

При аналізі значень видно, що у межах одного відділу положення піків може значно відрізнятися і, водночас, збігатися у водоростей, що належать до різних відділів. Так, у зелених водоростей перший, короткохвильовий пік знаходиться у межах від 683 ± 1 до 688 ± 2 нм, а у жовто-зелених від 687 ± 2 до 691 ± 2 нм, тобто, вони перекриваються. Скажімо, і *Chlamydomonas* sp., що належить до *Chlorophyta*, і *Tribonema* sp. з відділу *Xanthophyta*, мають однакове положення піків – 687 ± 2 нм. Другий пік для зелених водоростей лежить у межах від 713 ± 1 до 727 ± 3 нм, а для жовто-зелених від 709 ± 1 до 727 ± 1 нм – тобто, їхні положення фактично накладаються одне на одне.

Хоча, в цілому, і спостерігається тенденція до зміщення першого піку у *Chlorophyta* лівіше відносно *Xanthophyta*, положення піків, очевидно, не може бути

вирішальною ознакою при визначенні належності водоростей до певного відділу.

Обрахунок відстані між положеннями максимумів показав, що ця величина коливається у зелених водоростей від 29 ± 2 до 40 ± 2 нм, а у жовто-зелених – від 22 ± 2 до 37 ± 2 нм. Відношення інтенсивностей смуг в обох відділах також має широкий діапазон: від $0,05\pm 0,01$ до $0,33\pm 0,01$ у *Chlorophyta* та від $0,09\pm 0,01$ до $0,28\pm 0,02$ у *Xanthophyta*. Показники ширини смуги зелених водоростей коливаються від 8 ± 2 до 16 ± 2 нм для першого піку та від 21 ± 2 до 28 ± 2 нм для другого, а жовто-зелених – від 6 ± 2 до 15 ± 2 нм та від 21 ± 2 до 28 ± 2 нм відповідно. Виходить, що жодна з цих величин не може бути ознакою відділу.

Таблиця 1. Спектральні характеристики водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*.

Вид	$\lambda_{\max}$, нм	$\Delta\lambda$, нм	I_1/I_2	δ_1 , нм	δ_2 , нм
Відділ <i>Chlorophyta</i>					
<i>K. bilatum</i>	685 ± 1	724 ± 1	39 ± 2	$0,17\pm 0,01$	14 ± 2
<i>K. montanum</i>	685 ± 1	723 ± 1	38 ± 2	$0,18\pm 0,01$	16 ± 2
<i>K. flaccidum</i>	688 ± 2	727 ± 2	39 ± 3	$0,25\pm 0,08$	14 ± 3
<i>K. subtilissimum</i>	683 ± 1	723 ± 1	40 ± 2	$0,05\pm 0,01$	9 ± 2
<i>Chlamydomonas</i> sp.	687 ± 2	719 ± 1	31 ± 2	$0,33\pm 0,01$	12 ± 3
<i>B. minor</i>	684 ± 1	713 ± 1	29 ± 2	$0,16\pm 0,02$	8 ± 2
<i>Ch. Vulgaris</i>	685 ± 1	719 ± 1	34 ± 2	$0,26\pm 0,02$	10 ± 2
Відділ <i>Xanthophyta</i>					
<i>T. ulotrichoides</i>	691 ± 2	716 ± 2	25 ± 3	$0,24\pm 0,04$	9 ± 3
<i>T. viride</i>	690 ± 2	715 ± 1	25 ± 3	$0,28\pm 0,02$	9 ± 3
<i>Tribonema</i> sp.	687 ± 2	714 ± 1	27 ± 3	$0,19\pm 0,02$	8 ± 3
<i>El. parvum</i>	690 ± 1	727 ± 1	37 ± 2	$0,17\pm 0,02$	15 ± 2
<i>B. filiformes</i>	688 ± 1	713 ± 1	25 ± 2	$0,09\pm 0,01$	6 ± 2
<i>Heterococcus</i> sp.	687 ± 1	709 ± 1	22 ± 2	$0,23\pm 0,03$	6 ± 2

Висновки. Порівняльний аналіз отриманих спектрів фотолюмінесценції водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*, а саме положень максимумів смуг, їх інтенсивностей та ширини, а також відстані між максимумами смуг, показав, що за названими величинами не можна визначати таксономічну належність водоростей. Незважаючи на тенденції відстані між максимумами у зелених водоростей до вищих значень, порівняно із жовто-зеленими, а відношення інтенсивностей основних смуг – навпаки, до нижчих, їхні значення перекри-

ваються. Найвищий пік фотолюмінесценції *Heterococcus* sp. розташований на $\lambda=709\pm 1$ нм, що представляє інтерес для подальших досліджень, оскільки виходить за діапазон, зазначений у літературі.

