

УДК 612.014

*Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский*

## **ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЛУХОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НА СТИМУЛ, ТРЕБУЮЩИЙ РАЗЛИЧЕНИЯ И СОПРОВОЖДАЮЩИЙСЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИЕЙ**

Представлены результаты исследования слуховых вызванных потенциалов у людей разного возраста. Обнаружены возрастные различия в параметрах компонента  $N_{200}$  на звуковой стимул, требующий привлечения внимания и сопровождающийся двигательным ответом.

### **Введение**

Эффективное восприятие поступающей информации происходит в случае привлечения к ней активного внимания, благодаря которому осуществляется более качественный отбор и анализ воспринимаемых сигналов. Для исследования внимания широко используются электрофизиологические методы, и в частности метод вызванных потенциалов. Возрастные особенности параметров слуховых вызванных потенциалов (СВП) при разном напряжении внимания способствуют углублению понимания механизмов организации этой психофизиологической функции и позволяют представить ее как динамический процесс, постепенно совершенствующийся в онтогенезе.

Данные литературы показывают, что структурно-функциональная организация воспринимающих систем формируется начиная с пренатального периода вплоть до юношеского возраста. Различным этапам созревания воспринимающих систем соответствуют определенные возрастные особенности восприятия, проявляющиеся в выраженности пространственных и временных характеристик электрофизиологических проявлений функционирования коры больших полушарий головного мозга, в том числе и слуховых вызванных потенциалов [1, 2, 3].

СВП представляют собой последовательность негативных и позитивных волн, возникающих после подачи стимула. Направленное внимание в период ожидания сигнала, его восприятия и анализа сопровождается возникновением, а также изменением характеристик таких составных элементов СВП, как условная негативная волна, негативные волны  $N_{200}$  и  $N_{500}$ , позитивная волна  $P_{300}$  и поздний позитивный комплекс [2, 3, 4]. Исследование возрастных особенностей направленного внимания является актуальной задачей в теоретическом и практическом плане, т.к. способствует поискам методов эффективного влияния на процесс восприятия слуховой информации, что имеет большое значение для повышения эффективности обучения и воспитания детей и подростков.

### **Объект и методика исследований**

Целью настоящей работы явилось изучение амплитудно-временных параметров компонента СВП  $N_{200}$  у детей и взрослых на стимул, требующий привлечения внимания для выделения его из похожих стимулов с помощью нажатия на кнопку, т.е. сопровождающийся двигательной реакцией. Исследование выполнено на базе лаборатории нейро- и психофизиологии НИИ физиологии детей и подростков Российской академии образования.

Эксперимент проведен на испытуемых трех возрастных групп. Первую группу составили 15 школьников 7–8 лет, вторую – 15 учащихся в возрасте 9–10 лет, и в тре-

тью группу вошли 15 взрослых людей 20–40 лет. Все обследуемые относились к 1-й и 2-й группам здоровья, имели нормальную остроту слуха. В экспериментальные группы подбирались только праворукие испытуемые с высоким коэффициентом правшества.

Во время обследования испытуемый с закрытыми глазами находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя. В эксперименте использовалась парадигма, состоящая из двух звуковых сигналов ( $C_1$  и  $C_2$ ) продолжительностью 100 мс каждый, предъявляемых с интервалом 2,0 с. Оба сигнала имели одинаковую частоту (1250 Гц), но по громкости отличались между собой на 10 дБ. Громкость сигналов  $C_1$  и  $C_2$  подбирались эмпирически для каждого испытуемого с таким расчетом, чтобы процент ошибок при их различении был невелик. В соответствии с предварительной речевой инструкцией, при предъявлении менее громкого сигнала  $C_1$  испытуемый должен был оставаться неподвижным, а при появлении более громкого сигнала  $C_2$  он должен был максимально быстро ответить движением руки с нажатием на кнопку. Последовательность подачи стимулов  $C_1$  и  $C_2$  была случайной при одинаковом суммарном количестве (не менее 30) каждого из них.

