

УДК 612.82-05:616-073.7

**Н. В. Євпак** – магістр кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**О. М. Абрамчук** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки

### **Особливості спектра потужності основних піддіапазонів альфа-ритму в осіб із атипичним альфа-ритмом кори головного мозку**

*Роботу виконано на кафедрі фізіології людини і тварин ВНУ ім. Лесі Українки*

Вивчено нейрофізіологічну динаміку спектра потужності альфа-діапазону та його піддіапазонів ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) під час подачі фотостимулів. Біоелектричну активність кори головного мозку досліджено за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом». Показано, що максимальне значення спектра потужності в

---

© Євпак Н. В., Абрамчук О. М., 2012

межах альфа-ритму та його підритмів, крім  $\alpha_1$ -піддіапазону, в осіб експериментальної грипи зафіксовано в потиличних відведеннях кори головного мозку до та після пред'явлення фотостимуляції. Зміни показників спектра потужності в  $\alpha_1$ -піддіапазоні відмічено у представників як з типовим, так і з атипичним альфа-ритмом. Встановлено, що у представників контрольної групи показники спектра потужності значно більші, ніж в осіб з атипичним альфа-ритмом.

**Ключові слова:** електроенцефалограма, альфа-ритм, спектр потужності.

**Евпак Н. В., Абрамчук О. Н. Особенности спектра мощности основных поддиапазонов альфа-ритма у лиц с атипичным альфа-ритмом коры головного мозга.** Изучено нейрофизиологическую динамику спектра мощности альфа-диапазона и его поддиапазонов ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) при подаче фотостимулов. Биоэлектрическая активность коры головного мозга исследовано с помощью аппаратно-программного комплекса «НейроКом». Показано, что максимальное значение спектра мощности в пределах альфа-ритма и его подритмов, кроме  $\alpha_1$ -поддиапазона, у лиц экспериментальной гриппы зафиксировано в затылочных отведениях коры головного мозга до и после предъявления фотостимуляции. Изменения показателей спектра мощности в  $\alpha_1$ -поддиапазоне отмечено у исследуемых как контрольной, так и экспериментальной групп. Установлено, что у представителей контрольной группы показатели спектра мощности значительно больше, чем у лиц с атипичным альфа-ритмом.

**Ключевые слова:** электроэнцефалограмма, альфа-ритм, спектр мощности.

**Ievpak N. V., Abramchuk O. M. Power Spectrum Features of Main Alpha Rhythm's Subranges in Patients with Atypical Alpha-Rhythm of the Cerebral Cortex.** Neurophysiological dynamics of alpha-range and its subranges ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) power spectrum under photostimulus supply was studied. Bioelectrical activity of the cerebrum was investigated using «NeiroCom» facility. We should that power spectrum was maximum highest within alpha rhythm and its subrhythms, except of  $\alpha_1$ -subrange was defined within our experimental group representatives in their occipital lobe of cerebral cortex before and after photostimulation. Changes of power spectrum parameters in  $\alpha_1$ -subrange were defined in control and experimental groups representatives. Power spectrum parameters of our control group representatives were determined to be higher as compared to the persons with atypical alpha rhythm.

**Key words:** electroencephalogram, alpha-rhythm, power spectrum.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Інтерес до вивчення альфа-активності мозку не слабшає з часу відкриття альфа-хвиль Гансом Бергером [1]. Існує чимало припущень, що стосуються функціональної ролі альфа-ритму. Основоположник кібернетики Н. Вінер [3] та інші дослідники [5] вважали, що цей ритм виконує функцію тимчасового сканування («зчитування») інформації і тісно пов'язаний з механізмами сприйняття і пам'яті. Простежено, що альфа-ритм відображає реверберацію збуджень, що кодують внутрішньомозкову інформацію і створюють оптимальний фон для процесу прийому та переробки аферентних сигналів [7, 10]. Його роль полягає у своєрідній функціональній стабілізації станів мозку та забезпечення готовності реагування на дію аферентних стимулів [5]. Відомо, що альфа-ритм пов'язаний з дією селекційних механізмів мозку, які виконують функцію резонансного фільтра, що регулює потік сенсорних імпульсів [6, 8].