1. Веселовский В.А., Веселова Т.В. Люминесценция растений: Теоретические и практические аспекты. – М.: Наука, 1990. – 200 с.
2. Bischoff H. W., Bold H. C. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species // Phycol. Stud. 4, Univ. Texas Publ., N 6318. – 1963. – P. 1–95.

Надійшла до редколегії 18.06.09

УДК 612.825.5

А. Чернінський, канд. біол. наук, С. Собіщанський, студ.,
С. Крижановський, канд. біол. наук, Н. Піскорська, канд. біол. наук

ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ КОРЕЛЯТИ ПРОЦЕСІВ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЛЮДИНОЮ ЗОРОВИХ СТИМУЛІВ

Досліджено викликані потенціали головного мозку людини при пред'явленні зображень із семантичним змістом та без нього. Виявлено, що відповіді на обидва типи стимулів складаються з трьох коливань – P1, N1, P2. Позитивні відклики на стимули із семантичним змістом є більшими за амплітудою, що може бути свідченням більшої кількості нейронів, залучених до процесів семантичного аналізу.

Human event-related potentials (ERP) on semantic and non-semantic images were investigated. ERP's on both type of the stimuli consist of three voltage fluctuations – two positive and one negative. Semantic stimuli yielded larger positive components' amplitude of the ERP which may reflect greater number of neurons involved in semantic analysis.

Вступ. Людина щомиті здійснює аналіз різноманітної сенсорної інформації, виділяючи із загального потоку певні значущі образи та пристосовуючи свою поведінку до оточення. Одним з сучасних напрямків дослідження мозкової обробки інформації є аналіз викликаних потенціалів (ВП), що є електричними відповідями головного мозку на певні сенсорні стимули. У роботах, присвячених дослідженню мозкової діяльності за допо-

могою викликаних потенціалів, як правило, використовуються досить прості за структурою подразники – спалахи світла, шаховий патерн, геометричні фігури. В той же час, людину оточує безліч стимулів більш складної природи. Виходячи з цього, актуальним є дослідження механізмів семантичного аналізу зорових стимулів, тобто аналізу, спрямованого на виділення у сенсорному потоці певних образів.

Об'єкт та методи дослідження. У експериментах брали участь 12 добровольців 18–19 років – студенти університету (6 чоловіків, 6 жінок). Під час дослідів обстежувалися знаходилися у звукоізолюваній кімнаті із слабким рівнем освітлення. У якості стимулів використовували зображення простих побутових предметів (зображення із семантичним змістом) та ті ж зображення, модифіковані таким чином, що яскравість та кольорова гамма залишалися незмінними, проте інформація про зміст втрачалася (мозаїка із усередненням кольору точок сегментів). Були використані об'єкти № 7002, 7004, 7006, 7009, 7010, 7034, 7042, 7043, 7055, 7056, 7059, 7080, 7090, 7150, 7211 з International Affective Picture System [1]. Завданням обстежуваних було слідкувати за появою зображень на екрані та підраховувати їх кількість, не проводячи диференціацію за змістом. Подразники обох типів пред'являлися у довільному порядку через монітор LG Flatron L1717s (роздільна здатність 1280x1024), який знаходився на відстані 1 м від обстежуваного. Кутовий розмір зображень по горизонталі становив 9.6°, по вертикалі 7.7°. Кількість подразників становила від 150 до 160, співвідношення кількості двох типів стимулів становило 1:1. Час експозиції стимулу – 1000 мс. Міжстимульний інтервал мав випадкову тривалість у межах $2 \text{ с} \pm 30 \%$.

