

УДК [612.82:159.955]-053.6

Швайко С.Є., Пахолук О.Ю., Дмитроца О.Р.

ОСОБЛИВОСТІ КОГЕРЕНТНОСТІ ХВИЛЬ АЛЬФА-ДІАПАЗОНУ ПРИ МИСЛИТЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ПІДЛІТКІВ

Волинський національний університет ім. Лесі Українки,
м. Волинь, Україна

e-mail: biological@univer.lutsk.ua

Ключові слова: когнітивна діяльність, активність кори, альфа-ритм електроенцефалограми, когерентність

Сучасне вивчення міжпівкулевих та внутрішньопівкулевих взаємодій кори головного мозку сьогодні неодмінно пов'язані з розробкою та впровадженням нових наукових методик. Ці методики базуються на синтезі нейрофізіологічних уявлень про функціональну організацію півкуль головного мозку у зв'язку з складністю мислительних процесів [1]. Такий підхід дає змогу виявити тонкі мозкові процеси пов'язані з реакцією мозку на різні подразники, у тому числі і когнітивні. Зокрема, останнім часом усе ширше використовується когерентний аналіз хвиль ЕЕГ, який вказує на синхронну діяльність певних ділянок кори.

Матеріали і методи

Вивчали когерентні зв'язки в альфа-діапазоні та його піддіапазонах ЕЕГ кори мозку у підлітків у стані спокою та під час вирішення когнітивних завдань. В дослідженнях взяли участь 60 осіб жіночої та чоловічої статі віком 13-14 років. Усі були здоровими за даними психоневрологічного та соматичного обстеження, праворуки за самооцінкою та мануальними тестами.

Для вивчення електричної активності мозку використовувалася система комп'ютерної електроенцефалографії. Методика базується на принципі синхронного усереднення ЕЕГ (запису електричної активності мозку, що здійснюється з поверхні голови) на ЕОМ. Біоелектрична активність кори головного мозку досліджувалась за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом».

При записі ЕЕГ активні електроди розміщувалися за міжнародною системою 10-20% у дев'ятнадцяти точках на скальпі мозку.

Реєстрація ЕЕГ проводилась у наступних експериментальних станах: 1) стан функціонального спокою з закритими очима; 2) стан

функціонального спокою з відкритими очима; 3) ритмічна фотостимуляція; 4) абстрактно-логічний тест; 5) наочно-просторовий тест.

Перед початком експерименту усі обстежувані одержували докладну інструкцію, пов'язану з їх участю в тестуванні. Виконання завдань передбачало їх усне вирішення протягом хвилини, одночасно з реєстрацією ЕЕГ. Під час експерименту досліджувані знаходились у світло-звукоізолюваній камері у положенні сидячі на відстані 1,5 м від монітору комп'ютера, на який проектувався зміст завдання. У стані функціонального спокою та ритмічної фотостимуляції очі досліджуваних були закриті. Решта завдань виконувалися з відкритими очима.

Просторову організацію електричної активності кори великих півкуль виділяли за допомогою когерентного аналізу. Відомо, що математична когерентність є аналогом коефіцієнта кроскореляції, використовуючи по відношенню до окремих частот. Обрахунок цієї функції дає змогу судити про постійність фазових відношень, схожості або синхронності потенціалів між обома ділянками, з яких вони відводяться [2, 3].

Отримані результати були оброблені з використанням стандартного методу варіаційної статистики t-критерія Стюдента. Обчислення проводилось у програмному пакеті MegaStat for Excel чи безпосередньо в MS Excel 2000.

У стані спокою з закритими очима у альфа-діапазоні спостерігаються міжпівкулеві середні когерентні зв'язки у передньолобовій (Fp1- Fp2), задньолобовій (F3- F4) та центральній (C3-C4) ділянках. Синхронно працюють лобові та центральні ділянки, як лівої, так і правої півкулі кори.

У альфа-1 піддіапазоні спостерігається середня міжпівкулева симетрична когерентність хвиль у передньолобовій (Fp1-Fp2), задньолобовій (F3-F4), центральній (C3-C4) та тім'яній (P3-P4) ділянках кори.

