

УДК 612.82

ДИНАМІКА ПОТУЖНОСТІ ЕЕГ, ПОВ'ЯЗАНА З ОРИГІНАЛЬНІСТЮ РІШЕННЯ ДИВЕРГЕНТНОГО ЗАВДАННЯ

Коцан І.Я., Козачук Н.О., Кузнєцов І.П., Кутрій Л.В.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
e-mail: natashakozachuk@gmail.com

Надійшла до редакції 27.02.2010

У дослідженні вивчався зв'язок показників електричної активності кори головного мозку із оригінальністю вирішення дивергентного завдання. За результатами рішення завдання обстежувані були поділені на дві групи: групу досліджуваних із оригінальними відповідями та групу досліджуваних із типовими відповідями. Було показано, що група досліджуваних із типовими відповідями характеризується зростанням потужності бета-ритму в лобових та потиличних ділянках. Група досліджуваних із оригінальними відповідями характеризується зростанням потужності бета-ритму в лобових ділянках обох півкуль та зниженням потужності альфа-ритму в центральній ділянці правої півкулі. Отримані результати на нашу думку, свідчать про більш ефективну організацію функціональної системи, спрямованої на розв'язання завдання в осіб групи з оригінальними відповідями.

Ключові слова: потужність електричної активності, кора головного мозку, альфа-ритм, бета-ритм, тета-ритм, дивергентне мислення.

ВСТУП

Дивергентне мислення згідно концепції Гілфорда [10] є мисленням в багатьох напрямках. Дивергентне завдання передбачає наявність багатьох розв'язків, кожен з яких може бути правильним. Сам Гілфорд ототожнював дивергентне і творче мислення. Хоча, виходячи з результатів досліджень, нейро- і психофізіологи все більше схиляються до того, що дивергентне мислення є лише складовим елементом творчого мислення [4]. В той же час незаперечним залишається той факт, що оригінальний "продукт" мислення можна отримати лише завдяки дивергентному мисленню.

Метою нашого дослідження був аналіз потужності тета-, альфа- і бета-ритму електричної активності кори головного мозку у досліджуваних, які запропонували найбільш оригінальні і найбільш стереотипні варіанти вирішення дивергентного завдання.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Загалом в дослідженні взяли участь 59 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 двох експериментальних ситуаціях: в стані спокою із розплющеними очима і при виконанні завдання дивергентного типу, яке було вибрано з книги [1] групою незалежних експертів (студентів психологічного, математичного і географічного факультетів). Суть дивергентного завдання була такою:

„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”. Текст завдання подавався на монітор комп'ютера. На його виконання відводилося 2 хвилини. Завдання виконувалося подумки; результати виконання фіксувались експериментатором після закінчення реєстрації ЕЕГ.

Ми свідомо не давали досліджуваним установку на створення оригінального продукту, оскільки наші попередні дослідження [2, 3] показали, що вона заставляє досліджуваних відсіювати варіанти рішення і додає емоційний компонент в інтелектуальну діяльність.

Для аналізу ЕЕГ-даних із загальної кількості досліджуваних було відібрано 30 досліджуваних: 15 осіб, у яких серед запропонованих варіантів розв'язання завдання був хоча б один оригінальний, і 15 осіб, для яких були характерними часто повторювані відповіді. Оригінальність відповідей (варіантів рішення задачі) оцінювали за формулою $1/(N+1)$, де N – кількість аналогічних відповідей в базі даних). Тобто найбільш оригінальними були відповіді з коефіцієнтом 1. 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.

Продуктивність (кількість варіантів) виконання завдання при виділенні груп 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 „ХАР” (свідоцтво 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. Напруга внутрішніх шумів приведена до входу не перевищувала 0,8 мкВ. Стала часу перехідного процесу становила не менше 0,3 с. Коефіцієнт послаблення синфазних сигналів становив не менше 140 дБ. Опір електродів близько 100 кОм. Під’єднання реєструючої апаратури до ЕОМ здійснювалось через USB/2 порт. Межі можливої відносної похибки при вимірюванні напруги та часових інтервалів електроенцефалографічних сигналів - $\pm 5\%$. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовувалась процедура ІСА-аналізу. В подальшому проводилась фільтрація ІСА-компонентів з артефактним сигналом і композицією неартефактних ІСА-компонентів у результуючу ЕЕГ. При фільтрації артефактів з ЕЕГ видалялось не більше п’яти (артефактних) ІСА-компонентів. У випадку якщо окремі спалахи артефактної активності не вдавалось відфільтрувати за допомогою ІСА-обробки артефактні відрізки ЕЕГ вирізали з нативної ЕЕГ в ручному режимі.

Для кожного відведення методом швидкого перетворення Фур’є були отримані значення потужності (мкВ^2) ЕЕГ в частотних діапазонах: тета (4-8 Гц), альфа (8-13 Гц), бета (13-30 Гц).