Запис та аналіз електроенцефалограми (ЕЕГ) проводили за допомогою електроенцефалографічного комплексу "Нейроком" ("ХАІ-медика", Харків, Україна). У відповідності до міжнародної системи 10/20 % накладалися 19 електродів (Fp1, Fp2, F3, F4, Fz, C3, C4, Cz, P3, P4, Pz, T3, F7, F8, T7, T8, O1, O2). У якості референтного використовувався об'єднаний вушний електрод.

Міжелектродний опір становив менше 5 кОм. Частота дискретизації сигналу становила 500 Гц. З записаного сигналу на основі візуального аналізу виключалися ділянки із артефактною активністю. Для покращення співвідношення сигнал/шум використовували алгоритм аналізу незалежних компонентів (ICA), реалізований у програмі "Нейроком" [2]. Відповідно до нього, сигнал ЕЕГ розкладався на незалежні компоненти. Сигнал кожного з компонентів піддавався процедурі когерентного усереднення з метою накопичення викликаних потенціалів. Критерієм накопичення ВП був коефіцієнт кореляції між відкликами на парні та непарні стимули. Низьким вважали рівень накопичення, менший за 50 %. Компоненти з таким показником виключалися з аналізу. На основі сигналів решти компонентів створювалася композиція, по якій проводили когерентне накопичення викликаних потенціалів. Епоха усереднення сигналу для накопичення ВП становила 150 мс до подачі стимулу та 1000 мс після неї. Для групового аналізу даних застосовували метод загального усереднення (grand average), який полягав в обчисленні середнього арифметичного індивідуальних кривих ВП. Амплітуди коливань ВП оцінювали від піка до піка.

Результати досліджень та їх обговорення. Найбільша амплітуда викликаних потенціалів при пред'явленні обох типів стимулів спостерігалася у потиличних відведеннях, тому ми будемо детально розглядати саме їх. Відклики у обох відведеннях на обидва типи стимулів складалися з двох позитивних (P1, P2) та одного негативного (N1) коливання (див. рисунок).

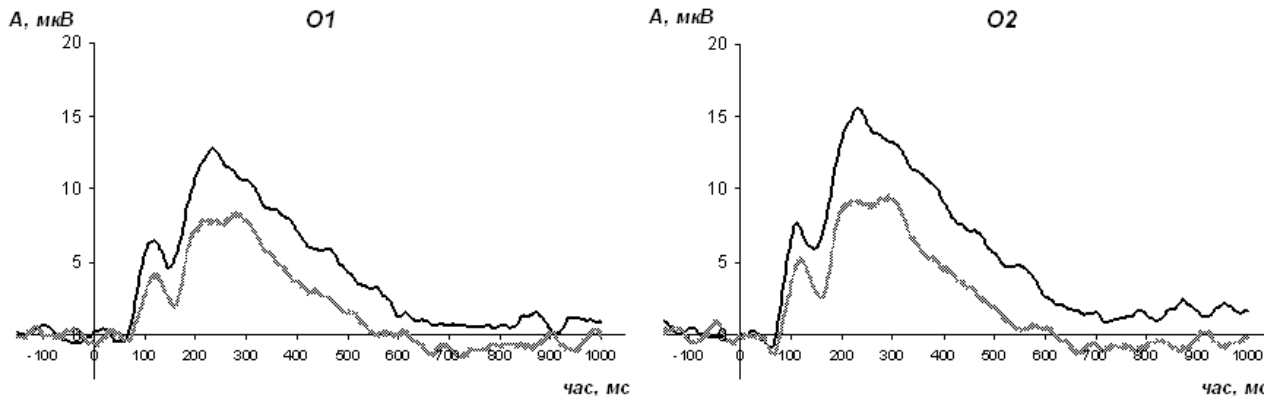


Рис.1. Усереднені по групі викликані потенціали у лівому (O1) та правому (O2) потиличних відведеннях: Чорна лінія – відповіді на "змістовні" стимули, сіра – на "беззмістовні". Відхилення сигналу вверх відповідає електропозитивності

