

9. Zinc chelation reduces traumatic brain injury-induced neurogenesis in the subgranular zone of the hippocampal dentate gyrus / [Choi B.Y., Kim J.H., Kim H.J. et al]. // J. Trace Elem. Med. Biol. – 2014. – pii: S0946-672X(14)00138-2. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.07.007. [Epub ahead of print]
10. Takeda A. Significance of Zn<sup>2+</sup> signaling in cognition: Insight from synaptic Zn<sup>2+</sup> dyshomeostasis /A. Takeda // J. Trace Elem. Med. Biol. – 2014. – pii: S0946-672X(14)00126-6. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.06.021. [Epub ahead of print].
11. Zaychik A. Sh. Osnovni obshchey patologii. – Ch 2: Osnovni patohimii. /A.Sh. Zaychik, L.P. Churilov. – SPb. : ELBI, 1999. – 688 s.
12. Sokolovskiy V.V. Gistohimicheskie issledovaniya v toksikologii / Sokolovskiy V.V. – L. : Meditsina, 1971. – 176 s.
13. Heyhou F. Gematologicheskaya tsitohimiya / F. Heyhou, D. Kvaglino. – M. : Meditsina, 1983. – 319 s.

УДК 612.821:616-073.7

## **КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ЕЕГ-ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ОСОБЛИВОСТЕЙ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ В СТАНІ СПОКОЮ В БЛИЗНЯТ ТА ОДНООСІБНО НАРОДЖЕНИХ**

Михалевич О. М.

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
43021, Україна, Волинська область, Луцьк, вул. Потапова, 9*

myhalevych@meta.ua

У науковій праці досліджуються універсальні ЕЕГ-характеристики спектральної щільності потужності та інтегральний кількісний аналіз ЕЕГ-патерну в близнят у стані спокою порівняно з одноосібно народженими обстежуваними. Під час проведення експерименту також здійснено порівняння спектру потужності основних ритмів ЕЕГ та їх піддіапазонів між монозиготними та дизиготними близнятами. Аналізуючи експериментальні дані порівняння значень спектру потужності монозиготних близнят у стані спокою між собою, статистично достовірних відмінностей не було виявлено. У науковій роботі також використаний метод інтегрального кількісного аналізу ЕЕГ-патерну.

*Ключові слова: близнята, електроенцефалограма, спектр потужності, піддіапазон, ритм, інтегральні коефіцієнти.*

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭЭГ-ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ У БЛИЗНЕЦОВ И ОДИНОЧНОРОЖДЕННЫХ**

Михалевич О.Н.

*Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки  
43021, Украина, Волинская область, Луцк, ул. Потапова, 9*

myhalevych@meta.ua

В научной работе исследуются универсальные ЭЭГ-характеристики спектральной плотности мощности, а также интегральный количественный анализ ЭЭГ-паттерна у близнецов в состоянии покоя по сравнению с одиночнорожденными обследуемыми. Во время проведения эксперимента также проведено сравнение спектра мощности основных ритмов ЭЭГ и их поддиапазонов между монозиготными и дизиготными близнецами. Анализируя экспериментальные данные сравнения значений спектра мощности монозиготных близнецов в состоянии покоя между собой,

статистически достоверных различий не было обнаружено. В научной работе также использован метод интегрального количественного анализа ЭЭГ- паттерна.

*Ключевые слова:* близнецы, электроэнцефалограмма, спектр мощности, поддиапазон, ритм, интегральные коэффициенты.

## QUANTITATIVE ANALYSIS OF EEG INDICATORS FOR EVALUATION OF CHARACTERISTICS OF THE BIO-ELECTRICAL BRAIN ACTIVITY IN REST-STATE IN TWIN BIRTHS AND ALONE

Mikhalyevich O.M.

Lesya Ukrainka Eastern European National University

43021, Ukraine Volyn region, Lutsk, Potapova, 9

myhalevych@meta.ua

In a scientific paper investigates the universal characteristics of the EEG power spectral density and integrated quantitative analysis of the EEG pattern in twins at rest compared with alone surveyed.

Opportunity to approach the analysis of brain activity in psychophysiology give existing noninvasive tests. These primarily include registration of bioelectric activity of the brain (EEG, evoked potentials, caused by magnetic fields). A range of empirical data indicates the presence of certain relations between the parameters of the EEG and psychological characteristics of the person. As it turned out, the various EEG parameters are associated with a wide range of behavioral and cognitive characteristics, intelligence, dyslexia, learning disabilities, emotional, temperament, etc. EEG parameters associated with a wide range of behavioral and cognitive characteristics. EEG - individual-specific and stable enough for the life of the individual characteristic.

