

Амплітудно-часові характеристики пізніх слухових викликаних потенціалів при виборі значимих та незначимих звукових стимулів у студентів*Роботу виконано на кафедрі фізіології людини і тварин ВДУ ім. Лесі Українки*

Досліджувались амплітудно-часові характеристики пізніх слухових викликаних потенціалів на значимі та незначимі звукові стимули. Доведено, що на значимі високочастотні (2000 Гц) стимули амплітуди ВП достовірно зростають, а латентні періоди – зменшуються. За умов підрахунку значимих стимулів активується лобова частка лівої півкулі та скронева і тім'яна частки правої півкулі.

Ключові слова: слухові викликані потенціали, амплітуди, латентні періоди, амплітудно-часові характеристики.

Shvavko S. E. Amplitude-Temporal Characteristics of Late Evoked Potentials on Significant and Insignificant Vocalic Stimuli Were Investigated. It is proved that the amplitudes of evoked potentials certainly increase on significant stimuli of high frequency (2000 Hz), and latent periods become less. Under the condition of calculation of significant stimuli, lobe part of left hemisphere, temporal and parietal parts of right hemisphere are activated.

Key words: auditory evoked potentials, amplitudes, latent periods, amplitude-temporal characteristics.

Нині нейрофізіологічні механізми процесів сприйняття та обробки зорової інформації вивчаються досить інтенсивно. Менш дослідженою є обробка слухової інформації. Хоча від нормального функціонування слухового аналізатора значною мірою залежить розвиток мови, що має визначальний вплив на психічний розвиток дитини [6]. Слух і мова – це засоби спілкування, які є основою взаємовідносин людей у суспільстві [5].

Найадекватнішим методом вивчення фізіологічної природи перцептивного процесу є реєстрація викликаних потенціалів, які займають весь часовий інтервал між стимулом і реакцією та відповідають всім процесам, що призводять до виникнення певної поведінкової відповіді [7].

На сьогоднішній день не існує однієї концепції, яка б пояснила природу виникнення пізніх слухових ВП та їх зв'язок із психофізіологічними процесами. Тому це дослідження є актуальним.

Методика та контингент дослідження. Дослідження проводилося на 15 студентах чоловічої статі, праворуких, здорових, за даними медичного обстеження (мед. картка о26/у). Вік обстежуваних – 18–20 років.

Слухові викликані потенціали (ВП) кори головного мозку реєстрували тахістоскопічно за допомогою комп'ютерної електроенцефалографії (ЕЕГ) "DX-5000 Practic" (Харків). Реєстрацію ВП кори головного мозку проводили за загальноприйнятою методикою ЕЕГ за системою 10–20. Обстежувані перебували у світло- та звукоізолюваній кімнаті у стані спокійного неспання. Активні відвідні електроди розміщували на симетричних точках голови в потиличних (О), тім'яних (Р), центральних (С), скроневих (Т) та лобових (F) частках лівої (s) і правої (d) півкуль конвексимальної кори [1].

Вивчення пізніх слухових ВП проводилось у таких експериментальних станах:

- 1) подразнення мозку звуком з допомогою фоностимулятора;
- 2) подразнення мозку звуком та ведення підрахунку значимих стимулів подумки.

В усіх експериментальних ситуаціях очі обстежуваних були заплющені, м'язи розслаблені. Подразнення звуком здійснювалося бінаурально, під час кожного експериментального стану подавалось 100 стимулів: 20 з них – звукові тони частотою 2000 Гц (значимі стимули) і 80 – з частотою 1000 Гц (незначимі стимули). В другій експериментальній ситуації досліджуваний підраховував значимі звукові стимули (2000 Гц). Високі та низькі тони подавались у випадковій послідовності. Тривалість стимулу – 55 мс, інтервал між стимулами – 2 с. Динамік фоностимулятора був на відстані 1 м від обстежуваного на рівні вух. Комп'ютерне вивчення пізніх слухових ВП здійснювали на

основі аналізу амплітудно-часових характеристик компонентів ВП від 200 до 560 мс. Вимірювалися латентні періоди (ЛП) – в секундах та амплітуда (А) – в мВ пізніх хвиль ВП, враховуючи їх полярність (Р – позитивні, N – негативні). Результати досліджень опрацьовані за загальноновизнаними варіаційно-статистичними методиками з визначенням t-критерію Стьюдента та коефіцієнта (W) Манна-Уїтні [4].