У альфа-2 піддіапазоні активно працюють лобові та центральні ділянки обох півкуль. Середня міжпівкулева когерентність відмічена у передньолобовій (Fp1- Fp2) та задньолобовій (F3-F4) ділянках кори. У лівій півкулі кори спостерігається внутрішньопівкулевий зв'язок передньої та бічної лобових ділянках (Fp1-F7), проте у лівій півкулі кори цей зв'язок не зафіксовано.

У альфа-3 піддіапазоні середній міжпівкулевий когерентний зв'язок спостерігається у задньолобовій (F3-F4) ділянці кори.

Синхронно працюють як лобові, так і центральні ділянки кори в межах кожної півкулі.

Отже, у альфа-діапазоні та його піддіапазонах спостерігається середній міжпівкулевий зв'язок у задньолобовій ділянці. У альфа-1 піддіапазоні середній когерентний зв'язок зафіксовано у тім'яній ділянці. Проте тільки у альфа-2 піддіапазоні виділено внутрішньопівкулевий середній когерентний зв'язок у лобовій ділянці лівої півкулі кори головного мозку (рис. 1).

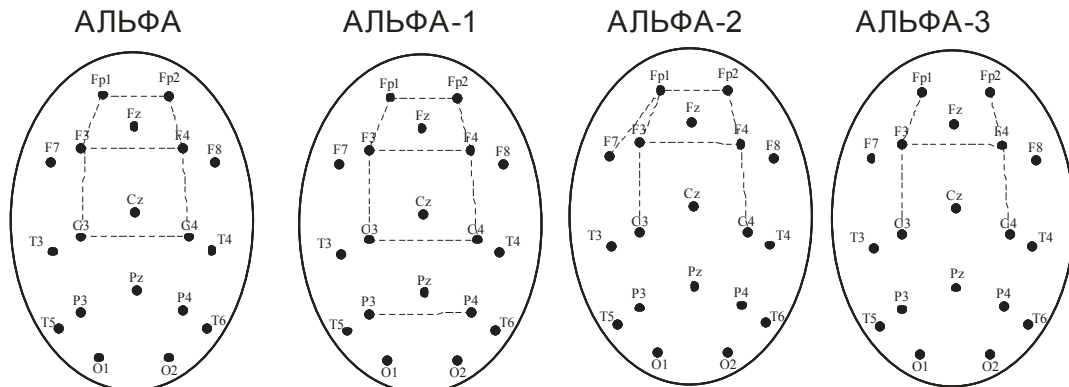


Рис. 1. Когерентні зв'язки альфа-ритму у стані спокою з закритими очима

Примітка: ----- середня когерентність ($r = 0,50-0,70$); ——— висока когерентність ($r = 0,71-1,0$)

Відведення: F1,F2-передньолобні; F3,F4,Fz-задньолобні; F7,F8-бічні лобні; T3,T4-передньоскроневі; C3,C4,Cz-центральні; T5,T6-задньоскроневі; P3,P4,Pz-тім'яні; O1,O2-потиличні відведення.

У стані спокою з відкритими очима у альфа-діапазоні спостерігається просторова синхронізація у лобовій та центральній ділянках. Спостерігається середній симетричний міжпівкулевий когерентний зв'язок у задньолобовій (F3-F4) ділянці. Внутрішньопівкулева середня когерентність відмічена у лобових та центральних ділянках обох півкуль кори головного мозку.

У альфа-1 піддіапазоні не спостерігається висока міжпівкулева симетрична когерентність хвиль. Середня міжпівкулева когерентність відмічена в задньолобовій (F3-F4) ділянці.

У альфа-2 піддіапазоні середня міжпівкулева когерентність відмічена в передньолобовій (Fp1-Fp2) та задньолобовій (F3-F4) ділянках. Просторова синхронізація спостерігається у лобових та центральних ділянках.

У альфа-3 піддіапазоні не зафіксовано середню міжпівкулеву когерентність. Синхронно працюють внутрішньо півкулеві лобові та центральні ділянки обох півкуль кори (Fp1-F3, F3-C3, Fp2-F4, F4-C4).