Psychogenetically twin study to determine genotype-environmental determination of physiological characteristics are among the most interesting at the moment. Painting EEG adult formed from birth to 15-20 years. This process can be noted as a process of functional maturation of morphological and functional relationships between the cortex and other brain structures. With the advent of automatic frequency and spectral methods rows of EEG analysis, researchers were able to spend time withplacing not only the parameters of the alpha rhythm, as a rule, pre-undermines the overall pattern of EEG, but also on other frequency diapazone. Specific objective is to analyze the power spectra of different frequency, which depends on the amplitudes of the sinusoidal components. The power spectrum is a set of all values Power EEG rhythmic components, calculated with the definition lennym sampling interval (at a rate of tenths of Hz). Spectra can characterize the absolute power of each rhythmic component or relative, power intensity of each component (in%) relative to the total EEG power analyzed interval recording. EEG recording is one of the experimental methods disabilities, who, unlike standardized psychological tests allow variations in the surveys.

The aim of our study was to identify universal characteristics of EEG power spectral density of twins at rest, compared to single-handedly born subjects. Also, similar data were compared between monozygotic and dizygotic twins

The study involved nine pairs of twins (monozygotic pairs 6 and 3 pairs of dizygotic) and 18 individually-born subjects, which constituted the control group. Age was examined in the range of 15 to 24 years. Calculation of power biopotential EEG was performed by the program hardware-software complex "Neyrokom" (Center of Medical Electronics devices and technologies "hai Medica" National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", certificate of state registration № 6038/2007 of 26 January 2007). EEG was recorded from symmetrical frontal (F3, F4), parietal (P3, P4), occipital (O1, O2) and temporal (T3, T4) on the international system 10-20%. For the characteristics of the spectral composition of the EEG was the method of fast Fourier transform. The result was obtained spectral power in EEG frequency bands: theta 1 = 4.5 Hz, theta 2 = 6-7,5 Hz, alpha alpha 1 = 7,5-9,5 Hz, alpha 2 = 9,5-11 Hz, alpha 3 = 11-13 Hz; Beta 1 = 13-20 Hz, beta 2 = 20-25 Hz.

When analyzing power values of alpha rhythm were detected areas of the cerebral cortex have demonstrated statistically significant changes in twins compared to single-handedly born subjects. These results indicate that the twins in the right hemisphere increased the power spectrum of slow components beta band (beta-1) and fast component alpha range (alpha-3). and theta bands (alpha-1, beta-1, theta-1). As for the left hemisphere, in this part of the brain in twins can be marked enhancement of fast subband power spectrum beta rhythm (beta 2) and slow theta rhythm (theta-1), and reduced slow component alpha range (alpha-1) compared to the control group. Comparing the value of the power spectrum of monozygotic twins resting together, we can conclude that the analyzed data of one and the other group do not differ.

The analysis of the experimental data we also used the method of integrated quantitative analysis of EEG patterns. Were developed integrated factors that enable an assessment of the main spectral power of EEG

frequency ranges and subranges and determine the importance of specific EEG frequency components to form a coherent pattern of EEG. All data obtained were processed using the methods of mathematical statistics.

The scientific article presents data showing that, in general, the twins are more active left hemisphere of the cerebral cortex in the functional state of calm compared to those born alone. When comparing the values of the power spectrum of monozygotic twins resting together, statistically significant differences were found.

*Key words: twins, EEG, power spectrum, sub-band, rhythm, integral coefficients.*

## ВСТУП

Будь-яка діяльність особи розвивається на фоні певного функціонального стану її нервової системи, детальну оцінку якому можна надати за допомогою характеристики та аналізу параметрів ЕЕГ [1]. Доведено, що послідовність індивідуальних ЕЕГ-характеристик може забезпечувати прогноз особливостей реакції на постійні зміни в оточуючому середовищі.

Психогенетичні дослідження близнят для визначення генотип-середовищної детермінації психофізіологічних характеристик є одними з найбільш цікавих на даний час. Картина ЕЕГ дорослої людини формується від моменту народження і до 15-20 років. Цей процес можна відзначити як процес функціонального дозрівання морфофункціональних зв'язків між кортексом та іншими структурами мозку [2]. Велике значення у формуванні ЕЕГ має індивідуальна варіабельність. Однак існує певний «стандарт норми». Так, біоелектрична активність мозку дорослої людини вважається нормальною, якщо в ній в стані спокою домінує регулярний за частотою альфа-ритм (8-13 Гц) з середньою амплітудою близько 50 мкВ (можливо від 20 до 100 мкВ і більше) [1-3].

