

**ПРОСТОРОВА СИНХРОНІЗАЦІЯ
ТЕТА-АКТИВНОСТІ, ПОВ'ЯЗАНА З
ОРИГІНАЛЬНІСТЮ ВИКОНАННЯ ДИВЕР-
ГЕНОГО ЗАВДАННЯ**

Коцан І.Я., Козачук Н.О., Кутрій Л.В.
Волинський національний університет імені Лесі
Українки

Анотація. У досліджуваних жіночої статі вивчався зв'язок показників когерентності тета-ритму електричної активності кори головного мозку із оригінальністю вирішення дивергентного завдання. За результатами виконання завдання були виділені дві групи: досліджувані із оригінальними відповідями та досліджувані із типовими відповідями. Аналіз даних ЕЕГ показав, що оригінальність вирішення дивергентного завдання пов'язана з більш тісними взаємодіями лобних, центральних і тім'яних ділянок обох півкуль та задньо-скроневої ділянки правої півкулі.

Ключові слова: дивергентний, когерентність, тета-активність,

© Коцан І.Я., Козачук Н.О., Кутрій Л.В. , 2009

оригінальність.

Аннотация. Котан И.Я., Козачук Н.А., Кутрий Л.В. *Пространственная синхронизация тета-активности, связанная с оригинальностью решения дивергентного задания.* У испытуемых женского пола изучалась связь показателей когерентности тета-ритма электрической активности коры головного мозга с оригинальностью решения дивергентного задания. По результатам выполнения задания были выделены группы: испытуемые с оригинальными ответами и испытуемые с типичными ответами. Анализ данных ЭЭГ показал, что оригинальность решения дивергентного задания связана с более тесными взаимодействиями лобных, центральных и теменных областей обоих полушарий и задне-височной области правого полушария.

Ключевые слова: дивергентный, когерентность, тета-активность, оригинальность.

Annotation. Kotsan I.Ya., Kozachuk N.O., Kutriy L.V. *Spatial synchronization of theta-activity, related to the originality of the execution of a divergent task.* The relation of the coherence parameters of the theta-rhythm of the electric activity of the cerebral cortex with the originality of the solution of a divergent task was investigated in females under study. Two groups were distinguished by the results of the task execution: persons with non-standard solutions and persons with typical answers. EEG analysis showed that the originality of the solution of a divergent task is related to closer interactions of frontal, central and parietal lobes of both cerebral hemispheres and the post-temporal lobe of the right hemisphere.

Keywords: divergent, coherence, theta-activity, originality.

Вступ.

Згідно з сучасними уявленнями тета-системи головного мозку пов'язують з процесами концентрації уваги, робочої пам'яті та емоційними процесами [2, 6, 8]. В ряді робіт [3, 4] з'явилися повідомлення про те, що функціональні зміни когерентності тета-потенціалів можна вважати одним із ЕЕГ-корелятивів креативного вербального мислення. В той же час [7] вважав, що зміни тета-ритму вказують на закономірний перебіг усвідомлюваних когнітивних процесів, які характерні для багатьох видів розумової діяльності.

Тобто, роль біопотенціалів тета-діапазону в розумовій діяльності взагалі і творчості, зокрема, залишається не зовсім зрозумілою.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми Волинського національного університету імені Лесі Українки (номер державної реєстрації 0107U000740).

Мета, завдання роботи, матеріал і методи.

Метою нашої роботи було виявлення динаміки тета-осциляцій у організації взаємодії коркових ділянок в процесі виконання дивергентного завдання з врахуванням оригінальності/типовості відповідей.

У дослідженні взяли участь 79 студенток (вік 18-21 рік; праворукі) біологічного факультету Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Всі виявили добровільну згоду на участь в експерименті, з умовами якого були попередньо ознайомлені.