Порівняння відповідей на два типи стимулів виявило, що компонент P1 при пред'явленні зображень із семантичним змістом мав дещо більшу амплітуду (на 30 % у лівому і на 24 % у правому потиличних відведеннях) та меншу латентність (на 10 мс). Негативне коливання при пред'явленні "змістовних" стимулів також розвивалося дещо раніше (на 12-16 мс), але мало меншу амплітуду (на 12 та 42 %). Більш суттєві відмінності стосувалися характеристик компонента P2. Так, латентність його максимуму при пред'явленні зображень із семантичним змістом та без нього була однаковою у лівому потиличному відведенні, та меншою у правому. Час тривалості компонента (повернення амплітуди коливання до вихідного нульового рівня) був більшим при пред'явленні "змістовних" зображень (більш, ніж через 700 мс після пред'явлення стимула) в

порівнянні із "беззмістовними" (близько 550 мс). Амплітуда максимуму коливання P2 при пред'явленні зображень із семантичним змістом була на 112-115 % більшою, ніж при пред'явленні модифікованих зображень. Разом із цим, відповіді на два типи стимулів мали дещо різну форму. Так, при пред'явленні "змістовних" зображень амплітуда компонента швидко досягала максимуму (латентний період P1-N2 90-92 мс) і повільно знижувалася до нульового рівня. Натомість, при пред'явленні модифікованих зображень амплітуда P2 також швидко досягала максимальних значень, проте далі певний час (до 100 мс) трималася на стабільному рівні, після чого починалося поступове зниження амплітуди до нульового рівня (див. рисунок).

Результати, подібні до наших, були отримані і іншими дослідниками. Так, автори [3] досліджували ефекти

суб'єктивних гедонічної та активаційної оцінок нормальних і розмитих зображень на параметри ВП. На жаль, в їх досліджах не проводилося пряме порівняння відкликів на описані типи стимулів, проте аналіз наведених у роботі кривих дозволяє зробити висновок стосовно більшої тривалості пізніх позитивних компонентів при пред'явленні "змістовних" стимулів. Експериментальна парадигма дослідження вимагала від обстежуваних прийняття рішення і реагування на стимули, на відміну від пасивного стеження у наших досліджах, що, ймовірно, призвело до суттєвої різниці у латентних періодах піків реєстрованих коливань. Менші амплітуди коливань ВП при сприйнятті фрагментарних невпізнаних зображень показана і авторами [4]. Зареєстровані дослідниками сигнали ВП, як і у нашому дослідженні мали трикомпонентну структуру в часовій області до 400 мс, проте мали високоамплітудний компонент N400, якого не спостерігалося у наших досліджах. Автори пов'язують цей компонент ВП із позасенсорною оцінкою стимула, тобто процесами прийняття рішення стосовно реакції, якої у наших досліджах не вимагалось. Слід відмітити, що такого компонента не спостерігалося і в роботі [3], у якій обстежувати повинні були реагувати на стимули. Це, ймовірно, можна пояснити тим, що у [3] задачею обстежуваних було реагувати на всі зображення, відмінні від гальмівних, а в іншому випадку [4] обстежувати повинні були не просто сприйняти стимул, а й спробувати розпізнати його та повідомити про результат експериментатора. Таким чином, порівняльний аналіз наших та літературних даних дозволяє зробити висновок, що семантичний аналіз зорових стимулів у людини пов'язаний із збільшенням амплітуди позитивних компонентів викликаних потенціалів.

Яким же чином описані електричні явища можуть бути інтерпретовані з точки зору процесів аналізу зорової інформації? Існують два основні теоретичні підходи до проблеми сенсорної інтеграції – тобто, процесів, в результаті яких сукупність дискретних характеристик зовнішнього світу, існуючих на рівні периферичних структур аналізаторних систем, перетворюється на цілісний образ, виділення якого може (необов'язково) супроводжуватися його вербалізацією [5]. Згідно першої моделі, інтеграція сенсорних характеристик здійснюється внаслідок ієрархічної побудови аналізатору, тобто обробка інформації у нервовій системі здійснюється шляхом послідовного переходження збудження від елементів нижчого рангу, які виділяють низькорівневі