Стійкість індивідуальних особливостей ЕЕГ спонукала багатьох дослідників вже на перших етапах розвитку електроенцефалографії шукати спадкові причини виникнення індивідуального біоелектричного патерну мозку в цілому. Потрібно відзначити, що доволі нечисленні генетичні дослідження ЕЕГ як феномена проводилися у двох напрямках. В одному з них вивчалася успадкування патерну ЕЕГ в цілому, і тоді ЕЕГ виступає як якісна (в генетичному сенсі) ознака, подібна, наприклад, до такої ознаки, як колір очей [2-3].

Ранні генетичні дослідження ЕЕГ як цілісної характеристики стосуються в основному індивідуально-типової картини біоелектричної активності мозку в стані спокою. Велика їх частина була виконана із застосуванням близнюкового методу. При цьому і в ранніх, і в деяких більш пізніх роботах дослідники користувалися методом «сліпої» класифікації електроенцефалограм, зареєстрованих у близнят або інших родичів, коли кваліфікований фахівець із загальної маси відбирав ЕЕГ з подібним і несхожим рисунком, а потім оцінював їх ідентичність у родичів за ступенем збігу «сліпої» класифікації з фактичними даними. За допомогою цього методу була встановлена майже повна ідентичність рисунка ЕЕГ у МЗ близнюків і набагато менша схожість – у ДЗ [2].

Загалом, дані переважної більшості досліджень у цьому напрямку показують, що незалежно від ділянки відведення, способу реєстрації та аналізу ЕЕГ, віку і кількості обстежуваних, найбільш значні спадкові впливи проявляються в діапазоні альфа-ритму. Практично в жодній роботі не говориться про несхожість МЗ близнят за альфа-параметрами [2-3]. Ймовірно, значною спадковою обумовленістю саме альфа-характеристик можна пояснити і значну подібність загального рисунка ЕЕГ МЗ близнюків, оскільки саме альфа-ритм є домінуючим в ЕЕГ спокою.

Отже, найбільша визначеність існує по відношенню до альфа-ритму. Щодо решти ритмічних складових ЕЕГ то, по-перше, є менше даних, а по-друге, – ці дані (особливо ті, що стосуються повільних складових) є суперечливими, і тому поки важко зробити остаточний висновок відносно будь-якого з ритмів, окрім альфа.

Дослідження ролі генотипу в індивідуальних особливостях спектру ЕЕГ проводилося Д. Ліккеном і Х. Стассеном. Уже в перших дослідженнях було виявлено разючу схожість спектрів відносної потужності ЕЕГ у МЗ близнят.

У ДЗ близнят, навпаки, спектри виявилися схожі не більше, ніж спектри осіб, що не були родичами. Отже, результати дали підставу вважати, що спектри відносної потужності ЕЕГ значною мірою обумовлені генотипом [2].

Загалом, наведені дані говорять про те, що і структура спектру ЕЕГ спокою, і співвідношення випадкових і періодичних складових у ньому відображають значний вплив з боку генотипу [3].

Метою нашого дослідження було виявлення універсальних ЕЕГ-характеристик спектральної щільності потужності близнят у стані спокою, порівняно з одноосібно народженими обстежуваними. Також порівнювалися аналогічні дані між монозиготними та дизиготними близнятами.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженні взяли участь 9 пар близнят (6 пар монозиготних та 3 пари дизиготних) та 18 одноосібно народжених обстежуваних, що становили контрольну групу. Вік обстежуваних був у межах від 15 до 24 років. Розрахунок параметрів потужності біопотенціалів ЕЕГ виконувався за програмою апаратно-програмного комплексу «Нейроком» (центр радіоелектронних медичних приладів і технологій «ХАІ-Медика» Національного аерокосмічного університету «ХАІ»; свідоцтво про державну реєстрацію № 6038/2007 від 26 січня 2007 року). ЕЕГ реєстрували від симетричних лобових (F3, F4), тім'яних (P3, P4), потиличних (O1, O2) та скроневих (T3, T4) за міжнародною системою 10-20%. Для отримання характеристики спектрального складу ЕЕГ було використано метод швидкого перетворення Фур'є. У результаті було отримано значення спектральної потужності ЕЕГ у частотних діапазонах: тета-1= 4-5 Гц, тета-2=6-7,5Гц, альфа альфа-1 = 7,5-9,5 Гц, альфа-2 = 9,5-11 Гц, альфа-3 = 11-13 Гц; бета-1=13-20 Гц, бета-2 = 20-25 Гц.

Аналіз показників потужності здійснювався в стані спокою із заплющеними очима (фон). Фонова ЕЕГ характеризує стан мозку, який склався в результаті всієї сукупності реакцій на численні та тривалі фізіологічні впливи на ЦНС. Фонові ЕЕГ-індикатори значною мірою несуть інформацію про певні стійкі риси особистості.