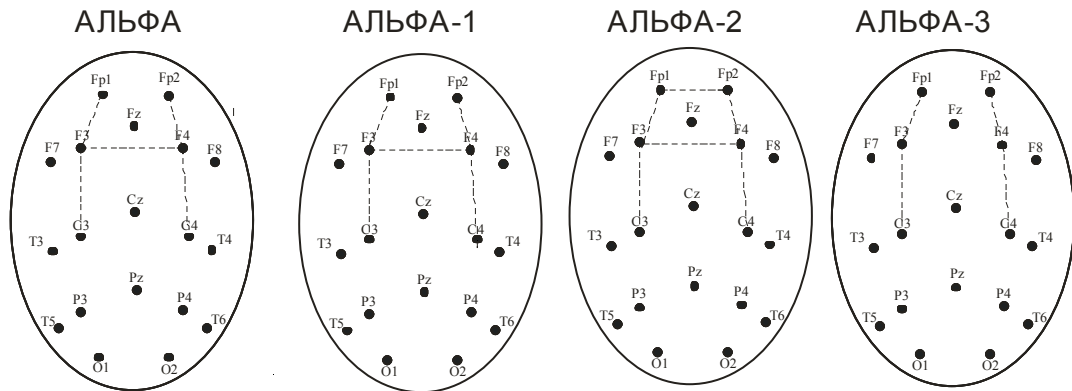


Рис. 2. Когерентні зв'язки альфа-ритму у стані спокою з відкритими очима
Примітка (див. рис.1).

Отже, у альфа-діапазоні та альфа-1, альфа-2 піддіапазонах спостерігається середня міжпівкулева симетрична когерентність хвиль у задньолобовій ділянці. У альфа-3 піддіапазоні середню симетричну міжпівкулеву когерентність не зафіксовано. І тільки у альфа-2 піддіапазоні середня міжпівкулева симетрична когерентність хвиль у виділяється у передньолобовій ділянці. Синхронно працюють як лобові, так і центральні ділянки обох півкуль кори (рис. 2).

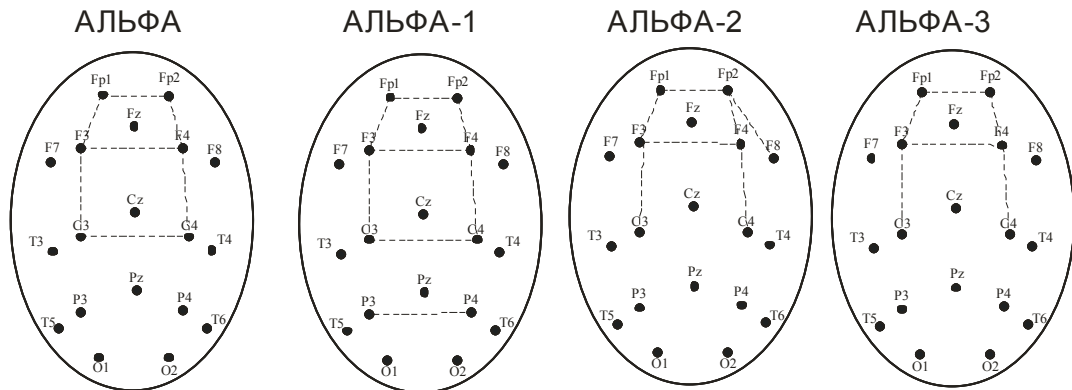


Рис. 3. Когерентні зв'язки альфа-ритму при фотостимуляції

Примітка (див. рис.1).

При фотистимуляції спостерігається когерентні зв'язки в альфа-діапазоні подібно до стану спокою з закритими очима. В альфа-2 піддіапазоні зникає латеральний зв'язок в лівій лобовій частці. Проте, альфа-3 піддіапазоні з'являється симетричний міжпівкулевий зв'язок в передньолобових ділянках кори (рис. 3).