Морзі і Магоун уперше показали, що стимуляція ретикулярної формації стовбура мозку активує кору і переводить високоамплітудну низькочастотну ЕЕГ (тобто ЕЕГ з помітними альфа-ритмами) у низькоамплітудну та високочастотну. У здоровому мозку альфа-ритм ЕЕГ має найбільшу амплітуду, однак, якщо класичний потиличний альфа-ритм візуально не спостерігається на нативній ЕЕГ, його називають низькоамплітудним. Якщо більш високочастотні ритми не пригнічені порівняно з нормою, запис ЕЕГ називають низькоамплітудним високочастотним ЕЕГ. На спектрах потужності таких ЕЕГ відсутні суттєві піки альфа-частот у будь-яких станах.

4–10 % людей від усієї популяції характеризується дуже низькою амплітудою (до 20 мкВ) альфа-хвилі, яка практично відсутня і при відкритих, і при закритих очах. Низькоамплітудні ЕЕГ не можна розглядати як відхилення від норми, оскільки вони можуть бути пов'язані з деякою індивідуальною особливістю [4]. Більшість вчених вважають, що це пов'язано із роботою таламуса (в основі робочої гіпотези лежить теорія, запропонована Андерсеном та Андерсоном, згідно якої, генерація коркового альфа-ритму пов'язана з ядрами таламуса і таламо-кортикальними зв'язками). Тому припускається наявність індивідуальних особливостей роботи таламуса як генератора альфа-ритму, так і як фільтра, що регулює потік сенсорної інформації до вищележачих центрів.

**Мета** – вивчити та охарактеризувати питання зміни показників спектра потужності у відповідь на фотостимуляцію в осіб з атипичним альфа-ритмом кори головного мозку.

Дослідження проводили на базі науково-дослідної лабораторії вікової нейрофізіології кафедри фізіології людини і тварин ВНУ імені Лесі Українки. Біоелектричну активність кори головного мозку реєстрували за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом», розробленого науково-технічним центром радіоелектронних медичних приладів і технологій «ХАІ-Медика» Національного аерокосмічного університету «ХАІ».

У дослідженні взяли участь 20 праворуких осіб, з них 5 жінок і 15 чоловіків, віком 17–22 років, здорових за даними соматичного та психоневрологічного обстеження. Усі наведені результати були отримані без врахування впливу циклічних гормональних змін, пов'язаних з фазою менструального циклу у жінок.

Поділ на дві піддослідні групи здійснювався на основі візуального аналізу нативної ЕЕГ. До контрольної групи входили особи, у яких на фоновій ЕЕГ спостерігали наявність альфа-ритму, тоді як експериментальну групу склали особи, у яких класичний потиличний альфа-ритм візуально не спостерігався. Кожна група складалася із десяти досліджуваних (контрольна – із трьох жінок та семи чоловіків, експериментальна – із двох жінок та восьми чоловіків).

Під час реєстрації електричної активності мозку, досліджувані перебували в спеціально обладнаній кімнаті (екранованій, світло- та звукоізолюваній) в положенні сидячи із заплющеними очима. При записі ЕЕГ активні електроди розміщувалися за міжнародною системою 10/20 у 19 точках на скальпі голови.

Реєстрація електроенцефалограми здійснювалася монополярно, в якості референтних використовувалися вушні електроди А1 і А2. З метою покращення якості запису використано додаткові референтні електроди N (nasion) і Ref. Реєструвалися 60 с інтервали ЕЕГ. При проведенні Фур'є-реалізації епоха аналізу складала 500 мс з 50 % перекриттям.

В якості стимульованого матеріалу використовували ритмічну фотосимуляцію із наростаючою частотою (від 2 до 24 Гц), при цьому інтервал між стимулами становив 8–10 с.

Експериментальні ситуації:

- 1) стан функціонального спокою (фонові проба);
- 2) фотостимуляція із заплющеними очима.