Отримані результати були опрацьовані з використанням стандартних методів параметричної та непараметричної статистики (t-критерій Стьюдента, U-критерій Манна – Уїтні), реалізованого нами в пакеті MS Excel 2003.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час аналізу значень потужності альфа-ритму були виявлені ділянки кори головного мозку, що відзначилися статистично достовірними змінами в близнят, порівняно з одноосібно народженими обстежуваними. У альфа-1 піддіапазоні спостерігається зниження спектру потужності в префронтальній та премоторній ділянках лівої півкулі ( $p \leq 0,05$ ). Альфа-2 піддіапазон відзначається достовірною різницею лише в задньоскроневому відведенні правої півкулі. Проаналізувавши відмінності альфа-3 піддіапазону, можна відмітити підвищення спектру потужності в центральній, задньоскроневій, тім'яній та потиличній зонах правої півкулі головного мозку в осіб експериментальної групи порівняно з контрольною ( $p \leq 0,05$ ).

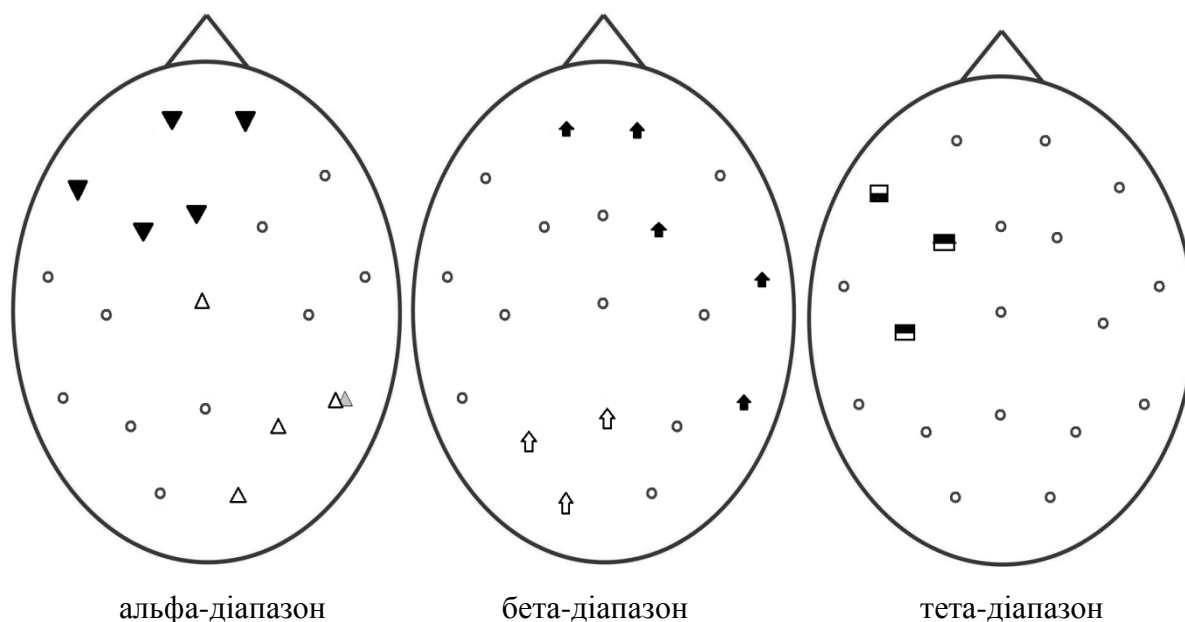








Рис. 1 Зміни спектру потужності (мкВ<sup>2</sup>/Гц) піддіапазонів основних ритмів ЕЕГ близнят порівняно з одноосібно народженими обстежуваними.

Умовні позначення: альфа-1- , альфа-2- , альфа-3- ; бета-1- , бета-2- ; тета-1- . Трикутник із вершиною доверху свідчить про зростання потужності ритму, донизу – про зниження; стрілочка доверху – підвищення потужності, донизу – зниження; квадрат зафарбований у верхній частині – підвищення ритму, у нижній – зниження.

Динаміка потужності в бета-діапазоні відзначається підвищенням значень у близнят порівняно з одноосібно народженими обстежуваними. У бета-1 піддіапазоні спостерігаються достовірні зміни в префронтальній, задньолобовій, передньоскроневої та задньоскроневої ділянках правої півкулі головного мозку близнят ( $p \leq 0,03$ ). Підвищенням значень потужності відзначаються тім'яна та потилична ділянки лівої півкулі головного мозку близнят у порівнянні з одноосібно народженими ( $p \leq 0,01$ ).

