при движении СЗО справа налево, так и слева направо.

При оценке степени созревания звуколокализационной функции в онтогенезе мы ориентировались на ее показатели у взрослых, поскольку у них эта функция достигла своего оптимального развития. Наша контрольная группа состояла из студентов 19-21 года. По результатам проведенной работы совпадения субъективного центра с реальным центром (0° – 3°) регистрировались только у 50 % взрослых испытуемых. В остальных случаях испытуемые фиксировали субъективный центр раньше: 43 % испытуемых – в секторе от -20° до -5° , 7 % испытуемых – в секторе от -30° до -20° .

Обсуждение результатов

Известно, что каждое полушарие мозга в отдельности способно проецировать звуковой образ только в противоположное поле пространства и только на условное продолжение интерауральной прямой [3]. Механизм восприятия единого звука связан с первоначальным «расщеплением» СЗО на две противоположности в правом и левом полушарии, которые в последующем, в результате межполушарных взаимодействий, интегрируются в единый нейрофизиологический эквивалент звукового образа. Совместная деятельность полушарий при восприятии латерализованного звука по своему механизму близка к таковой при моноауральной стимуляции, когда имеет место максимальное преобладание одного из полушарий.

Восприятие СЗО в центре субъективного поля пространства связано с интеграцией нейрофизиологических эквивалентов в слуховых областях обоих полушарий при их равноценной активности. Внутриполушарное бинауральное взаимодействие представляет необходимый, но промежуточный этап, от которого зависит интенсивность возбуждения в данном полушарии, но еще не пространственная локализация сигнала – для этого должна произойти межполушарная интеграция. Нахождение СЗО в сагиттальной плоскости возможно только при равном вкладе каждого полушария. Промежуточное положение СЗО является следствием неодинакового вклада каждого полушария в организацию слухового ощущения.

В основе пространственного восприятия звука и рождения СЗО лежит бинауральный и биполушарный механизмы, которые обеспечивают рефлекторное отражение звука обеими подсистемами. Обнаруженный нами факт, что у детей, по мере развития, от 4 до 11 лет точность локализации повышается, объясняется становлением межполушарных связей коры. Несовершенство звуколокализационной функции у маленьких детей (4–6 лет), о чем свидетельствует большая степень дисперсии показателей в этих группах, объясняется тем, что локализация звука в этих возрастах осуществляется еще в основном бинауральным монополушарным механизмом. По мнению Щербакова В.И., бинауральный

монополушарный механизм восприятия звука представляет собой «лишь один из механизмов, участвующих в локализации звука», причем это участие является весомым только при невозможности включения бинаурального биполушарного механизма [4] .

По мере дальнейшего развития межполушарных связей участие коры в процессах локализации звука существенно возрастает, становится возможным тонкое дифференцирование ощущений, в том числе и звукопространственных. Поэтому в возрасте 10–11 лет, когда окончательно завершается миелинизация транскаллозальных путей, механизм локализации звука постепенно становится бинауральным биполушарным, как у взрослых.

Значительную роль в становлении бинаурального слуха и, в частности, звуколокализационной функции играет степень развития ипсилатеральных путей, от которой в свою очередь зависит сила ипсилатеральной стимуляции слухового центра (за счет пространственной суммации возбуждений). В процессе онтогенеза ипсилатеральные пути играют все большую роль в механизмах локализации звука. Становление звуколокализационной функции начинается с локализации звуков, находящихся вблизи интерауральной прямой («латерализованных») звуков, и постепенно дискретность субъективного и объективного пространства уменьшается. Это нашло своё подтверждение в нашей работе.

Обращает на себя внимание ухудшение звуколокализационной функции у детей семи лет. Степень опережения регистрации центра у них выражена больше, чем даже у детей шести лет. Это связано, по-видимому, с тем, что в этом возрасте ребёнок переживает второй критический период развития ВНД [5]. Процессы торможения в этот период ещё недостаточны для того, чтобы ограничить степень возбуждения в коре головного мозга, связанную с адаптацией к школьному режиму. Развивающиеся биполушарные механизмы восприятия звука еще очень уязвимы и поэтому ведущими оказываются филогенетически более древние подкорковые механизмы межполушарного взаимодействия.

В нашей работе мы пытались получить сведения о половых различиях в созревании звуколокализационной функции. Анализ полученных результатов не выявил половых различий в становлении звуколокализационной функции у детей с 4 до 11 лет.

Заключение

Таким образом, процесс становления звуколокализационной функции в онтогенезе связан с формированием внутри- и межполушарных интеграционных процессов. Поэтому показатели этой функции, полученные латерометрическим методом, могут отражать степень зрелости сенсорных функций коры больших полушарий мозга.

Список литературы

1. Вартанян И. А. Звук – слух – мозг. – Л.: Наука, 1981. – 172 с.
2. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. – М., 1974. – 550 с.
3. Щербаков В.И., Косюга Ю.И. Физиологические механизмы пространственного слуха // Журнал высш. нервн. деят. – 1980 (а). – Т. 30, № 2. – С. 288-295.
4. Щербаков В.И., Косюга Ю.И. О функциональном значении неперекрещенных слуховых путей // Успехи физиологических наук. – 1994. – Т. 1. – С. 98.
5. Фарбер Д.А. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. – Л.: Наука, 1988.

Рецензенты:

Дмитриев Н.Н., д.б.н., профессор, зав. кафедрой, ВГБОУ ВПО НГПУ Мининский университет, г. Нижний Новгород.

Ягин В.В., д.б.н., профессор кафедры физиологии и БЖ человека, ФГБОУ ВПО НГПУ Мининский университет, г. Нижний Новгород.