Слуховые вызванные потенциалы регистрировались монополярно. Активные хлорсеребряные неполяризующиеся электроды располагались симметрично над поверхностью правого и левого полушарий в затылочных, теменных, центральных и лобных областях. Локализация всех отведений определялась по стандартной системе «10–20». В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод, заземляющим служил электрод, расположенный на запястье левой руки. Звуковые сигналы поступали от ЭВМ ДЗ–28 через аналого-цифровой преобразователь к звуковому генератору, от которого звуковые тоны подавались испытуемому через динамик.

Биоэлектрические потенциалы поступали через усилитель на коммутатор, затем в аналого-цифровой преобразователь и в ЭВМ ДЗ–28 с дальнейшим выводом на самописец. За изолинию принимали средний уровень активности за 300 мс перед стимулом. Предъявление звукового сигнала, усреднение и первичная обработка полученных данных производились на ЭВМ ДЗ–28 по специально разработанной программе. Достоверность различий амплитудных и временных характеристик СВП оценивали по t-критерию Стьюдента.

### Результаты исследований и обсуждение

В ответ на предъявление стимула  $C_2$ , требующего привлечения внимания и двигательного ответа нажатием на кнопку, вызванный потенциал  $N_{200}$  был хорошо выражен в каждом из отведений во всех исследуемых возрастных группах людей (таблица, рисунок). Как следует из данных таблицы, амплитуда  $N_{200}$  в центральных областях коры увеличивалась с возрастом, причем эта возрастная динамика различалась в правом и левом полушарии головного мозга. Так, в центральной области правого полушария увеличение  $N_{200}$  интенсивно протекало в возрастном периоде с 7–8 лет до 9–10 лет, что обусловило достоверное повышение амплитуды этого потенциала в старшей группе детей по сравнению с младшей на 24,4% ( $p < 0,05$ ). Далее с возрастом увеличение амплитуды  $N_{200}$  замедлялось и в группе взрослых испытуемых по сравнению со школьниками 9–10 лет было недостоверным, но по отношению к 7–8-летним детям данный показатель был больше на 43%.

В центральной области левого полушария амплитуда  $N_{200}$  в ответах на стимул  $C_2$  начинала быстро увеличиваться в более поздние возрастные сроки. Как видно из таблицы, в левой центральной области коры различия в амплитуде исследуемой негативности между группами детей были незначительными, но у взрослых испытуемых

этот показатель был достоверно выше, чем у 7–8-летних, на 17,7% и на 15,7% по сравнению с 9–10-летними школьниками.

Что же касается теменных областей коры больших полушарий, то у зарегистрированного в левой и правой теменных областях компонента  $N_{200}$  возрастное увеличение амплитуды оказалось недостоверным.