Щодо тета-ритму достовірні відмінності спостерігаються лише в тета-1 піддіапазоні і відзначаються підвищенням значень потужності в центральній і задньолобовій ділянках та зниженням потужності в бічному лобовому відведенні лівої півкулі ( $p \leq 0,05$ ). У тета-2 піддіапазоні достовірних відмінностей не виявлено.

Під час проведення експерименту було також здійснено порівняння спектру потужності основних ритмів ЕЕГ та їх піддіапазонів між монозиготними та дизиготними близнятами (рис. 2).

Із наведених даних видно, що достовірні відмінності спостерігаються лише в альфа-3 піддіапазоні префронтальної ділянки правої півкулі дизиготних близнятами ( $p \leq 0,05$ ).

У групі дизиготних близнят також було виявлено підвищення спектральної щільності потужності в бета-1 ( $p \leq 0,01$ ) та бета-2 ( $p \leq 0,05$ ) піддіапазонах. Під час порівняння та аналізу даних тета-ритму достовірних відмінностей не було виявлено.

Аналізуючи експериментальні дані порівняння значень спектру потужності монозиготних близнят у стані спокою між собою, статистично достовірних відмінностей не було виявлено.

Отримані результати вказують на те, що в близнят у правій півкулі підвищується спектр потужності повільних компонентів бета діапазону (бета-1) та швидких компонентів альфа-діапазону (альфа-3) і тета-діапазонів (альфа-1, бета-1, тета-1). Щодо лівої півкулі, в цій ділянці головного мозку в близнят можна відмітити підвищення спектру потужності швидких піддіапазонів бета-ритму (бета-2) та повільних тета-ритму (тета-1), а також зниження повільних компонентів альфа-діапазону (альфа-1) порівняно з контрольною

групою. Порівнявши значення спектру потужності монозиготних близнят у стані спокою між собою, можна зробити висновок, що дані однієї та іншої групи практично не відрізняються.

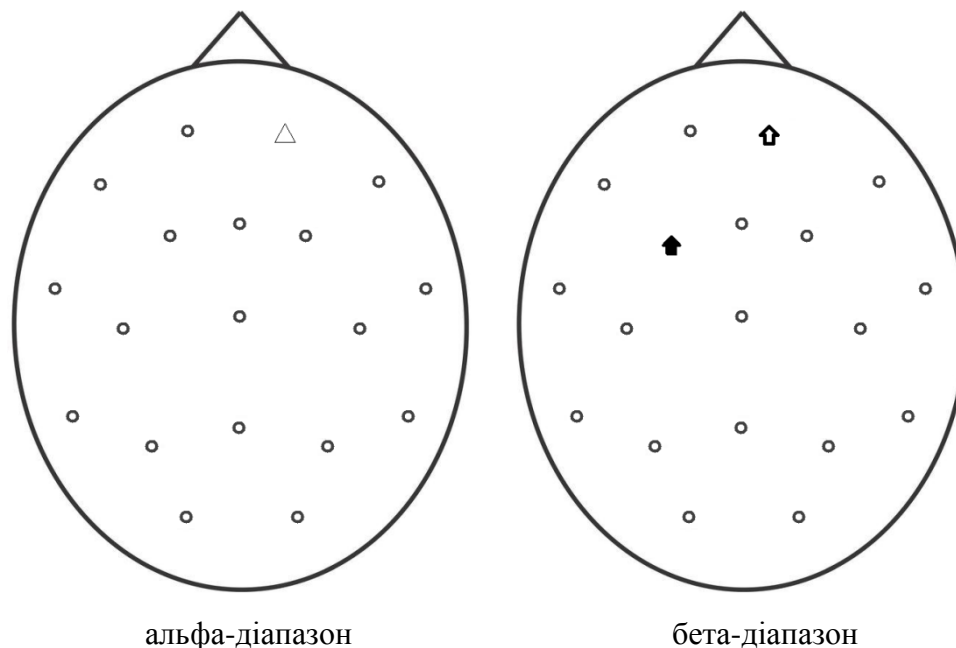


Рис. 2. Зміни спектру потужності ( $\text{мкВ}^2/\text{Гц}$ ) піддіапазонів альфа- та бета-ритмів ЕЕГ дизиготних близнят порівняно з монозиготними обстежуваними: (умовні позначення, як на рис. 1)

Очевидно, що в близнят більш активною є ліва півкуля кори головного мозку в стані функціонального спокою.