Реєстрація ЕЕГ проводилась в стані спокою із розплющеними очима і при виконанні завдання. Досліджувані виконували дивергентне таке завдання «В Бангладеш місцеві жителі роблять цукор із соку пальм. Для того, щоб зібрати сік необхідно зробити надріз на висоті 20 м. Запропонуйте якомога більше способів зробити цей надріз» [1]. Установка на створення оригінального продукту не давалась. На

виконання завдання відводилось 2 хвилини. Текст завдання подавався на монітор комп'ютера. Завдання виконувалось подумки; результати виконання фіксувались експериментатором після закінчення реєстрації ЕЕГ.

Для аналізу із загальної кількості ЕЕГ-даних було відібрано 27 досліджуваних: 14 осіб, у яких серед запропонованих варіантів розв'язання завдання був хоча б один оригінальний, і 13 осіб, для яких були характерними часто повторювані відповіді. Оригінальність відповідей оцінювали за формулою $1/(N+1)$, де N – кількість аналогічних відповідей в базі даних. В ГрО (група досліджуваних з оригінальними відповідями) коефіцієнти оригінальності коливались в межах від 1,00 до 0,14, в ГрТ (група досліджуваних з типовими відповідями) зустрічались тільки два варіанти рішення з коефіцієнтами оригінальності 0,026 і 0,062. При виділенні груп продуктивність (кількість варіантів) виконання завдання досліджуваних не враховувалась.

Електричну активність кори головного мозку реєстрували монополярно від 19 відведень за міжнародною системою 10-20 (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, C3, C4, Cz, T3, T4, T5, T6, P3, P4, Pz, O1, O2) за допомогою апаратно-програмного комплексу „Нейроком”, розробленого науково-технічним центром радіоелектронних медичних приладів і технологій „ХАІ-Медика” Національного аерокосмічного університету „ХАІ” (свідцтво про державну реєстрацію № 6038/2007 від 26 січня 2007 року). В якості референтних використовувались вушні електроди А1 і А2. Для покращення якості запису використовувались додаткові референтні електроди N (nasion) і Ref та вмонтована в комплекс система реєстрації ЕКГ. Реєструвались 60 с інтервали ЕЕГ. При проведенні Фур'є-реалізації епоха аналізу складала 500 мс з 50% перекриттям. Частота дискретизації аналогового сигналу становила 2 мс; вхідний опір для синфазного сигналу – більше 100 МОм. Фільтри високих частот встановлювались на 50 Гц, низьких – 0,1 Гц. Межі можливої відносної похибки при вимірювання напруги та часових інтервалів електроенцефалографічних сигналів – $\pm 5\%$. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовувалась процедура ІСА-аналізу. В подальшому проводилась фільтрація ІСА-компонент з артефактним сигналом і композицією неартефактних ІСА-компонент у результуючу ЕЕГ. У випадку, коли окремі спалахи артефактної активності не вдавалось відфільтрувати за допомогою ІСА-обробки артефактні відрізки ЕЕГ вирізували з нативної ЕЕГ в ручному режимі.

Аналізувалась когерентність біопотенціалів в діапазоні тета-ритму (4-8 Гц).

З метою ранжування когерентних зв'язків визначались 75-а та 90-а персентилі від всіх когерентних зв'язків за всі тести в обох групах. Ті зв'язки, які за своїм значенням потрапляли у діапазон від 75-ої персентилі до 90-ої, вважались високими; зв'язки, які за своїм значенням

потрапляли у діапазон від 90 до 100-ї персентилі, вважалися дуже високими.

Отримані результати були опрацьовані з використанням стандартних методів параметричної (t-критерій Стюдента) та непараметричної (W-критерій Вілкоксона) статистики. Вказані процедури обчислювалися в MS Excel 2003.

