

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 подбиралась 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.

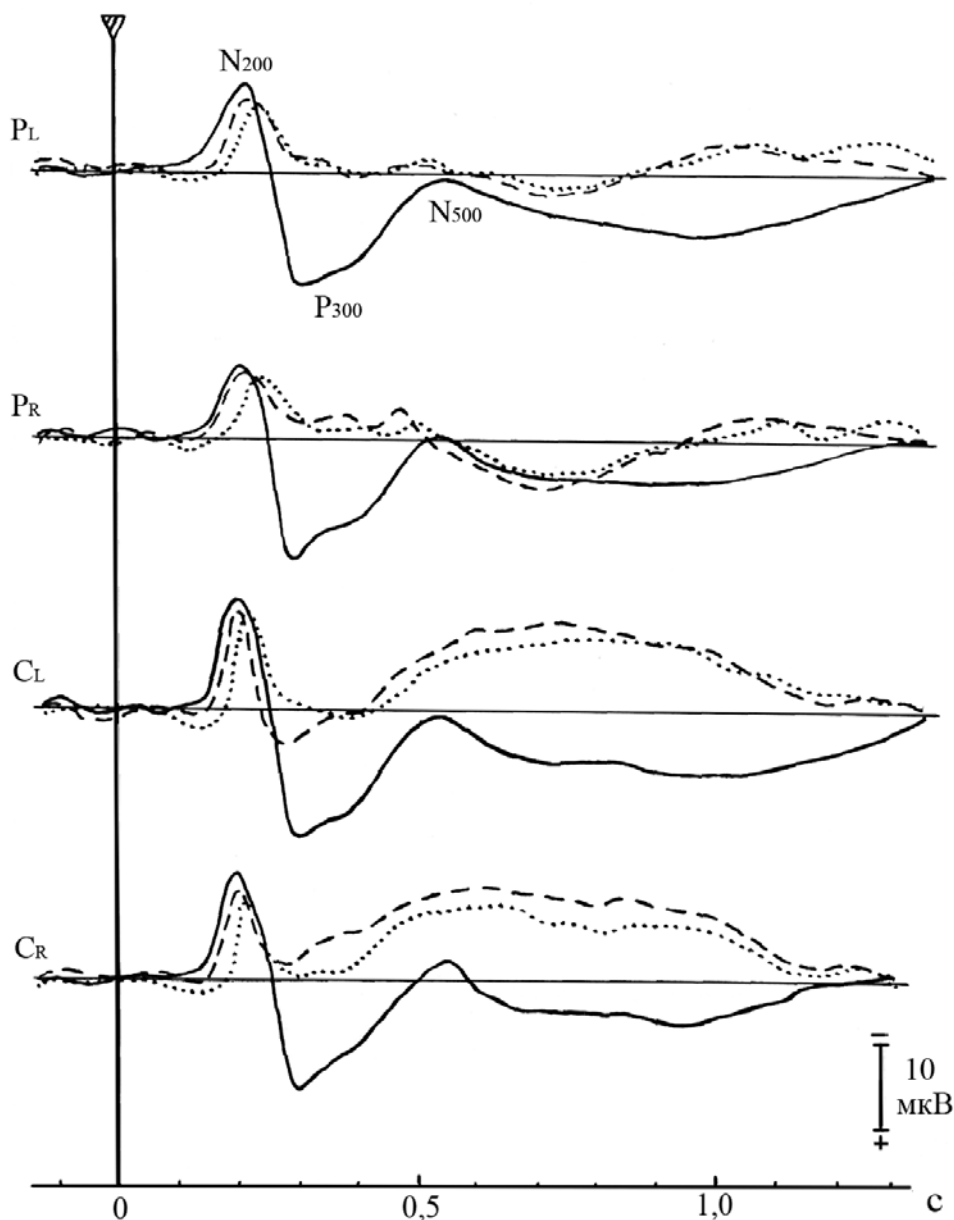
Обращает на себя внимание тот факт, что в каждой возрастной группе наибольшая амплитуда N_{200} была выявлена в центральной области левого полушария. Затем по убывающей следовали центральная область правого полушария, левая и правая теменные области. В группе 7–8-летних детей амплитуда N_{200} была достоверно 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	$8,0 \pm 0,4$	$7,8 \pm 0,4$	$11,3 \pm 0,5$	$8,6 \pm 0,5$
	9–10	$8,7 \pm 0,9$	$8,0 \pm 1,1$	$11,5 \pm 0,7$	$10,7 \pm 0,8$
	20–40	$9,6 \pm 1,4$	$8,3 \pm 1,0$	$13,3 \pm 0,4$	$12,3 \pm 0,9$
	P_{2-1}	–	–	–	$< 0,05$
	P_{3-1}	–	–	$< 0,01$	$< 0,01$
	P_{3-2}	–	–	$< 0,05$	–
Пиковая латентность, мс	7–8	$253,1 \pm 3,1$	$252,3 \pm 5,9$	$228,3 \pm 4,6$	$216,6 \pm 3,4$
	9–10	$225,6 \pm 7,1$	$216,3 \pm 11,3$	$204,4 \pm 9,4$	$180,3 \pm 8,9$
	20–40	$190,9 \pm 10,8$	$186,3 \pm 7,6$	$190,5 \pm 8,8$	$178,5 \pm 8,3$
	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	$202,9 \pm 11,3$	$270,9 \pm 15,6$	$182,6 \pm 10,4$	$160,0 \pm 10,9$
	9–10	$120,0 \pm 7,2$	$118,8 \pm 9,6$	$100,0 \pm 8,7$	$143,1 \pm 9,1$
	20–40	$116,5 \pm 11,3$	$115,2 \pm 9,1$	$110,4 \pm 8,6$	$108,5 \pm 7,8$
	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