Під час аналізу експериментальних даних нами також був використаний метод інтегрального кількісного аналізу ЕЕГ-патерну. Були розроблені інтегральні коефіцієнти, які дають можливість провести оцінку спектральної потужності основних частотних діапазонів ЕЕГ та їх піддіапазонів і визначити важливість окремих частотних компонентів ЕЕГ для формування цілісного патерну ЕЕГ. Усі отримані дані оброблялися за допомогою методів математичної статистики.

Таблиця 1 – Значення показників абсолютної спектр-потужності ( $\text{мкВ}^2/\text{Гц}$ ) в 1-й (одноосібно народжені добровольці), 2-й (монозиготні близнята) та 3-й (дизиготні близнята) групах ( $M \pm m$ ).

Показники АСП	Права 1-ша група (n=18)	Права 2-га група (n=12)	Права 3-тя група (n=6)	Ліва 1-ша група (n=18)	Ліва 2-га група (n=12)	Ліва 3-тя група (n=6)
$\alpha 1$	1,85±0,67	0,56±0,18	1,85±4,36*	0,49±0,08	0,57±0,08	1,47±0,54*
$\alpha 2$	2,14±1,19	4,04±2,83	6,49±5,37*	2,03±0,74	3,35±1,62	7,23±8,01*
$\alpha 3$	0,22±0,08*	0,77±0,63	0,91±0,36	0,26±0,10*	0,71±0,45	0,86±0,27
$\beta 1$	0,55±0,13	1,31±0,43	2,71±0,70	0,56±0,10	1,20±0,32	2,79±0,57
$\beta 2$	0,60±0,08	1,05±0,23	3,18±0,45	0,56±0,08	1,09±0,17	3,05±0,55
$\theta 1$	0,94±0,36	1,01±0,23*	4,84±1,06	0,99±0,36	1,31±0,17*	4,04±0,79

Показники АСП	Права 1-ша група (n=18)	Права 2-га група (n=12)	Права 3-тя група (n=6)	Ліва 1-ша група (n=18)	Ліва 2-га група (n=12)	Ліва 3-тя група (n=6)
$\theta 2$	0,82±0,56	0,68±0,15*	3,23±1,56	0,78±0,10	0,86±0,06*	2,64±0,82
сумарно	7,12±3,07	9,42±4,68	23,21±13,86	5,67±1,56	9,09±2,87	22,08±11,55

Примітка: \*-достовірність відмінностей справа та зліва ( $p \leq 0,05$ ); n-кількість обстежуваних.

Слід зазначити достатньо низький рівень сумарної АСП (абсолютної спектральної потужності) у 1-й групі й справа (7,12±3,07 мкВ<sup>2</sup>/Гц), і зліва (5,67±1,56 мкВ<sup>2</sup>/Гц). Для 2-ї групи обстежуваних характерне підвищення значень сумарної абсолютної спектр-потужності порівняно з 1-ю. Справа сумарна АСП підвищується у 1,3 разу, зліва – у 1,6 разу. Варто відмітити, що таке підвищення відбувається за рахунок росту АСП майже у всіх досліджуваних ЕЕГ-піддіапазонах. У 3-й групі виявлено значне підвищення сумарної абсолютної спектральної потужності в порівнянні з показниками 1-ї та 2-ї груп.

Як видно з табл. 1, максимальні значення абсолютної спектральної потужності (АСП) для 1-ї групи реєструються в альфа-2 піддіапазоні ЕЕГ симетрично. Вони в 3,5-3,6 разу перевищують ( $p \leq 0,05$ ) рівень АСП бета-2 піддіапазону та в 2,5 – 2,6 разу вищі від показників АСП тета-2 хвильового піддіапазону. Для обстежуваних, що становили другу та третю групи, характерними є максимальні підвищення АСП альфа-2 піддіапазону, але достовірно значущих відмінностей від бета-2 та тета-2 піддіапазонів цих же груп виявлено не було.

У обстежуваних 1-ї групи статистично достовірними ( $p \leq 0,05$ ) є відмінності в даних АСП альфа-3 піддіапазону, які характеризуються підвищенням значень АСП на 15,4% зліва, порівняно із правопівкулевими показниками. В обстежуваних 2-ї групи виявлена тенденція до лівопівкулевої асиметрії в альфа-2 піддіапазоні: значення АСП зліва на 10,3% перевищують ( $p \leq 0,05$ ) правопівкулеві показники. Значення АСП альфа- та бета-піддіапазонів 2-ї групи добровольців міжпівкулевих достовірних відмінностей не мають. Проте для тета діапазону ЕЕГ 2-ї групи обстежуваних характерною є статистично достовірна ( $p \leq 0,05$ ) лівопівкулева асиметрія: значення тета-1 піддіапазону зліва на 23% перевищують показники справа, тета-2 піддіапазону на 21% відповідно.