Результати дослідження

В стані спокою із розплющеними очима топокарта взаємодій в досліджуваних ГрО характеризувалась більш тісними зв'язками між задньо-лобними, центральними і тім'яними, а також між центральними і передньо-скроневими ділянками (рис. 1). В той же час нами відмічено, що в досліджуваних ГрТ зв'язки лобних, центральних і тім'яних ділянок в правій півкулі були тіснішими, ніж в лівій.

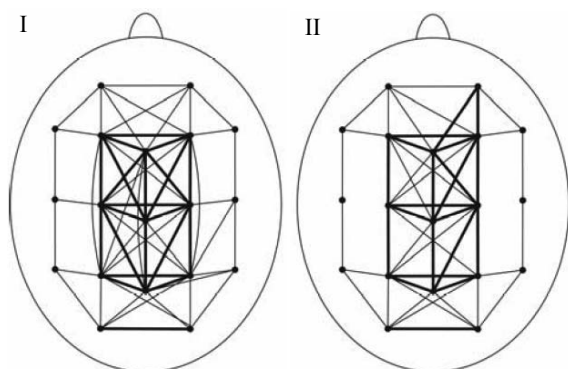


Рис. 1. Особливості внутрішньо-коркової взаємодії в стані спокою із розплющеними очима.

I – група досліджуваних з оригінальними відповідями; II – група досліджуваних з типовими відповідями. Тонкими лініями позначені зв'язки, коефіцієнти когерентності яких знаходяться між 75-ою і 90-ою персентиліями; товстими лініями позначені зв'язки із коефіцієнтами когерентності вище 90-ї персентилі.

Перехід від спокійного споглядання до активної розумової діяльності, тобто до виконання дивергентного завдання супроводжувався значним зниженням когерентності в обох групах досліджуваних (рис. 2). Однак характер цього зниження дещо відрізнявся в ГрО і ГрТ. Так, зокрема, у досліджуваних, які пропонували оригінальні варіанти вирішення проблеми, зниження когерентності в основному відбувалось між віддаленими ділянками кори: лобними і потиличними, лобними і тім'яними, лобними і задньо-скроневими. В другій групі досліджуваних зниження когерентності було більш виражене між близько розміщеними зонами кори.

Таке зниження когерентності при переході від однієї експериментальної ситуації до другої супроводжується і змінами в просторовому розподілі високих і дуже високих зв'язків. В обох групах виконання дивергентного завдання супроводжується

зменшенням кількості зв'язків, які виходять за межі 75-ї персентилі (рис. 3).

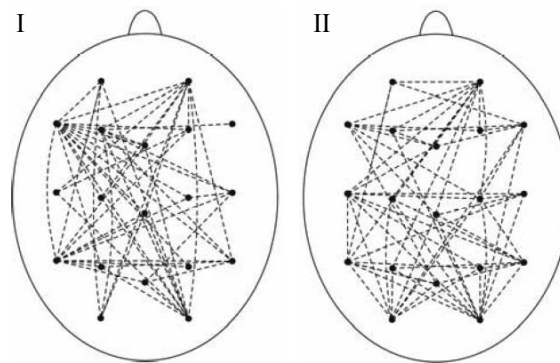


Рис. 2. Достовірні зміни когерентності електричної активності кори головного мозку під час виконання дивергентного завдання порівняно зі станом спокою із розплющеними очима.

Групи досліджуваних позначені, як на рис.1. Пунктирні лінії, які зв'язують відповідні відведення, вказують на зниження когерентності.

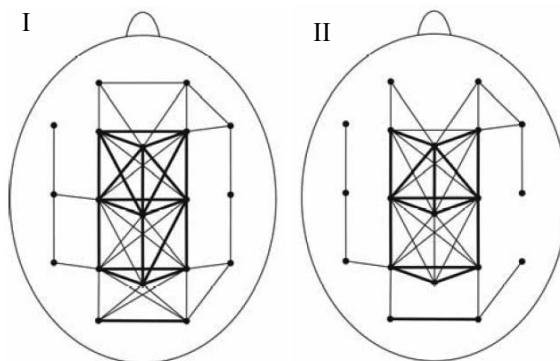


Рис. 3. Особливості внутрішньо-коркової взаємодії під час виконання дивергентного завдання.

