

УДК 612.014

Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, КОРРЕЛИРУЮЩИХ С НАПРЯЖЕНИЕМ ВНИМАНИЯ

Излагаются результаты исследования слуховых вызванных потенциалов у людей разного возраста. Обнаружены возрастные различия в параметрах компонентов N_{200} и P_{300} при предъявлении пары звуковых стимулов, требующих для их различения максимального привлечения внимания.

Введение

В основе высоких результатов во многих видах спорта лежит способность спортсмена максимально быстро реагировать двигательной реакцией на стартовый сигнал или на действия соперника. Центральные механизмы управления спортивной моторикой обеспечиваются сложными иерархическими процессами, протекающими в нейромоторных центрах спинного мозга, мозжечка, ствола головного мозга и особенно коры больших полушарий. Произвольные движения спортсмена в ответ на действия товарищей по команде, а также соперников, не могут быть адекватными без эффективного включения такой психофизиологической функции, как активное, или направленное, внимание.

Установлено, что направленное внимание во время поступления и анализа информации сопровождается генерацией и изменением амплитудно-временных характеристик таких компонентов вызванных потенциалов, как негативности N_{200} и N_{500} , позитивность P_{300} и поздний позитивный комплекс, регистрируемых электроэнцефалографическим методом с разных областей коры больших полушарий [1; 2; 3]. Показано, что эти изменения неодинаково проявляются в условиях внимания и невнимания, а также имеют возрастные особенности, обусловленные постепенным и гетерохронным созреванием различных областей коры головного мозга в онтогенезе [3; 4; 5].

Недостаточно изученными в возрастном аспекте пока остаются электроэнцефалографические корреляты внимания, вызываемые поступлением слуховых сигналов. Однако именно словесная информация играет важнейшую роль во взаимосвязи тренера и спортсмена, учителя и ученика.

Целью нашей работы явилось изучение возрастных особенностей компонентов слуховых вызванных потенциалов (СВП) N_{200} и P_{300} при предъявлении пары звуковых стимулов, требующих различения. Экспериментальная часть исследования выполнена на базе лаборатории нейро- и психофизиологии НИИ физиологии детей и подростков Российской Академии образования. В эксперименте участвовали испытуемые трех возрастных групп по 15 человек в каждой. Первую группу составили учащиеся 7–8 лет, вторую – школьники 9–10 лет, третью – взрослые люди 20–40 лет. В экспериментальные группы подбирались имевшие нормальную остроту слуха здоровые праворукие испытуемые с высоким коэффициентом правшества.

Слуховые вызванные потенциалы регистрировались монополярно. При регистрации СВП хлорсеребряные неполяризующиеся электроды располагались на голове испытуемого в затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) областях по сагиттальной линии. Во время обследования испытуемый находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя, с закрытыми глазами. Ему предъявлялись с интервалом в 2,0 с два звуковых сигнала (C_1 и C_2), имевшие одинаковую частоту (1250 Гц), но разную громкость. При предъявлении менее громкого сигнала C_1 испы-

туемый должен был оставаться неподвижным, а при появлении более громкого (на 10 Дб) сигнала C_2 испытуемый должен был максимально быстро ответить нажатием на кнопку. Сравнение и дифференциация в паре похожих стимулов C_1 и C_2 представляли значительную трудность и требовали привлечения активного внимания.

Звуковые сигналы поступали от ЭВМ ДЗ-28 через цифро-аналоговый преобразователь к звуковому генератору, от которого звуковые тоны подавались испытуемому через динамик. Биоэлектрические потенциалы от электродов поступали через усилитель на коммутатор, затем в аналого-цифровой преобразователь и в ЭВМ ДЗ-28 с дальнейшим выводом на самописец. Достоверность различий амплитудных и временных характеристик слуховых вызванных потенциалов оценивали по критерию Стьюдента.

В результате проведенных нами исследований было установлено, что в ситуации, не требующей напряжения внимания (стимул C_1), отчетливо регистрируется компонент N_{200} , амплитуда которого с возрастом достоверно не изменяется, но наблюдается уменьшение пиковой латентности и длительности волны. Согласно литературным данным, компонент N_{200} является гетерогенным по своей структуре. В нем отражаются как сенсорный анализ, так и процессы ненаправленного и направленного внимания. Поскольку указанные изменения с возрастом нами не обнаружены, можно предполагать, что в ситуации, не требующей привлечения внимания, на динамику компонента N_{200} не оказывает влияние формирование механизмов внимания в онтогенезе. Уменьшение временных параметров данного компонента, очевидно, связано с созреванием сенсорного входа.

Иная картина наблюдалась в ситуации привлечения внимания к стимулу (C_2). Полученные нами данные свидетельствуют о том, что необходимость дифференцировки стимула приводит к увеличению с возрастом амплитуды компонента N_{200} , максимальном в центральной зоне коры больших полушарий – фокусе максимальной активности СВП. Так, в центральной области коры правого полушария амплитуда компонента N_{200} достоверно увеличивалась в старшей группе детей по сравнению с младшей на 24,4%, а в группе взрослых по отношению к 7–8-летним школьникам – на 43%. В центральной области левого полушария у взрослых испытуемых амплитуда N_{200} была выше, чем у 7–8-летних школьников на 17,7% и 9–10-летних – на 15,7%. Увеличение амплитуды компонента N_{200} от 7–8 до 20–40 лет в ситуации напряженного внимания указывает на увеличивающийся с возрастом вклад внимания, отражающийся на параметрах компонента N_{200} .