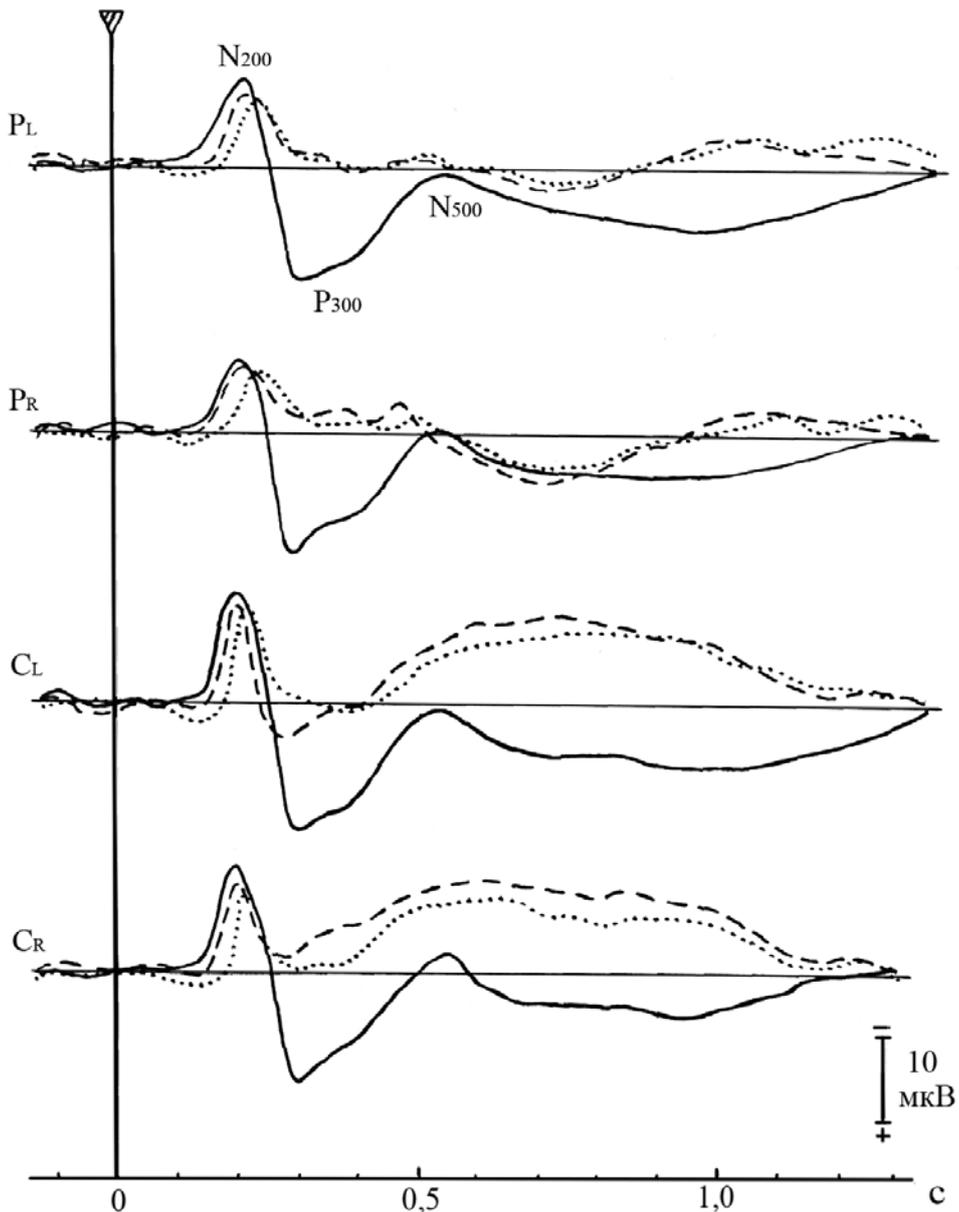
Обращает на себя внимание тот факт, что в каждой возрастной группе наибольшая амплитуда  $N_{200}$  была выявлена в центральной области левого полушария. Затем по убывающей следовали центральная область правого полушария, левая и правая теменные области. В группе 7–8-летних детей амплитуда  $N_{200}$  была достоверно выше в левой центральной области по сравнению с левой теменной областью и с центральной и теменной областями правого полушария. Остальные различия по отведениям в этой возрастной группе были незначимыми, а отмечались лишь в виде тенденции. У 9–10-летних школьников анализируемый показатель был больше в центральной области левого полушария, чем в теменных областях обоих полушарий. В группе взрослых испытуемых амплитуда  $N_{200}$  была более выражена в левой центральной области по сравнению с левой и правой теменной областью, а также в правой центральной области по сравнению с теменной областью правого полушария.