Для аналізу результатів дослідження використано метод варіаційної статистики – критерій Стьюдента [2]. Дані обчислювалися у програмному пакеті MS Excel 2007. Додатково перевіряли рівень розподілу та дисперсії з метою виявлення правомірності застосування цього критерію. Визначали середнє значення показника (M) та величину середньої похибки ( $\pm m$ ). Різницю між двома середніми величинами вважали достовірною при значеннях  $t \geq 2$ ,  $p \leq 0,05$  [9].

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування результатів дослідження.** За результатами наших досліджень у представників контрольної групи в альфа-діапазоні до та після фотостимуляції відмічено тенденцію до збільшення показників спектра потужності, тоді як у досліджуваних експериментальної групи зафіксовано стрибкоподібні зміни спектра потужності. Така ж картина спостерігалася у всіх піддіапазонах альфа-ритму (рис. 1. А, Б).

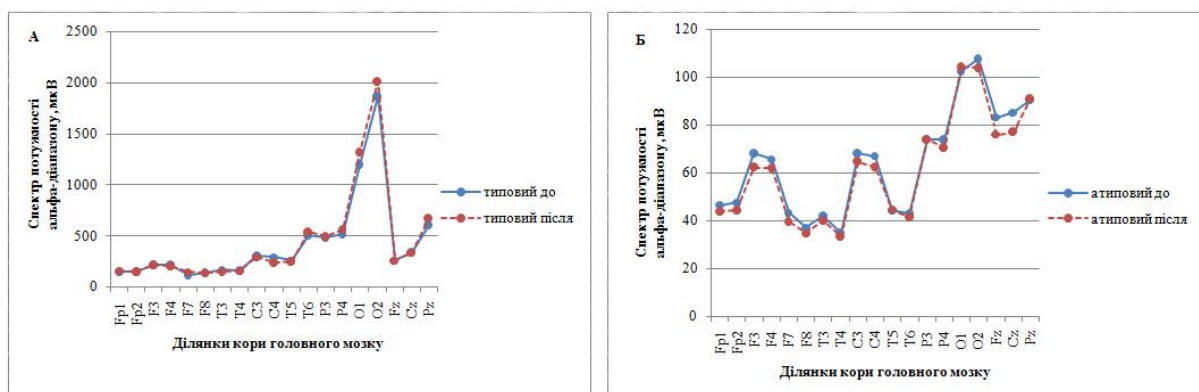


Рис. 1. Показники спектра потужності в альфа-діапазоні в осіб контрольної групи (А) ( $n=10$ ) та експериментальної групи (Б) ( $n=10$ )

Максимальне значення спектра потужності в межах альфа-ритму та його підритмів, крім  $\alpha 1$ -піддіапазону було зафіксовано в осіб із типовим альфа-ритмом у потиличних відведеннях кори головного мозку до та після пред'явлення фотостимуляції (альфа-діапазон: тип. до –  $1866,8 \pm 166,2$  мкВ, тип. п. –  $2013,3 \pm 197,5$  мкВ,  $n = 10$ ; атип. до –  $107,6 \pm 7,6$  мкВ, атип. п. –  $104,6 \pm 7,6$  мкВ,  $n = 10$ ). Вважаємо, що це пов'язано із обробкою зорової інформації у цій зоні (цитоархітектонічні поля Бродмана – 17, 18, 19).

Під час порівняння реакції до подачі стимулу у представників контрольної групи показники спектра потужності характеризувалися значно більшими значеннями, ніж в осіб експериментальної групи (рис. 2. А, Б). Така ж тенденція спостерігалася і після подачі фотостимулів.