характеристики стимулу, до елементів більш високого рангу, активація яких відповідає виділенню інтегративних характеристик або ж ідентифікації цілісного образу. Відповідно до альтернативної моделі, інтеграція відбувається внаслідок динамічної локальної синхронізації активності невеликих нейрональних груп. Згідно класичних уявлень [6], збільшення локальної синхронізації, тобто числа одночасно, паралельно включених нервових елементів, супроводжується збільшенням амплітуди сумарної електричної активності. Натомість, при послідовній організації нервових ланцюгів активація нервових елементів відбувається із затримкою в часі, що не дає можливості до сумачі постсинаптичних потенціалів, які є основою формування ЕЕГ [7]. Виходячи з цих уявлень, можна припустити, що в наших досліджах сприйняття "семантичних" зображень на відміну від "беззмістовних" супроводжувалося більш масовою синхронною активацією нервових елементів, що позначалося у більшій амплітуді позитивних коливань ВП. Натомість, сприйняття "беззмістовних" стимулів супроводжувалося певною активацією послідовно включених нервових елементів, що мало прояв у "плато" компонента P2. Зважаючи на це, можна зробити висновок, що отримані нами дані є аргументом, скоріше, на користь принципу динамічної синхронізації.

Висновки. Результати нашого дослідження показали, що у відповідь на стимули із семантичним змістом та без нього реєструються викликані потенціали, які складаються з послідовних позитивного, негативного та другого позитивного коливань. Семантичний аналіз зорових стимулів пов'язаний із більшою амплітудою позитивних компонентів викликаних потенціалів.

1. Lang P. J., Bradley M. M., Cuthbert B. N. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual // Technical Report A-6. University of Florida, Gainesville, FL. – 2005.
2. Кисельгов Е. Н. Независимый компонентный анализ и его применение к задачам выделения статистически независимых сигналов // Технологии приборостроения. – 2001. – № 1-2.
3. Rozenkrantz B., Olofsson J. K., Polich J. Affective visual event-related potentials: Arousal, valence, and repetitions effects for normal and distorted pictures // Int. J. Psychophysiol. – 2008 – V. 67.
4. Фарбер Д. А., Петренко Н. Е. Опознавание фрагментарных изображений и механизмы памяти // Физиол. чел. – 2008 – Т. 34, № 1.
5. Игумен Феофан (В. И. Крюков) Принципы сенсорной интеграции: иерархичность и синхронизация // Журн. высш. нерв. деят. – 2005 – Т. 55, № 2.
6. Ливанов М. Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность мозга – М., 1989.
7. Ivanitsky A. M., Nikolaev A. R., Ivanitsky G. A. Electroencephalography // Modern Techniques in Neuroscience Research. – Springer, 1999.

Надійшла до редколегії 16.03.09

УДК 581.1(091)(477)

Т. Христова, канд. біол. наук, докторант,
М. Мусієнко, д-р біол. наук, проф.

ЗАРОДЖЕННЯ ФІТОФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У НОВОРОСІЙСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

На основі науково-історичного аналізу оцінено внесок вчених Новоросійського університету в кінці XIX – на початку XX ст. у розвиток вітчизняної фізіології рослин. Розкрито такі ключові аспекти: важлива роль одеських ботаніків у вивченні фотосинтезу та дихання рослин (роботи А.Н. Волкова, Л.А. Рішаві); проведення досліджень з біофізичної фітофізіології (специфіка росту і руху рослин) під керівництвом В.А. Ротерта; накопичення цінних матеріалів з фізіології насіння (В.С. Буткевич, М.І. Васильєв).

The contribution of Novorosiysk university scientists at the end of XIX – beginning of XX centuries to development of domestic plant physiology is appreciated on basis of scientific-historical analysis. It is opened such clef aspects: important role of Odessa botanists at studying of plant photosynthesis and respiration (works of A.M. Volkov, L.A. Rishavi); researches realization to biophysical phytophysiology (specify of plant growing and moving) under preside of V.A. Rotert; valuable materials accumulation about seeds physiology (V.S. Butkevich, M.I. Vasil'ev).

Генезис фітофізіології в Україні у XIX ст. безпосередньо пов'язаний зі створенням університетів, де зосередились провідні наукові кадри і були створені умови

для здійснення досліджень із застосуванням найновіших фізико-хімічних методів, що дало змогу вивчати фізіологічні процеси у рослин. Зростання потреби в

© Христова Т., Мусієнко М., 2009