

УДК 612.014

Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский

ПАРАМЕТРЫ УСЛОВНОЙ НЕГАТИВНОЙ ВОЛНЫ У ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ ПРИ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ ПАРЫ СТИМУЛОВ, ТРЕБУЮЩИХ РАЗЛИЧЕНИЯ

Представлены результаты исследования слуховых вызванных потенциалов у людей разного возраста. Обнаружены возрастные изменения в параметрах УНВ на звуковые стимулы, требующие различения.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию электрофизиологических проявлений функционирования коры больших полушарий головного мозга, которые могут быть обусловлены протекающими психическими процессами. Одним из таких проявлений является открытый В. Уолтером [1] феномен, который был назван «волной ожидания», или Е-волной. В отечественной литературе за этим потенциалом закрепилось название «условная негативная волна» (УНВ). Эта волна возникает в интервале между двумя стимулами, следующими через одинаковые промежутки времени, и тесно связана с такими психическими процессами, как внимание, ожидание, мотивация, волевое намерение [2; 3].

УНВ возникает не в ответ на внешний раздражитель, а в связи с ожиданием стимула. Следовательно, она отражает активность тех структур головного мозга, которые обеспечивают подготовку к предстоящему ответу и готовность к нему испытуемого. УНВ представляет собой негативное колебание потенциала, характеризующееся восходящей фазой, фазой плато (иногда может отсутствовать) и нисходящей фазой.

Восходящая, то есть идущая в сторону отрицательности, фаза УНВ определяется, как правило, с помощью двух показателей: латентного периода относительно предъявления первого стимула (C_1) и скорости нарастания до пика. Установлено, что УНВ начинает развиваться в среднем через 400 мс после C_1 и ее полное развитие невозможно за время меньшее 500 мс [1]. В соответствии со скоростью роста восходящей фазы различают обычно два типа УНВ: тип А, характеризующийся быстрым подъемом с последующим плато, и тип Б, при котором наблюдается медленный плавный подъем, приуроченный к моменту предъявления второго стимула (C_2) [4].

Нисходящая фаза УНВ характеризуется быстрым и резким спадом, наступающим в среднем через 120 мс после включения императивного сигнала [1]. Наиболее тесно выраженность спада волны коррелирует со степенью субъективной уверенности испытуемого в правильности ответа и четкости его выполнения. Четкий и уверенный ответ сопровождается, как правило, резким снижением УНВ. Когда испытуемый находится в состоянии неуверенности и неопределенности, возвращение УНВ к нулевой линии носит медленный и неустойчивый характер.

УНВ характеризуется разной выраженностью в различных участках коры больших полушарий. В стандартных условиях она максимальна в вертексе и уменьшается в переднезаднем и латеральном направлениях. Топография УНВ зависит от возраста испытуемого. УНВ на зрительные стимулы у детей 7–10-летнего возраста наиболее выражена в теменных и затылочных областях, а в 16–17 лет максимум ее смещается в лобные отделы коры [5; 6].

Вместе с тем особенности проявления УНВ у детей и взрослых на разные стимулы изучены пока недостаточно. Анализ возрастных особенностей параметров УНВ, в которых отражены процессы предстимульного и постстимульного внимания, позволит

оценить нейрофизиологические механизмы развития данной психофизиологической функции в онтогенезе. Целью нашей работы явилось исследование выраженности УНВ у детей и взрослых испытуемых на слуховые стимулы, различающиеся по степени привлечения внимания.

Объект и методика исследований

В настоящей работе исследовались амплитудно-временные параметры компонентов слуховых вызванных потенциалов (СВП) у детей и взрослых на стимулы, требующие разной степени привлечения внимания. 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 третью 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 находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя, с закрытыми глазами. В эксперименте использовалась парадигма, состоящая из пары звуковых сигналов (C_1 – C_2) частотой 400 Гц и продолжительностью 100 мс каждый. Интервал между стимулами в паре составлял 1,0 с.

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 их обсуждение

Согласно инструкции для испытуемых, после высокочастотного стимула C_1 через 1 с подавался такой же по частоте, но несколько превышающий его по громкости стимул C_2 . Сравнение и дифференциация похожих стимулов C_1 и C_2 в паре представляла значительную трудность и требовала привлечения активного внимания.

Было установлено, что в межстимульном интервале C_1 – C_2 у всех групп испытуемых регистрируется УНВ, амплитудно-временные характеристики которой различны в разных областях коры (табл., рис.). Данные таблицы показывают, что у всех групп испытуемых УНВ в затылочной области вообще не выявлялась, а наиболее низкая амплитуда волны отмечалась в теменной области. В каждой из возрастных групп наблюдалось увеличение этого показателя по направлению к лобным отделам коры. Так, у 7–8-летних детей амплитуда УНВ в центральном отделе по сравнению с теменным возрасла в 1,8 раза, а в лобной области по отношению к центральной увеличивалась в 1,5 раза.