Таблица – Амплитудно-временные показатели  $N_{200}$  в ответах теменных и центральных областей коры на стимул  $C_2$  у лиц разного возраста ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )

Показатель	Возраст, лет	Области коры			
		левая теменная	правая теменная	левая центральная	правая центральная
Амплитуда, мкВ	7–8	8,0 ± 0,4	7,8 ± 0,4	11,3 ± 0,5	8,6 ± 0,5
	9–10	8,7 ± 0,9	8,0 ± 1,1	11,5 ± 0,7	10,7 ± 0,8
	20–40	9,6 ± 1,4	8,3 ± 1,0	13,3 ± 0,4	12,3 ± 0,9
	$P_{2-1}$	–	–	–	< 0,05
	$P_{3-1}$	–	–	< 0,01	< 0,01
	$P_{3-2}$	–	–	< 0,05	–
Пиковая латентность, мс	7–8	253,1 ± 3,1	252,3 ± 5,9	228,3 ± 4,6	216,6 ± 3,4
	9–10	225,6 ± 7,1	216,3 ± 11,3	204,4 ± 9,4	180,3 ± 8,9
	20–40	190,9 ± 10,8	186,3 ± 7,6	190,5 ± 8,8	178,5 ± 8,3
	$P_{2-1}$	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,001
	$P_{3-1}$	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	$P_{3-2}$	< 0,05	< 0,05	–	–
Длительность, мс	7–8	202,9 ± 11,3	270,9 ± 15,6	182,6 ± 10,4	160,0 ± 10,9
	9–10	120,0 ± 7,2	118,8 ± 9,6	100,0 ± 8,7	143,1 ± 9,1
	20–40	116,5 ± 11,3	115,2 ± 9,1	110,4 ± 8,6	108,5 ± 7,8
	$P_{2-1}$	< 0,001	< 0,01	< 0,001	–
	$P_{3-1}$	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,001
	$P_{3-2}$	–	–	–	< 0,01

Примечание –  $P_{2-1}$  обозначает достоверность различий между показателями  $N_{200}$  у испытуемых 9–10 лет и 7–8 лет;  $P_{3-1}$  – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 7–8-летних;  $P_{3-2}$  – достоверность различий между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий.

Значительно больше достоверных возрастных изменений было обнаружено в пиковой латентности волны  $N_{200}$  (таблица, рисунок). В каждом из исследуемых отведений отмечалось снижение ее величины с возрастом. Так, в теменной области левого полушария пиковая латентность  $N_{200}$  сокращалась у 9–10-летних детей по сравнению с 7–8-летними на 10,9%, а у взрослых испытуемых по отношению к группе школьников 9–10 лет – на 15,4%. В итоге дефинитивное значение пиковой латентности  $N_{200}$  было на 24,6% меньше, чем у 7–8-летних детей. Аналогичная картина наблюдалась в теменной области правого полушария: исследуемый показатель по сравнению с детьми 7–8 лет был меньше у 9–10-летних школьников на 14,3%, а у взрослых – на 22,6%.



По оси абсцисс – время; вертикальная линия – отметка предъявления стимула;  
 $P_L$  – левая теменная,  $P_R$  – правая теменная,  $C_L$  – левая центральная,  
 $C_R$  – правая центральная области коры больших полушарий

**Рисунок – Усредненные СВП в группе 7–8-летних (точечная линия),  
 9–10-летних (пунктирная линия) и взрослых (сплошная линия)  
 испытуемых на стимул  $C_2$**

Менее выраженными оказались возрастные сдвиги пиковой латентности  $N_{200}$  в центральных областях коры больших полушарий. В центральной области левого полушария латентность  $N_{200}$  была меньше на 10,5% у детей 9–10-летнего возраста по сравнению с 7–8-летними. Сокращение пиковой латентности за период от 7–8 до 20–40 лет составило 37,8 мс или 16,6%. В центральной области коры правого полушария пиковая латентность  $N_{200}$  у 9–10-летних детей по сравнению с 7–8-летними изменялась недостоверно. Дальнейшие ее возрастные сдвиги становились существенными, и у взрослых испытуемых величина пиковой латентности  $N_{200}$  была меньше на 11,4%, чем у школьников 7–8 лет.