Показники інтегральних коефіцієнтів (ІК), що представлені у табл. 2, дозволяють уточнити особливості дезорганізації ЕЕГ-патерну в обстежуваних усіх груп.

Таблиця 2 – Рівень інтегральних коефіцієнтів у 1-й (одноосібно народжені), 2-й (монозиготні близнята) та 3-й (дизиготні близнята) групах ( $M \pm m$ ).

Інтегральні коефіцієнти	Права 1-ша група (n=18)	Права 2-га група (n=12)	Права 3-тя група (n=6)	Ліва 1-ша група (n=18)	Ліва 2-га група (n=12)	Ліва 3-тя група (n=6)
1-й $\alpha 1 / \alpha 2$	0,21±0,04*	0,13±0,06*	0,11±0,05*	0,24±0,14	0,16±0,07*	0,07±0,02*
2-й $\alpha 2 / \alpha 3$	2,95±0,34	0,93±0,02	1,61±0,08	0,45±0,12	0,44±0,004	2,22±0,5
3-й $\beta 1 / \alpha 1$	1,19±0,27*	2,32±0,45*	1,45±0,68*	1,12±0,53*	2,12±0,87*	1,89±0,61*
4-й $\beta 2 / \alpha 2$	1,25±0,19*	1,47±0,23*	2,16±0,5	1,53±0,74*	1,44±0,22*	0,84±0,09

Інтегральні коефіцієнти	Права 1-ша група (n=18)	Права 2-га група (n=12)	Права 3-тя група (n=6)	Ліва 1-ша група (n=18)	Ліва 2-га група (n=12)	Ліва 3-тя група (n=6)
5-й $\beta_1/\beta_2$	0,91±0,61*	1,23±2,14	0,85±2,01*	1,005±0,04*	1,08±0,81	0,91±1,14*
6-й $\theta_1/\alpha_1$	2,04±0,08	1,79±0,40*	2,60±0,48*	1,98±0,52	2,31±0,41*	2,74±0,68*
7-й $\theta_2/\alpha_2$	0,38±0,16	0,16±0,08*	0,19±0,06	0,38±0,05	0,25±0,08*	0,3±0,05
8-й $\theta_1/\theta_2$	1,13±0,01*	1,48±0,22*	1,49±0,12*	1,27±0,05*	1,51±0,06*	1,52±0,17*
9-й $\theta_1/\alpha_3$	4,35±1,41	1,31±0,32	5,31±2,14*	3,81±0,5	1,85±0,2	4,69±2,02*
10-й $\theta_1/\beta_1$	1,70±0,89*	0,77±0,43	1,78±0,54*	1,76±1,02*	1,08±0,23	1,45±0,15*
11-й $\theta_1/\beta_2$	1,57±0,36	0,95±1,03	1,51±0,94*	1,77±1,05	1,18±0,56	1,32±0,63*

Примітка: \* – достовірність відмінностей справа та зліва ( $p \leq 0,05$ ); n – кількість обстежуваних.

Переважає більшість коефіцієнтів мають достовірні міжпівкулеві відмінності ( $p \leq 0,05$ ) в 1-й, 2-й та 3-й групах. Винятками для 1-ї групи є лише 2-й, 6-й, 7-й та 11-й коефіцієнти. Правопівкулеві значення 2-ї групи для 2-го ( $\alpha_2/\alpha_3$ ) коефіцієнта є вищими від лівопівкулевих на 52,7%, проте ці відмінності не є достовірними ( $p > 0,05$ ). Статистично достовірною різницею не відзначаються в 2-й групі й 5-й, 9-й, 10-й та 11-й коефіцієнти. Щодо третьої групи, то майже всі коефіцієнти мають достовірні міжпівкулеві відмінності, окрім 2-го, 4-го і 7-го.

У подальшому планується дослідження зміни спектральних характеристик електроенцефалограми (ЕЕГ) і параметрів викликаних потенціалів, пов'язаних з подією, у близнят, залежно від рівня психометричного інтелекту та типу мислення.

### ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи експериментальні дані, нами було встановлено, що загалом у близнят більш активною є ліва півкуля кори головного мозку в стані функціонального спокою, порівняно з одноосібно народженими.
2. Під час порівняння значень спектру потужності монозиготних близнят у стані спокою між собою, статистично достовірних відмінностей не було виявлено.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Зв'язок фонових та реактивних значень спектральної потужності ЕЕГ людини при виконанні діяльності з різним ступенем інформаційної насиченості / [Чернінський А.О., Крижановський С.А., Тукаєв С.В. та ін.] // Фізика живого. – 2010. – №2. – С. 85-91.
2. Взаємозв'язок ефективності діяльності людини з ЕЕГ-характеристиками її вихідного стану спокою. / І.Г. Зима, С.А. Крижановський, С.В. Тукаєв, А.О. Чернінський // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2009.- №1. – С. 50-58.
3. Равич-Щербо И. В. Психогенетика / Равич-Щербо И. В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. – М. : Аспект-Пресс, 1999 – 447 с.