Более выраженные сдвиги выявлялись в группе 9–10-летних школьников, в которой амплитуда УНВ увеличивалась в центральном отделе по сравнению с теменной в 3,5 раза и в лобной области по отношению к центральной – в 1,5 раза.

Таблица – Амплитудно-временные показатели УНВ в сагитальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) области коры в межстимульном интервале С₁–С₂ у лиц разного возраста ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	7–8	–	3,8 ± 0,4	7,0 ± 0,8	10,8 ± 1,3
	9–10	–	4,0 ± 0,4	14,0 ± 1,2	21,0 ± 2,9
	20–40	–	5,0 ± 0,6	16,0 ± 1,5	15,3 ± 1,4
	P ₂₋₁		–	<0,001	<0,01
	P ₃₋₁		–	<0,001	<0,05
	P ₃₋₂		–	–	–
Пиковая латентность, мс	7–8	–	940,2 ± 26,4	900,4 ± 31,2	980,5 ± 26,3
	9–10	–	925,3 ± 27,7	820,3 ± 30,3	815,1 ± 25,9
	20–40	–	980,2 ± 25,3	570,7 ± 26,1	560,6 ± 23,1
	P ₂₋₁		–	–	<0,001
	P ₃₋₁		–	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂		–	<0,001	<0,001
Длительность, мс	7–8	–	203,5 ± 23,5	400,5 ± 26,9	540,2 ± 24,8
	9–10	–	220,3 ± 24,6	643,7 ± 37,3	670,4 ± 29,1
	20–40	–	520,1 ± 27,8	665,4 ± 35,8	685,0 ± 27,3
	P ₂₋₁		–	<0,001	<0,001
	P ₃₋₁		<0,001	<0,001	<0,001
	P ₃₋₂		<0,001	–	–

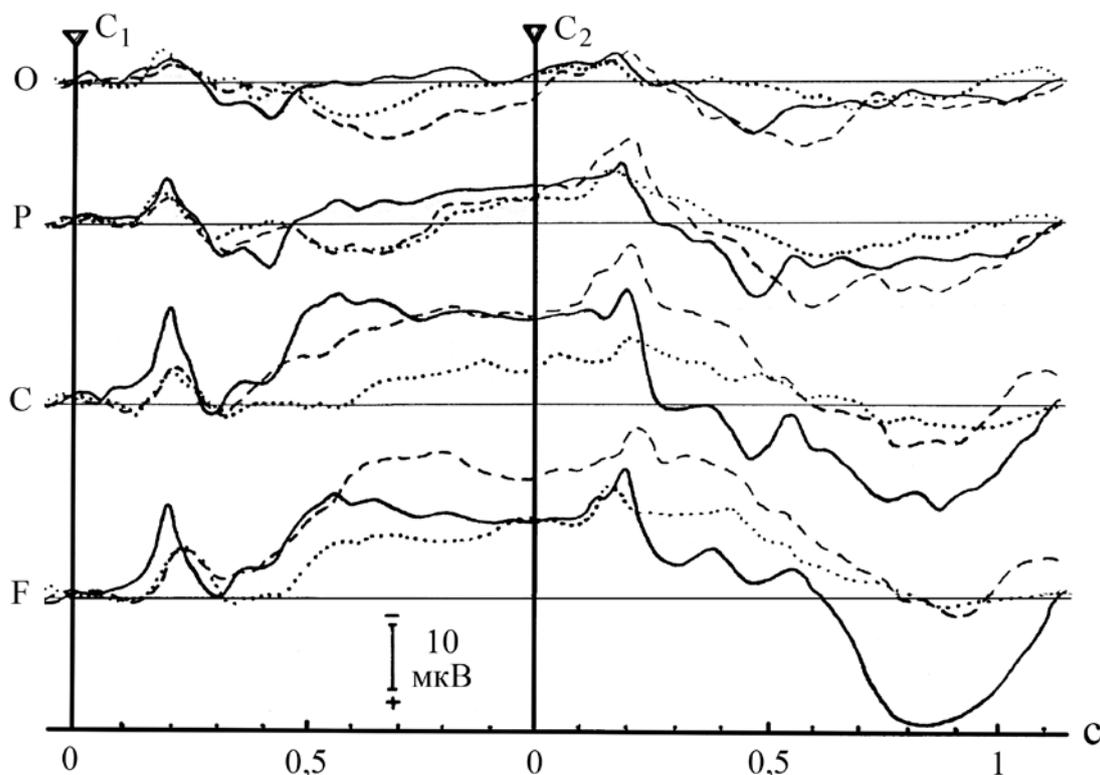
Примечание: P₂₋₁ обозначает достоверность различий между показателями УНВ у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летних, P₃₋₁ – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летних, P₃₋₂ – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий или отсутствие показателя для сравнения.

У взрослых испытуемых фокус максимальной активности УНВ находился в центральной области, где амплитуда негативности была выше, чем в теменной области в 3,2 раза. Различия этого показателя между центральной и лобной областями были недостоверными.