Сравнение пиковой латентности  $N_{200}$  по отведениям показало, что у 7–8-летних детей она была в обоих полушариях достоверно больше в теменных областях, чем в центральных. У школьников 9–10 лет и взрослых испытуемых достоверных различий между отведениями в величине пиковой латентности волны  $N_{200}$  не обнаруживалось.

Возрастные изменения наблюдались также в длительности негативной волны  $N_{200}$  (таблица, рисунок). Как свидетельствуют данные таблицы, в теменной и центральной областях правого полушария с возрастом наблюдалось уменьшение этого показателя. Однако в правой теменной и в левой центральной областях сокращение продолжительности  $N_{200}$  интенсивно протекало в период с 7–8 до 9–10 лет, а в центральной области коры правого полушария – после 9–10 лет. Наиболее выраженные возрастные изменения длительности  $N_{200}$  были зафиксированы в левой центральной области, где значения у взрослых были меньше, чем у 7–8-летних детей, на 32,1%. Наименее выраженные, но тоже достоверные сдвиги выявлялись в центральной области правого полушария, в которой уменьшение данного показателя составило 19,0%. В левой теменной области значимых возрастных изменений длительности  $N_{200}$  не обнаруживалось.

В разные возрастные периоды максимальные значения длительности компонента  $N_{200}$  наблюдались в различных отведениях. Так, в группе детей 7–8 лет наибольшая продолжительность  $N_{200}$  отмечалась в правой теменной области, у 9–10-летних школьников – в теменной и центральной областях правого полушария, а в группе взрослых испытуемых достоверных различий величины данного показателя между отведениями не выявлялось.

### **Заключение**

Проведенные в настоящей работе исследования показывают, что в слуховых вызванных потенциалах в ответ на предъявление стимула  $C_2$ , требующего привлечения внимания и двигательного ответа нажатием на кнопку, с возрастом происходит изменение хотя бы одного, а чаще всего нескольких амплитудно-временных параметров негативной волны  $N_{200}$ . Причем в теменных областях коры больших полушарий этим изменениям больше подвергаются временные характеристики волны. В центральных же областях, кроме сдвигов пиковой латентности и длительности волны  $N_{200}$ , наблюдалось также и увеличение ее амплитуды.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Näätänen, R. Attention and brain function / R. Näätänen. – New Jersey : Erlbaum Associates, 1992. – 192 p.
2. Николлс, Дж.Т. От нейрона к мозгу / Дж.Т. Николлс, А.Р. Мартин, Б.Дж. Валлас. – М., 2003. – 672 с.

3. Савченко, Е.И. Онтогенетические особенности развития медленных негативных и позитивных потенциалов при выполнении зрительной перцептивной задачи / Е.И. Савченко, Д.А. Фарбер // Журнал высш. нервн. деят. – 1990. – Т. 40. – № 1. – С. 29–36.

4. Бетелева, Т.Г. Возрастные особенности соотношения произвольного и произвольного анализа при опознании изображений / Т.Г. Бетелева // Журнал высш. нервн. деят. – 1992. – т. 42. – № 1. – С. 3–11.

5. Хомич, Г.Е. Слуховые вызванные потенциалы у детей и взрослых на стимул, требующий минимального привлечения внимания и сопровождающийся двигательным ответом / Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский // Весн. Брэсц. ун-та. – 2009. – № 2. – С. 129–135.

***G.E. Khomich, N.K. Savanevski. Age Changes of the Acoustical Caused Potentials on the Stimulus Demanding Distinction and Accompanied by Impellent Reaction***

The results of research of the auditory caused potentials are presented for the people of different age. Found out age distinctions in the parameters of components  $N_{200}$  on a voice stimulus, requiring the bringing in of attention and attended with a move answer.

Рукапіс паступіў у рэдкалегію 14.03.2012