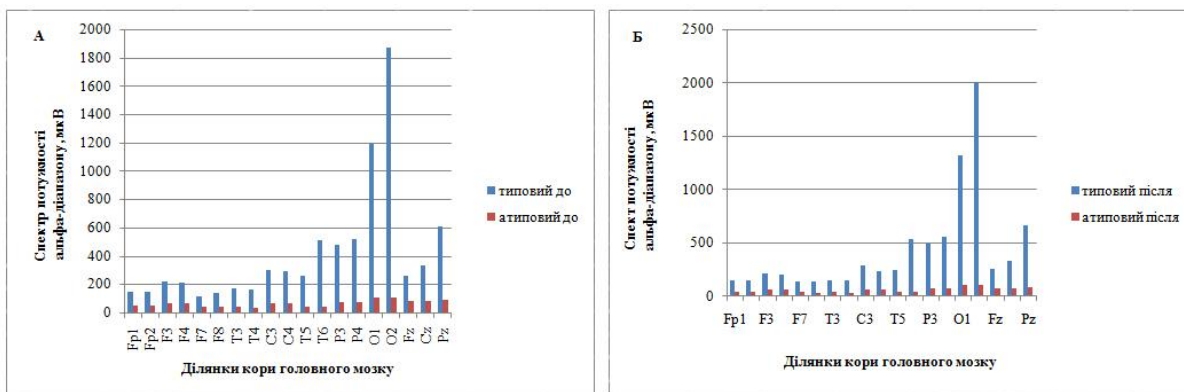


Рис. 2. Показники спектра потужності у альфа-діапазоні в осіб контрольної ( $n = 10$ ) та експериментальної груп ( $n = 10$ ): А – до пред'явлення фотостимулу; Б – після пред'явлення фотостимулу

Необхідно відмітити, що зменшення показників спектра потужності після фотостимуляції у досліджуваних експериментальної групи свідчить про депресію альфа-ритму у всіх ділянках кори головного мозку, крім задньоскроневого (атип. до –  $44,4 \pm 2,1$  мкВ, атип. після –  $44,8 \pm 1,9$  мкВ,  $n = 10$ ) і потиличного (атип. до –  $102,3 \pm 8,2$  мкВ, атип. після –  $104,6 \pm 7,6$  мкВ,  $n = 10$ ) відведень лівої півкулі.

Під час експерименту було показано, що у  $\alpha 1$ -піддіапазоні в представників контрольної групи в реакції до подачі фотостимуляції спостерігається збільшення показників спектра потужності порівняно з реакцією після пред'явлення стимулів в усіх відведеннях, крім передньолобовової (тип. до –  $32,2 \pm 2,3$  мкВ, тип. після  $31,8 \pm 2,1$  мкВ,  $n = 10$ ) та потиличної (тип. до –  $62,3 \pm 5,0$  мкВ, тип. після –  $62,0 \pm 5,9$  мкВ,  $n = 10$ ) ділянок лівої півкулі кори головного мозку, а також центрального тім'яного (тип. до –  $55,9 \pm 3,6$  мкВ, тип. після –  $55,6 \pm 4,1$  мкВ,  $n = 10$ ) відведення, у яких вони майже не відрізняються (рис. 3. А, Б).

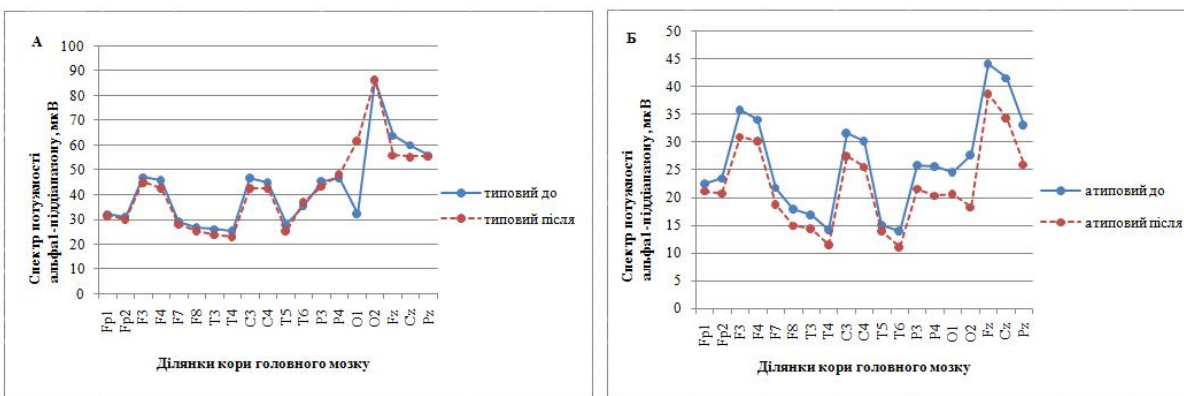


Рис. 3. Показники спектра потужності в  $\alpha 1$ -піддіапазоні в осіб контрольної групи (А) ( $n = 10$ ) та експериментальної групи (Б) ( $n = 10$ )