Результати та їх обговорення. Амплітудно-часові характеристики пізніх хвиль ВП визначали під час контрольної проби, коли обстежувані спонтанно слухали серію звуків (20–2000 Гц, 80–1000 Гц), не виконуючи когнітивного завдання, а також при виборі значимих звукових сигналів (2000 Гц) та їх підрахунку (експериментальна проба).

Аналіз отриманих результатів показав, що за умов прослуховування звуків різної частоти амплітуди пізніх слухових ВП (СВП) були вірогідно вищі на високочастотний звук (2000 Гц). Негативні хвилі СВП мали вірогідно вищі амплітуди в обох лобових, скроневих, центральних та потиличних частках кори. Позитивні хвилі СВП мали вірогідно вищі амплітуди в усіх ділянках конвексикальної кори, окрім лобових часток. За швидкістю обробки інформації простежувалась така закономірність. Статистично вірогідні короткі ЛП на звуки високої частоти відзначені переважно в задньоасоціативних ділянках кори, починаючи з 230 мс (позитивна пізня хвиля P_{230} з'являлася швидше на звук 2000 Гц порівняно з 1000 Гц).

При сприйнятті й обробці звукових стимулів різної частоти міжпівкулева асиметрія за активністю коркових нейронів відзначена на низькочастотні звуки (1000 Гц) вже на 200 мс і тривала до 560 мс. Більш активним були коркові структури лівої півкулі (лобова, скронева та центральна ділянки). За швидкістю обробки низькочастотних звуків переважала ліва скронева частка.

На стимул високої частоти (2000 Гц) міжпівкулева асиметрія спостерігалася лише в центральних відведеннях. Більш активною була права центральна ділянка конвексикальної кори (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика міжпівкулевої асиметрії амплітудно-часових параметрів пізніх компонентів слухових ВП при стимуляції звуком

Пізні компоненти СВП	Значимі стимули (2000 Гц)	Незначимі стимули (1000 Гц)	
	А, мкВ	А, мкВ	ЛП, мс
N_{200}		Fs 1,94±0,24 Fd 1,14±0,21	
N_{280}			Ts 268,64±16,36 Td 319,54±16,7
P_{300}			Ts 273±14,91 Td 331,36±17,03
N_{370}	Cs 1,25±2,4 Cd 2,49±1,69	Cs 0,43±0,1 Cd 1,31±0,43	
P_{400}		Ts 0,89±0,14 Td 0,43±0,07	
P_{500}			Ts 427,72±20,54 Td 488±18,95
N_{530}		Cs 1,16±0,17 Cd 0,69±0,126	
P_{560}		Fs 1,39±0,21 Fd 0,66±2,40,19	Ts 482,27±20,08 Td 553±21,46

Примітка: 1) відведення: F – лобові, T – скроневі, C – центральні, P – тім'яні, O – потиличні; 2) s – ліва півкуля, d – права півкуля; 3) виділений шрифтом позначені достовірно вищі амплітуди та коротші латентні періоди ($p \leq 0,05$).

При виконанні когнітивного завдання (підрахунку звуків високої частоти – 2000 Гц) амплітуди пізніх СВП були вищими, а ЛП – коротшими на значимі стимули. Висока активація коркових структур спостерігалась в усіх відведеннях ЕЕГ, тоді як значимі стимули швидше обробляли

переважно тім'яна та потилична частки. На етапі категоризації стимулу при виконанні когнітивних завдань міжпівкулева асиметрія спостерігається як за швидкістю обробки інформації, так і за активністю коркових структур. На незначимі стимули відзначено достовірно вищу активність лівої скроневої та правої центральної ділянок на 200 мс та 280 мс. За швидкістю обробки незначимих стимулів переважає права лобова частка, де зафіксовані коротші ЛП P_{300} .

На значимі високочастотні стимули міжпівкулева асиметрія спостерігалася лише за активністю коркових структур. Достовірно вищі амплітуди зафіксовані в лівій лобовій і правих скроневої та тім'яних частках (табл. 2).