Сравнение возрастных изменений амплитуды УНВ в каждой из исследуемых областей коры дало следующие результаты. В центральной и лобной областях у 9–10-летних школьников высота волны была достоверно выше, чем у 7–8-летних детей. Различия между старшей группой детей и взрослыми были недостоверными (таблица).

Анализ сдвигов пиковой латентности УНВ показал, что у 9–10-летних детей и взрослых испытуемых негативная волна нарастала более круто в центральных и лобных областях коры, где показатели пиковой латентности УНВ были значительно меньше, чем в теменной области. У 7–8-летних детей достоверных различий пиковой латентности между исследуемыми отделами коры не обнаруживалось. Сравнение возрастных изменений пиковой латентности УНВ по отделам коры не выявило в теменной области достоверных различий этого показателя между всеми тремя группами испы-

туемых. Что же касается центральной и лобной областей, то в них с возрастом наблюдалось значительное уменьшение пиковой латентности УНВ, дефинитивные значения которой в указанных областях были соответственно в 1,6 и в 1,7 раза меньше, чем у 7–8-летних детей.



По оси абсцисс – время; вертикальные линии – отметки предъявления стимулов

Рисунок – Усредненные СВП в группе 7–8-летних (точечная линия), 9–10-летних (пунктирная линия) и взрослых (сплошная линия) испытуемых на предъявление стимулов C_1 – C_2 , требующих напряжения внимания. О – затылочная, Р – теменная, С – центральная, F – лобная области коры

Отличия в длительности УНВ соответствовали таким по амплитуде, то есть, как и амплитуда, длительность волны увеличивалась по направлению от каудальных отделов к центральным и лобным. Так, у 7–8-летних детей длительность УНВ была больше в центральной области по отношению к теменной в два раза, а в лобной по сравнению с центральной – в 1,3 раза. У 9–10-летних детей и взрослых испытуемых длительность исследуемой негативности существенно возрастала по направлению от теменных к лобным областям.

Сравнение возрастных изменений длительности УНВ по отделам коры показало, что в теменной области этот параметр у взрослых испытуемых был достоверно больше, чем у обеих групп детей. Различия между последними были несущественными (таблица). В центральной и лобной областях длительность УНВ значительно нарастала в возрастном периоде от 7–8 до 9–10 лет, дефинитивные же показатели достоверно не отличались от данных в старшей группе детей.

Заклучение

Анализ амплитудно-временных характеристик УНВ, регистрируемой в период ожидания стимула, дает основание считать, что дети слабее дифференцируют стимулы, особенно плохо различимые, чем взрослые, и это может вызывать у них состояние некоторой неуверенности и неопределенности. В различении поступающей информации у детей, по-видимому, более существенная роль принадлежит каудальным отделам коры больших полушарий. Взрослые же лучше дифференцируют стимулы, чем дети, и у них в этом процессе больше задействованы центральные и лобные области. Незрелость механизмов предстимульного внимания у детей существенно сказывается на последующем анализе слуховой информации, проявляющемся в уменьшении выраженности позитивной волны P_{300} , что было установлено ранее [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Walter, W.G. Slow potential waves in the human brain associated with expectancy, attention and decision / W.G. Walter // *Archiv fur Psychiatric and Nervenkrankheiten*. – 1964. – V. 206. – P. 309–322.
2. Кануников, И.Е. Психофизиологическое исследование условной негативной волны у человека при сенсомоторной деятельности : дис. ... канд. биол. наук. / И.Е. Кануников. – Ленинград, 1980. – 179 с.
3. Николс, Дж.Т. От нейрона к мозгу / Дж.Т. Николс, А.Р. Мартин, Б.Дж. Валлас. – Москва, 2003. – 672 с.
4. Cohen, J. The CNV and visual recognition / J. Cohen // *EEG and Clin. Neurophysiol.* – 1973. – Suppl. 33. – P. 201–204.
5. Фарбер, Д.А. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) / Д.А. Фарбер, Н.В. Дубровинская // *Физиология человека*. – 1991. – т. 17. – № 5. – С. 17–27.
6. Савченко, Е.И. Онтогенетические особенности развития медленных негативных и позитивных потенциалов при выполнении зрительной перцептивной задачи / Е.И. Савченко, Д.А. Фарбер // *Журнал высшей нервной деятельности*. – 1990. – т. 40. – № 1. – С. 29–36.
7. Хомич, Г.Е. Возрастные изменения параметров некоторых вызванных потенциалов, коррелирующих с напряжением внимания / Г.Е. Хомич, Н.К. Саваневский // *Веснік Брэсцкага ўніверсітэта*. – 2010. – № 1. – С. 73–76.

G.E. Khomich, N.K. Savaneuski Parameters of the Conditional Negative Wave and Children's and Adults' by Producing a Pair of Stimula, Which Don't Differentiating

There are presented results of the research of the acoustic causing potentials among people of different age. There are discovered age changes in the parameters of CNW in acoustic stimula, which don't differentiating.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 23.12.2013