Статистично достовірно вищі показники зафіксовано в  $\alpha 1$ -піддіпазоні у передній та задній лобових відведеннях обох півкуль, бічній лобовій ділянці лівої півкулі, а також у лобовій та центральній сагітальних ділянках кори головного мозку в реакції до пред'явлення фотостимуляції, порівняно із реакцією після подачі фотостимулів у представників контрольної групи.

Аналіз отриманих результатів показав, що в межах  $\alpha 1$ -піддіпазону в досліджуваних експериментальної групи в реакції до подачі фотостимуляції спостерігається збільшення показників спектра потужності, порівняно з реакцією після пред'явлення стимулів у всіх відведеннях кори головного мозку, проте статистично достовірної різниці не виявлено ( $p \leq 0,05$ ). Це свідчить про депресію альфа-ритму внаслідок дії фотостимуляції.

Збільшення показників спектра потужності в межах  $\alpha 2$ -піддіпазону спостерігається в осіб обох груп в реакції до подачі фотостимуляції, порівняно з реакцією після пред'явлення подразника в усіх ділянках кори головного мозку, крім задньоскроневого (тип. до  $-176,7 \pm 22,0$  мкВ, тип. після  $-199,2 \pm 27,1$  мкВ,  $n = 10$ ) та тим'яного (тип. до  $-159,7 \pm 15,8$  мкВ, тип. після  $-170,1 \pm 18,9$  мкВ,  $n = 10$ ) відведення правої півкулі в досліджуваних контрольної групи, тоді як у представників експериментальної групи збільшення показників спектра потужності реєструвалося по всьому скальпу, проте статистично достовірної різниці не виявлено.

Зменшення показників спектра потужності в межах  $\alpha 3$ -піддіпазону в осіб обох досліджуваних груп спостерігається в реакції до подачі фотостимулу, порівняно з реакцією після пред'явлення фотостимулу по всьому скальпу, крім центральної (тип. до  $-129,5 \pm 12,0$  мкВ, тип. після  $-139,4 \pm 11,9$  мкВ,  $n = 10$ ) та тим'яної (тип. до  $-272,0 \pm 37,2$  мкВ, тип. після  $-307,0 \pm 40,7$  мкВ,  $n = 10$ ) ділянок лівої півкулі кори головного мозку в представників з типовим альфа-ритмом. Тоді як, у межах  $\alpha 3$ -піддіпазону в осіб експериментальної групи така ж ситуація спостерігається в усіх відведеннях кори головного мозку, проте статистично достовірної різниці не виявлено ( $p \leq 0,05$ ) (рис. 4. А, Б).

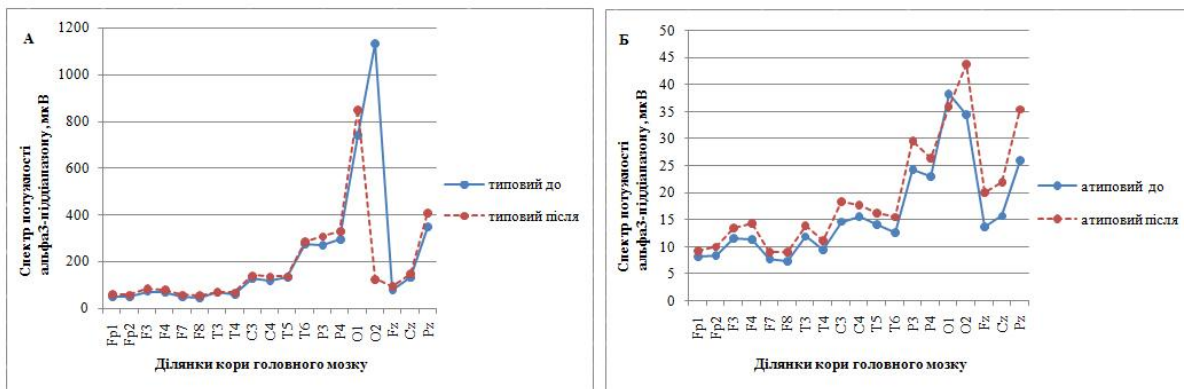


Рис. 4. Показники спектра потужності в  $\alpha 3$ -піддіпазоні в осіб контрольної групи (А) ( $n = 10$ ) та експериментальної групи (Б) ( $n = 10$ )