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

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В результаті проведеного аналізу нами встановлено, що зміни потужності основних ритмів ЕЕГ при переході від стану пасивного спокою до виконання завдання дивергентного типу мали різну спрямованість і топографію залежно від того чи був створений оригінальний продукт мислення чи типовий. У досліджуваних ГрО статистично достовірні зміни потужності були менш вираженими і стосувались тільки альфа- і бета-ритму. Для досліджуваних ГрТ статистично достовірні зміни виявлені в більшій кількості ділянок та в усіх діапазонах (рис. 1).

Для групи досліджуваних із найбільш типовими відповідями в усіх лобових (крім лівої задньо-лобової), в обох потиличних ділянках спостерігалось зростання потужності бета-ритму, а в обох бічних лобових

ділянках – зростання потужності тета-ритму. В тім’яній ділянці лівої півкулі нами було відмічене зниження потужності альфа-ритму.

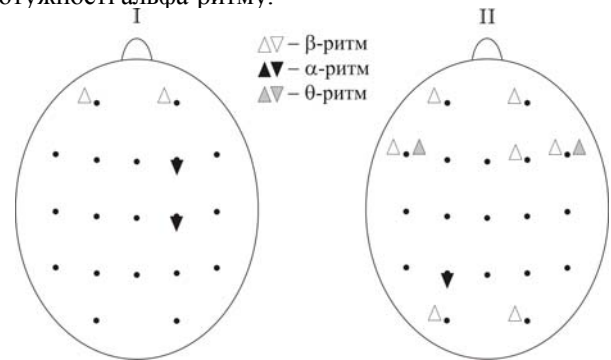


Рис. 1. Динаміка потужності досліджуваних ритмів ЕЕГ під час виконання дивергентного завдання порівняно зі станом спокою із розплющеними очима.

Примітки: стрілки вгору на місці відповідного відведення вказують на більші значення потужності при виконанні дивергентного завдання, стрілки вниз – на менші. I - група досліджуваних з оригінальними відповідями, II - група досліджуваних з типовими відповідями

Лобовий ЕЕГ-патерн, виявлений нами у досліджуваних, які запропонували стереотипні відповіді, може свідчити про те, що дане завдання було для них досить складним. Про це свідчить зростання потужності бета-ритму, який пов’язаний з організацією специфічних форм уваги, необхідної для забезпечення вищих когнітивних функцій [12, 13]. [5] також пов’язували активацію лобових ділянок зі складністю завдання. Результати опитування учасників експерименту підтвердили, що досліджувані ГрТ не відразу розуміли суть завдання і не могли придумати більше 1-2 варіантів рішення. В межах цієї групи було зафіксовано тільки два варіанти – “залізи, скориставшись драбиною”, або “зробити якийсь спеціальний пристрій” (без пояснень, яким він має бути).

Варта уваги ще одна топографічна особливість – зростання потужності бета-ритму в лобових і потиличних зонах. Деякі автори [11] стверджують, що це прояв внутрішньої мови. Однак, в наших дослідженнях зростання бета-активності саме в цих ділянках зумовлене не стільки активним мислительним процесом, скільки багаторазовим перероблюванням змісту задачі для кращого усвідомлення її суті.

У досліджуваних, які пропонували оригінальні відповіді, вирішення дивергентного завдання порівняно зі станом спокою із розплющеними очима характеризувалось зростанням потужності бета-ритму в передньо-лобових ділянках обох півкуль та зниженням потужності альфа-ритму в задньо-лобовій і центральній ділянках правої півкулі.

Активация центральних ділянок кори, на нашу думку, пов’язана із більш ефективною реалізацією функціональної системи пошуку правильного рішення і відображає роботу акцептора результату дії [6, 7]. Очевидно, що при більш ефективному пошуку відповіді, необхідна постійна і якісна перевірка знайденого рішення. Слід зазначити, що в такому випадку, ефективніша діяльність функціональної системи буде

призводити не тільки до більш оригінальних відповідей, а й до більшої кількості знайдених рішень взагалі. Дійсно, в ГрО загальна кількість знайдених рішень була значно вищою, ніж в ГрТ. Відповідно, обстежувані ГрТ необхідна була додаткова інформація для успішної організації функціональної системи, що виражалось в пошуку цієї інформації у зовнішніх джерелах, а це, в свою чергу, призводило до багаторазового перечитування змісту задачі.

Той факт, що активувалась центральна ділянка саме правої півкулі, визначається її роллю в оцінці просторових співвідношень [8, 9]. Наші припущення підтверджують і результати опитування досліджуваних – в ГрО досліджувані намагалися уявити, як можуть бути висаджені пальми (рядами, хаотично, групами, близько чи далеко одна від одної і т.д.) – що, власне є психічним проявом діяльності акцептора результату дії.

ВИСНОВКИ

1. Зміни потужності тета-, альфа- і бета-ритму залежать від оригінальності вирішення дивергентного завдання.
2. Виявлені патерни потужності альфа- і бета-ритму свідчать про різну роботу функціональної системи: в ГрО – високоефективну, в ГрТ – неефективну через недостатню кількість інформації.