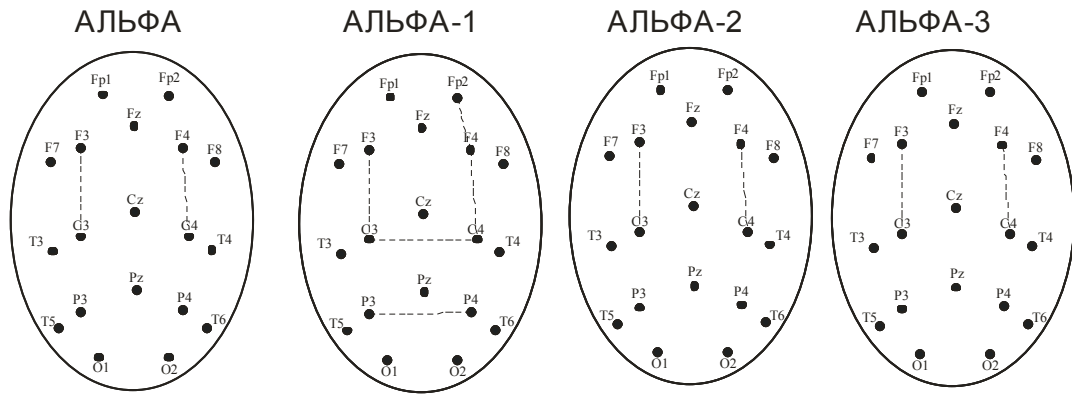


Рис. 4. Когерентні зв'язки альфа-ритму при абстрактно-логічному мисленні
Примітка (див. рис.1).

При абстрактно-логічному мисленні у альфа-діапазоні та альфа-2, альфа-3 піддіапазонах спостерігається просторова синхронізація у задньолобовій та центральній ділянках. У правій та лівій півкулях кори спостерігаються внутрішньопівкулеві середні когерентні зв'язки у задньолобовій та центральній ділянках (F3-C3, F4-C4).

У альфа-1 піддіапазоні спостерігається середня міжпівкулева симетрична когерентність хвиль у центральній (C3-C4) та тім'яній (P3-P4) ділянках кори. Права півкуля кори є більш активною у лобовій ділянці кори (Fp2-F4).

Отже, у альфа-діапазоні та його піддіапазонах зафіксовані внутрішньопівкулеві когерентні зв'язки обох півкуль у задньолобовій та центральній ділянках. Проте тільки у альфа-1 піддіапазоні спостерігається симетричні міжпівкулеві зв'язки у центральній та тім'яній ділянках, а також відмітимо, що права півкуля кори є більш активна у лобовій ділянці (рис. 4).

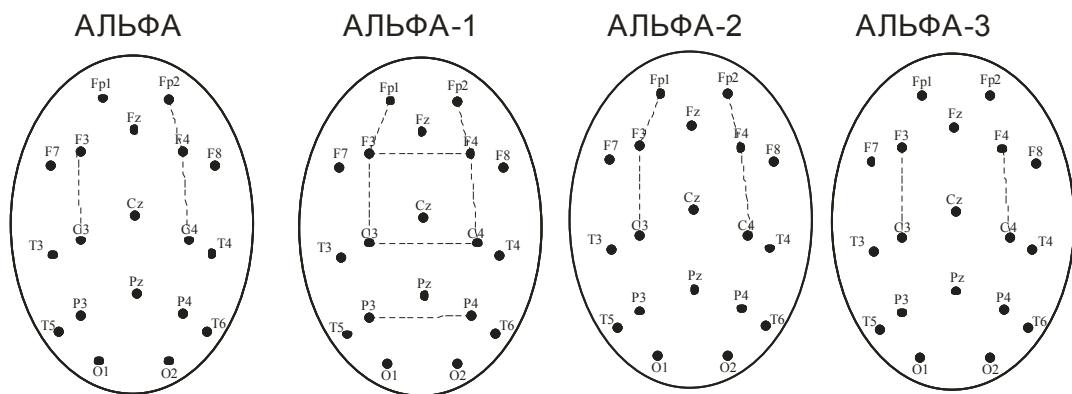


Рис. 5. Когерентні зв'язки альфа-ритму при наочно-просторовому мисленні
Примітка (див. рис.1)

При наочно-просторовому мисленні у альфа-діапазоні спостерігаються внутрішньопівкулеві когерентні зв'язки у

задньолобовій та центральній (F3-C3, F4-C4). У правій півкулі кори зафіксовано внутрішньопівкулеві когерентний зв'язок у лобовій (Fp2-F4) ділянці.

У альфа-1 піддіапазоні спостерігається просторова синхронізація у лобовій, центральній та тім'яній ділянках. Середня міжпівкулева когерентність відмічена в задньолобовій (F3-F4), центральній (C3-C4) та тім'яній (P3-P4) ділянках.