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, результати наших досліджень свідчать про те, що в альфа-діпазоні до та після фотостимуляції у представників контрольної групи відмічено тенденцію до збільшення показників спектра потужності, тоді як у досліджуваних експериментальної групи значення спектра потужності коливалися стрибкоподібно. Така ж картина спостерігалася у всіх піддіпазонах альфа-ритму.

Потрібно відзначити, що лише у  $\alpha 1$ -піддіпазоні зафіксовано статистично достовірно вищі показники у передньо- та задньолобовій ділянках обох півкуль, лівій бічній лобовій ділянці, а також лобовій та центральній сагітальних ділянках в реакції до пред'явлення фотостимуляції, порівняно із реакцією після подачі фотостимулу. Встановлено статистично достовірно вищі показники в задньолобовому відведенні як лівої, так і правої півкуль головного мозку в реакції після подачі стимулу.

Найвищі значення спектра потужності до та після подачі фотостимулів спостерігали в межах альфа-діпазону, тоді як найнижчі – в  $\alpha 3$ -піддіпазоні у представників обох досліджуваних груп.

Аналіз отриманих результатів показав, що в осіб із атипичним альфа-ритмом в реакції до подачі стимулу порівняно з реакцією після пред'явлення подразника спостерігається збільшення показників

спектра потужності, що свідчить про депресію альфа-ритму внаслідок фотостимуляції. Припускається, що це також пов'язано із більш жорсткою фільтрацією сенсорної інформації таламусом (як частини головного мозку, яка відповідає за перерозподіл інформації, що надходить із органів чуття) при її передачі у вище розташовані центри. Тобто первинна обробка інформації в цих груп має різний характер фільтрації.

Крім того, передбачається, що таламус, як генератор альфа-ритму, у представників контрольної групи, порівняно із експериментальною, працює більш інтенсивно, що призводить до появи веретеноподібних коливань або ж їх відсутності, що проявляється у різній вираженості амплітуди альфа-ритму.

#### *Список використаної літератури*

1. Базанова О. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ / О. Базанова // Успехи физиолог. наук, 2009. – Т. 40. – № 3. – С. 32–53.
2. Біомеричні сигнали та їх обробка / Абакумов В. Г., Геранін В. О., Рибін О. . [та ін.]. – Киев : Век, 1997. – 352 с.
3. Винер Норберт. Кибернетика / Норберт Винер. – М. : Сов. радио, 1958. – 196 с.
4. Голубева Э. А. Способность, личность, индивидуальность / Э. Голубева. – Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – 515 с.
5. Грей У. Электрическая активность головного мозга / У. Грей // Физика и химия жизни. – М. : Учеб. лит., 1997. – 352 с.
6. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга : курс лекций / В. И. Гусельников. – М. : Высшая школа, 1976. – 423 с.
7. Зима І. Нейродинаміка електричної активності / І. Зима // Вісн. Черкас. ун-ту. Серія : Біологічні науки. – Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2007. – Вип. 105. – С. 15–22.
8. Ильин Е. П. Психофизиология состояний человека / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2005. – 412 с. – ISBN 5-468-00446-5.
9. Кожевников В. А. Современные методы анализа электроэнцефалографии / В. А. Кожевников, Р. М. Мещерский. – М. : Медгиз, 1963. – 327 с.
10. Осовец С. Электрическая активность мозга: механизмы и интерпретация / С. Осовец, Д. Гинзбург, В. Гурфинкель // Успехи физич. наук. – 1983. – Т. 141. – № 1. – С. 103–150.

Статтю подано до редколегії  
19.09.2012 р.