Существенные изменения с возрастом претерпевает такой компонент СВП, как P_{300} . В ситуации, не требующей привлечения внимания, этот компонент, отчетливо выраженный у взрослых во всех областях коры больших полушарий, у детей 7–8 лет не обнаруживается, а у детей 9–10 лет регистрируется только в левой теменной области. Эти данные следует рассматривать в русле имеющихся представлений о структуре P_{300} и корреляции ее с психофизиологическими функциями.

Известно, что наиболее существенными из условий, необходимых для возникновения P_{300} , являются неожиданность стимула и его значимость для выполнения поставленной задачи. Предполагается, что наличие или отсутствие P_{300} не определяется однозначно необходимостью реагировать на стимул, а зависит от общей стратегии испытуемого. По-видимому, обнаруженное нами отсутствие этой волны у 7–8-летних детей и единичное проявление в редуцированной форме у школьников 9–10 лет, при хорошей ее выраженности у взрослых, свидетельствует о разной стратегии внимания у этих групп испытуемых, что обусловлено, вероятно, степенью зрелости соответствующих мозговых структур. Поскольку стимул C_1 требовал минимального напряжения внимания, то вышеприведенные данные о волне P_{300} свидетельствуют также о слабой когнитивной обработке информации у детей, если к ней не привлечено активное внимание.

В пользу этого предположения свидетельствуют наши данные, полученные при исследовании компонента P_{300} на стимулы C_2 , требующие привлечения внимания. Было установлено, что уже в 7–8-летнем возрасте в такой экспериментальной ситуации регистрируется компонент P_{300} в левой центральной области, а у 9–10-летних школьников – в левой центральной и изредка в левой теменной областях (таблица). У взрослых испытуемых этот компонент отчетливо выражен во всех исследуемых областях коры больших полушарий.

Следует отметить, что амплитуда и длительность P_{300} с возрастом увеличивалась, а пиковая латентность уменьшалась. Наибольшая выраженность позитивности наблюдалась в левой центральной области коры больших полушарий. Амплитуда P_{300} у 9–10-летних детей была выше, чем у 7–8-летних в 4,1 раза, а у взрослых по отношению к детям 9–10 лет – в 3,1 раза. Значения амплитуды данной позитивности у взрослых превышали таковые у 7–8-летних детей в 12,7 раза. Длительность P_{300} у взрослых была больше, чем у 7–8-летних школьников на 107,1 мс, а по сравнению с 9–10-летними учениками – на 77,1 мс. Пиковая латентность уменьшалась у 9–10-летних школьников по сравнению с 7–8-летними на 93 мс (таблица).

Таблица – Амплитудно-временные показатели P_{300} 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 больших полушарий			
		левая теменная	правая теменная	левая центральная	правая центральная
Амплитуда, мкВ	7 – 8	–	–	$1,3 \pm 0,4$	–
	9 – 10	–	–	$5,3 \pm 0,5$	–
	20 – 40	$13,7 \pm 0,9$	$14,4 \pm 1,0$	$16,2 \pm 1,3$	$13,3 \pm 1,1$
	P_{2-1}			<0,001	
	P_{3-1}			<0,001	
	P_{3-2}			<0,001	
Пиковая латентность, мс	7 – 8	–	–	$393,8 \pm 16,4$	–
	9 – 10	–	–	$300,8 \pm 16,8$	–
	20 – 40	$309,2 \pm 17,8$	$290,1 \pm 19,6$	$305,0 \pm 16,5$	$309,3 \pm 18,4$
	P_{2-1}			<0,001	
	P_{3-1}			<0,001	
	P_{3-2}			–	
Длительность, мс	7 – 8	–	–	$125,0 \pm 18,7$	–
	9 – 10	–	–	$155,0 \pm 10,7$	–
	20 – 40	$260,0 \pm 12,8$	$255,0 \pm 19,7$	$232,1 \pm 16,1$	$250,7 \pm 11,2$
	P_{2-1}			–	
	P_{3-1}			<0,001	
	P_{3-2}			<0,001	

Примечание – P_{2-1} обозначает достоверность различий между показателями P_{300} у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летними, P_{3-1} – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летними, P_{3-2} – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летними. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения.

Результаты о возрастных изменениях волны P_{300} в условиях напряжения внимания дают основание предполагать, что в онтогенезе происходит постепенное формирование механизмов, обеспечивающих направленное внимание к поступающей информации и ее последующую когнитивную обработку.

Заклучение

На основе полученных нами экспериментальных результатов можно сделать следующие выводы. Напряжение внимания уже с 7–8-летнего возраста отчетливо проявляется в постепенном возрастном усилении процесса переработки информации и отражается в амплитудно-временных характеристиках компонентов N_{200} и P_{300} . Созревание мозговых механизмов направленного внимания приводит к усилению его влияния на разные этапы анализа и обработки слуховой информации. Применительно к спортивной практике выше приведенные электрофизиологические данные дают основание предполагать, что выполнение юными спортсменами гимнастических и акробатических упражнений, а также других сложных элементов спортивной моторики более подвержено негативному влиянию отвлекающих слуховых стимулов, например шуму болельщиков соперника, из-за пока недостаточно зрелых по сравнению с взрослыми атлетами механизмов направленного внимания.

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. – Москва, 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. Tervaniemi, M. Pre-attentive processing of complex auditory information in the human brain / M. Tervaniemi // Dr. Dissertation. – Helsinki, 1997. – 436 p.

G.E. Khomich, N.K. Savanevski. Age Changes in Some Parameters of Evoked Potentials, which Correlate with Rapt Attention

Results of investigation of auditory evoked potentials in humans of different ages. Discovered age-related differences in the parameters of the components N_{200} and P_{300} , upon presentation of a pair of sound stimuli, requiring for their differentiation to attract maximum attention.