Література

1. *Альтшуллер Г.С.* Найти идею. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.
2. *Козачук Н.О.* Статеві особливості кореляційних зв'язків в діапазоні альфа-активності при виконанні творчих завдань різних типів // Науковий вісник ВДУ.–2004.–№4. – С.43-50.
3. *Козачук Н.О., Швайко С.Є., Поручинський А.І., Гінайло Л.М., Мотузюк О.П.* Альфа-активність кори мозку при вербальній діяльності з різним творчим

- навантаженням // Актуальні проблеми психології. Том V: Психофізіологія. Медична психологія. Генетична психологія. Частина 1. / За ред. Максименка С.Д. – К.: Нора-прінт, 2002. – С. 49-55.
4. *Свидерская Н.Е., Антонова А.Г., Бутнева Л.С.* Сравнительный анализ пространственной организации ЭЭГ на моделях дивергентного и конвергентного невербального мышления // Журнал высшей нервной деятельности. – 2007. – Т. 57. – №2. – С.144-154.
 5. *Старченко М.Г., Бехтерева Н.П., Пахомов С.В., Медведев С.В.* Исследование мозговой организации творческого мышления // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – №5. – С. 151-152.
 6. *Швырков В.Б.* Основные этапы развития системно-эволюционного подхода в психофизиологии // Психол. журн. - 1993. - Т. 14, №3. - С. 15-27.
 7. *Alexandrov Yu.I., Jarvilehto T.* Activity versus reactivity in psychology and neurophysiology // Ecological Psychology. - 1993. - Vol. 5. - P. 85-103.
 8. *Blance-Garin J., Faure S., Sabio P.* Right hemisphere performance and competence in processing mental images in a case of partial interhemispheric disconnection // Brain Cogn. – 1993. – Vol. 22. – №1. – P. 118-133.
 9. *Earah M.J.* The neural basis of mental imagery // Trends Neurosci. – 1989. – Vol. 12. – №10. – P. 395-399.
 10. *Guilford J.P.* Is some creative thinking irrational? // J. Creat. Behav. – 1982. – Vol. 16, N 3. – P. 151-154.
 11. *Hwang G., Jacobs J., Geller A. et al.* EEG correlates of verbal and nonverbal working memory // Behavioral and Brain Functions. – 2005. – №1. – P. 20.
 12. *Klimesch W., Doppelmayr M., Wimmer H., Gruber W., Rohm D., Schwaiger J., Hutzler F.* Alpha and beta band power changes in normal and dyslexic children // Clin. Neurophysiol. – 2001. – Vol. 112. – №7. – P. 1186-1195.
 13. *Pulvermuller F., Birbaumer N., Lutzenberger W., Mohr B.* High-frequency brain activity: Its possible role in attention, perception and language processing // Progr. Neurobiol. – 1997. – Vol. 52. – P. 427-445.

ДИНАМИКА МОЩНОСТИ ЭЭГ, СВЯЗАННАЯ С ОРИГИНАЛЬНОСТЬЮ РЕШЕНИЯ ДИВЕРГЕНТНОГО ЗАДАНИЯ

Коцян И.Я., Козачук Н.А., Кузнецов И.П., Кутрий Л.В.

Изучена связь электрической активности коры головного мозга с оригинальностью решения дивергентного задания. По результатам решения задания исследуемые были разделены на две группы: группу испытуемых с оригинальными ответами и группу с типичными ответами. Показано, что группа испытуемых с типичными ответами характеризуется возрастанием мощности бета-ритма в лобных и затылочных областях. Группа испытуемых с оригинальными ответами характеризуется возрастанием мощности бета-ритма в лобных областях обоих полушарий и снижением мощности альфа-ритма в центральной области правого полушария. Результаты свидетельствуют о более эффективной организации функциональной системы, направленной на решение задания у лиц с оригинальными ответами.

Ключевые слова: мощность электрической активности, кора головного мозга, альфа-ритм, тета-ритм, бета-ритм, дивергентное мышление.

EEG POWER DYNAMICS ASSOCIATED WITH DIVERGENT TASK SOLVING ORIGINALITY

Kotsan I.Ya., Kozachuk N.O., Kuznetsov I.P., Kutriy L.V.

Correlations between brain cortex electrical activity and divergent task solving originality were studied. Two groups of investigated persons were formed according to task solving results: group of persons, who gave original answers and group of persons, who gave typical answers. Group of persons, who answered in a typical way, is characterized by beta-rhythm power increase in frontal and occipital lobes. Group of persons, who answered in an original way is characterized by beta-rhythm power increase in frontal lobes of both hemispheres and alpha-rhythm power decrease in central lobe of right hemisphere. Obtained results may be suggested to be the evidence of more effective task-solving functional system organization in group of persons, who gave original answers.

Key words: electrical activity power, brain cortex, alpha-rhythm, beta-rhythm, theta-rhythm, divergent thinking.