У альфа-2 піддіапазоні синхронно працюють лобові та центральні ділянки кори обох півкуль. Спостерігається внутрішньопівкулева когерентність хвиль у лобовій та центральній ділянках лівої та правої півкулі кори.

У альфа-3 піддіапазоні зафіксовано внутрішньопівкулеві когерентні зв'язки обох півкуль у задньолобовій та центральній ділянках (F3-C3, F4-C4).

Отже, тільки у альфа-1 піддіапазоні зафіксовано середні симетричні міжпівкулеві когерентні зв'язки у задньолобовій, центральній, тім'яній ділянках. Лише у альфа-діапазоні у правій півкулі кори головного мозку спостерігається внутрішньопівкулеві середній когерентний зв'язок у лобовій ділянці, проте у лівій півкулі кори цей зв'язок відсутній (рис. 5).

Висновки:

Загалом відкривання очей призводить до зменшення когерентних зв'язків або десинхронізації у альфа-діапазоні та його піддіапазонів.

При мислительній діяльності в підлітків зникають симетричні міжпівкулеві зв'язки в передньолобовій ділянці кори.

В альфа-діапазоні та альфа-2, альфа-3 піддіапазонах при когнітивних навантаженнях спостерігається просторова синхронізація в межах кожної півкулі головного мозку.

При наочно-просторовому мисленні кількість когерентних зв'язків більша, ніж при абстрактно-логічному.

ЛІТЕРАТУРА

1. Швайко С.Є., Дмитроца О.Р., Пахолук О.Ю. Статеві особливості амплітудно-часових характеристик викликаних потенціалів головного мозку під час когнітивної діяльності // Науковий вісник ВНУ ім. Л.Українки. - 2008. - №3. - С. 22-27.
2. Bryson S.E., McLaren J., Wadden N.P., Maclean M. Differential asymmetries for positive and negative emotions: hemisphere or stimulus effect? // Cortex. - 1991. - V. 27(1). - P. 359-370.
3. Geffen G., Bradshaw J., Wallace G. Interhemispheric effects on reaction time to verbal and nonverbal stimuli // J.Exp. Psychol. - 1971. - V. 87. - №2. - P. 415-432.

С.Е. Швайко, О.Ю. Пахольук, Е.Р. Дмитроца
ОСОБЕННОСТИ КОГЕРЕНТНОСТИ ВОЛН АЛЬФА-
ДИАПАЗОНА В УСЛОВИЯХ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПОДРОСТКОВ

Ключевые слова: когнитивная деятельность, активность коры, альфа-ритм электроэнцефалограммы, когерентность

Проведено исследование ЭЭГ у 60 здоровых особей женского и мужского пола, в возрасте 13-14 лет. С использованием когерентного анализа показано, что открытия глаз приводит к снижению когерентных связей или десинхронизации в альфа-диапазоне и его поддиапазонов. При мыслительной деятельности у подростков исчезают симметрические межполушарные связи переднелобовой области коры. В альфа-диапазоне и альфа-2, альфа-3 поддиапазонах при когнитивной нагрузки отмечена пространственная синхронизация в обеих полушарий головного мозга. При наглядно-пространственном мышлении количество когерентных связей больше по сравнению с абстрактно-логическим.

S.Ye. Shvayko, O.Yu. Pakholyuk, O.R. Dmytrotsa
PARTICULARITIES OF ALPHA-RANGE WAVE COHERENCE
DURING COGNITIVE ACTIVITY IN ADOLESCENTS

Key words: cognitive activity, cortex activity, alpha-rhythm EEG, coherence

EEG studies of 60 healthy 13-14 year-old adolescents were carried out. Using coherence analysis it was shown that eyes opening leads to the decrease of coherent links, or desynchronization, in alpha-range and its sub-ranges. Cognitive activity in adolescents leads to the disappearance of symmetrical inter-hemisphere links in the frontal lobe part of the cerebral cortex. Alpha-range and alpha-2, alpha-3 sub-ranges exhibit spatial synchronization within each hemisphere of the brain during cognitive work. The number of coherent links is higher during visual-spatial thinking than during abstract logical thought.