Групи досліджуваних позначені, як на рис.1. Тонкими лініями позначені зв'язки, коефіцієнти когерентності яких знаходяться між 75-ою і 90-ою персентиліями; товстими лініями позначені зв'язки із коефіцієнтами когерентності вище 90-ї персентилі.

В ГрО краще виражена міжпівкулева взаємодія, яка забезпечується більш тісними, ніж в ГрТ, симетричними міжпівкулевими зв'язками. Крім того у досліджуваних з оригінальними відповідями тіснішими були зв'язки задньо-лобних і центральних та тім'яних і потиличних ділянок.

Міжгруповий аналіз показників когерентності показав, що в обох експериментальних ситуаціях статистично достовірно вищими були коефіцієнти когерентності в ГрО (рис. 4).

Виявлені відмінності взаємодії мали, як спільні, так і відмінні для різних експериментальних ситуацій топографічні особливості. Спільною для стану спокою і для дивергентного мислення була більш тісна взаємодія правої задньо-скроневої ділянки з Ps, Pd, Pz, Cz. Крім того в стані спокою задньо-скронева ділянка правої півкулі у досліджуваних ГрО мала тісніші, ніж в досліджуваних ГрТ,

А – стан спокою із розплісненими очима, Б – виконання дивергентного завдання. Лінії, які зв'язують відповідні відведення, вказують на більше значення когерентності в ГрО.

Однак, за результатами наших досліджень дещо складно трактувати вищі взаємодії лобних і лобно-центральної ділянок в групі досліджуваних з оригінальними відповідями. Для цього необхідно проаналізувати особливості внутрішньо-коркових взаємодій в аналогічній експериментальній ситуації, але на більш високих частотах.

1. Оригінальність вирішення дивергентного завдання пов'язана з більш тісними взаємодіями лобних, центральних і тім'яних ділянок обох півкуль та задньо-скроневої ділянки правої півкулі.
2. Жінки, які оригінальні способи вирішення дивергентного завдання, характеризуються більш тісними зв'язками задньо-лобних і тім'яних ділянок.

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.
2. Виноградова О.С., Кичигина В.Ф., Кудина Т.А., Кутырева Е.В. Осцилляторные тета-процессы в нейронах селло-типокампальной системы при обработке информации и их модуляция стволовыми структурами // Успехи физиологических наук. – 2000. – Т. 120. – №1. – С. 103-112.
3. Разумникова О.М., Ларина Е.Н. Полшарные взаимодействия при поиске оригинальных вербальных ассоциаций: особенности когерентности биопотенциалов коры у креативных мужчин и женщин // Журнал высшей нервной деятельности. – 2005. – Т. 55. – №6. – С. 777-787.
4. Тарасова И.В., Разумникова О.М., Вольф Н.В. Связь изменения мощности ЭЭГ с инструкцией, стимулирующей творческое мышление у мужчин и женщин // Журнал высшей нервной деятельности. – 2006. – Т. 56. – №5. – С. 611-617.
5. Gandhi S.P. Memory retrieval: Reactivating cortex // Current Biology. – 2001. – V. 11. – P. 32.
6. Grossman M., Smith E.E. et al. The neural basis for categorization in semantic memory // Neuroimagine. – 2002. – V. 17. – 3. P. 1549-1561.
7. Klimesh W. EEG alpha and theta oscillations reflect and memory performance: a review and analysis // Brain Res. Rev. – 1999. – V. 29. – P. 169-196.
8. Klimesh W. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization // Int. J. Psychophysiol. – 1996. – V. 24. – P. 61.
9. Posner M.I. The attention system of the human brain // Ann. Rev. Neurosci. – 1990. – V. 13. – P. 25-42.

88