Порівняльний аналіз амплітудно-часових характеристик пізніх слухових потенціалів кори головного мозку показав, що незалежно від завдання амплітуди вищі, а ЛП коротші на високочастотні стимули, які подавались відносно рідко (20 із 100). Наші дані збігаються з даними інших авторів [2; 3], які описували залежність пізніх ВП від фактору ймовірності. На стимули, які подаються рідше, спостерігалися пізні СВП з вищими амплітудами й коротшими ЛП. Аналіз міжпівкулевих взаємовідношень показав, що при ускладненні завдань більш активними стають лобова частка лівої півкулі та тім'яна і скронева частки правої півкулі. Тоді як за швидкістю обробки значимої інформації міжпівкулева асиметрія не спостерігалась. Обидві півкулі вносять свій вклад у швидкість сприйняття та обробку інформації і працюють синхронно, взаємодоповнюючи одна одну [8]. Зміна активності коркових ділянок свідчить про обсяг певних перебудов у процесі обробки складного когнітивного завдання, а міжпівкулева асиметрія в лобових, скроневих та тім'яних ділянках вказує на формування функціональної організації структур мозку, які покращують процеси вибору значимої інформації [2; 3; 5].

Таблиця 2

Порівняльна характеристика міжпівкулевої асиметрії амплітудно-часових параметрів пізніх компонентів слухових ВП при стимуляції звуком з простим рахунком

Пізні компоненти СВП	Значимі стимули (2000 Гц)	Незначимі стимули (1000 Гц)	
	А, мкВ	А, мкВ	ЛП, мс
N_{200}	Fs 5,03±0,79 Fd 2,86±0,43	Ts 1,27±0,18 Td 0,63±0,16	
N_{280}		Cs 0,95±0,22 Cd 1,75±0,27	
P_{300}	Ts 1,53±0,34 Td 3,057±0,59		Cs 328±8,84 Cd 283,63±18,21
P_{400}	Ps 1,41±0,37 Pd 3,01±0,63		

Примітка: 1) відведення: F – лобові, T – скроневі, C – центральні, P – тім'яні, O – потиличні; 2) s – ліва півкуля, d – права півкуля; 3) виділеним шрифтом позначені достовірно вищі амплітуди та коротші латентні періоди ($p \leq 0,05$).

Висновки

1. На високочастотні стимули (2000 Гц) спостерігається достовірно зростання амплітуд і скорочення ЛП незалежно від експериментальної ситуації.

2. За умов когнітивного завдання (вибору і підрахунку високочастотних стимулів) активуються ліва лобова та праві скронева і тім'яна частки.

3. Чітка міжпівкулева асиметрія зміни активності коркових ділянок вказує на формування функціональних систем структур мозку, які покращують процеси вибору значимої інформації.

Література

1. Гнездецкий В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике.– М.: МЕДпресс-информ, 2003.– С. 66–74.
2. Костандов Э. А., Захарова Н. Н. Зависимость поздних вызванных корковых потенциалов от комплекса когнитивных факторов // Журн. ВНД.– 1992.– Т. 42.– № 3.– С. 477–489.

3. Костандов Э. А., Захарова А. А., Погребенский С. А. Вызванная активность на звуки разной сигнальной значимости у людей молодого и пожилого возраста // Журн. ВНД.– 1989.– Т. 39.– № 5.– С. 803.
4. Лапач Г. Ф., Чубенко А. В., Бабич П. М. Статистические методы в медикобиологических исследованиях с использованием Excel.– К.: МОПІОН, 2000.– 320 с.
5. Рутман Э. М. Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии.– М.: Наука, 1979.– С. 65–79.
6. Фарбер Д. А., Бетелева Т. Г., Горева А. С. и др. Функциональная организация развивающегося мозга и формирование когнитивной установки // Физиология развития ребенка / Под ред. Д. А. Фарбер.– М.: Образование от А до Я, 2000.– С. 82.
7. Швырков В. Б. Системная детерминация активности нейронов в поведении // Успехи физиологических наук.– 1983.– Т. 14.– № 1.– С. 45.
8. Basar E. Brain Function and Oscillations: Integrative Brain Function.– Springer, 1999.– 476 p.

Статтю подано до редколегії
16.04.2007 р.