## REFERENCES

1. Zv'yazok fonovih ta reaktivnih znachen spektralnoyi potuzhnosti EEG lyudini pri vikonanni diyalnosti z riznim stupenem informatsiynoyi nasichenosti / Cherninskiy A.O., Krizhanovskiy S.A., Tukaev S.V. ta in. // Fizika zhivogo. – 2010.- №2. – S. 85-91.
2. Vzaemozv'yazok effektivnosti diyalnosti lyudini z EEG-harakteristikami yiyi vihidnogo stanu spokoyu. / I.G. Zima, S.A. Krizhanovskiy, S.V. Tukaev, A.O. Cherninskiy // Vcheni zapisi Tavriyskogo natsionalnogo universitetu im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya». – 2009.- №1. – S. 50-58.
3. Ravich-Scherbo I. V. Psihogenetika. / Ravich-Scherbo I. V., Maryutina T.M., Grigorenko E.L. – M. : Aspekt-Press, 1999 – 447 s.

УДК 611.36:569.32.57.034.577.152.1

## ПАРАМЕТРЫ СУТОЧНЫХ РИТМОВ АКТИВНОСТИ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ И БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ В ПЕЧЕНИ ЖИВОТНЫХ С РАЗНЫМИ ФАЗАМИ АКТИВНОСТИ

Омельянчик В.Н., Новосад Н.В., Колесник Н.В.

*Запорожский национальный университет  
69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66*

kolesniknadvas@yandex.ru

В весенний период (май), в условиях естественного освещения и свободного доступа животных к корму активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ) и бутирилхолинэстеразы (БХЭ) в печени мышей и кроликов на протяжении суток изменяется периодически. Период ритмов – 24-часа, акрофаза биоритма АХЭ и БХЭ в печени мышей занимает вторую половину дня и первую половину ночи с максимумом в 23 часа, акрофаза биоритма в печени кроликов занимает вторую половину ночи и утро с максимумом в 10 часов. Как в печени мышей, так и кроликов среднесуточная активность БХЭ и амплитуда ее колебания более чем в 1,5 раза выше соответствующих параметров ритма активности АХЭ. Среднесуточная активность АХЭ и БХЭ в печени мышей в 2 раза выше, чем в печени кроликов, амплитуда колебания активности АХЭ в печени тех и других животных практически одинакова, но амплитуда биоритма БХЭ печени кроликов в 2 раза выше, чем у мышей.

*Ключевые слова: белые кролики, белые мыши, печень, суточный ритм, ацетилхолинэстераза, бутирилхолинэстераза.*

## ПАРАМЕТРИ ДОБОВИХ РИТМІВ АКТИВНОСТІ АЦЕТИЛХОЛІНЕСТЕРАЗИ ТА БУТИРИЛХОЛІНЕСТЕРАЗИ В ПЕЧІНЦІ ТВАРИН З РІЗНИМИ ФАЗАМИ АКТИВНОСТІ

Омельянчик В.Н., Новосад Н.В., Колісник Н.В.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

kolesniknadvas@yandex.ru

У весняний період (травень), в умовах природного освітлення та вільного доступу тварин до корму активність ацетилхолінестерази (АХЕ) і бутирилхолінестерази (БХЕ) в печінці мишей і кроликів протягом доби змінюється періодично. Період ритмів – 24 години, акрофаза біоритму АХЕ і БХЕ в печінці мишей займає другу половину дня і першу половину ночі з максимумом у 23 години, акрофаза біоритму в печінці кроликів займає другу половину ночі і ранок з максимумом в 10 годин. У печінці мишей і кроликів середньодобова активність БХЕ і амплітуда її коливання більш ніж в 1,5 рази вище відповідних параметрів ритму активності АХЕ. Середньодобова активність АХЕ і БХЕ в печінці мишей у 2 рази вище, ніж у печінці кроликів, амплітуда коливання активності АХЕ в печінці тих і інших тварин практично однакова, але амплітуда біоритму БХЕ печінки кроликів у 2 рази вища, ніж у мишей.

*Ключові слова: кролики, білі миші, печінка, добовий ритм, ацетилхолінестераза, бутирилхолінестераза.*