

УДК 612.821

**ОСОБЛИВОСТІ КОГЕРЕНТНОСТІ ХВИЛЬ АЛЬФА-ДІАПАЗОНУ
ЗА УМОВ НАОЧНО-ПРОСТОРОВОГО Й АБСТРАКТНО-ЛОГІЧНОГО
МИСЛЕННЯ У ЮНАЦЬКОМУ ВІЦІ****О. Пахолук**

*Волинський національний університет імені Лесі Українки
вул. Потапова, 9, Луцьк 43000, Україна
e-mail: biologycal@univer.lutsk.ua*

Проведено дослідження ЕЕГ у 60 здорових осіб жіночої та чоловічої статі віком 16–17 років. З використанням когерентного аналізу показано, що найвища просторова синхронізація хвиль альфа-ритму та його піддіапазонів спостерігається за умов спокою з заплющеними очима та фотостимуляції. Достовірні відмінності просторової синхронізації загалом альфа-ритму (піддіапазонів альфа-2 і альфа-3) між тестами відзначені, в основному, в передньоасоціативних ділянках кори головного мозку. В альфа-1 піддіапазоні відмінності просторової синхронізації зареєстровані як у лобових, так і в задньоасоціативних структурах кори. Між абстрактно-логічним і просторово-образним мисленням не відзначено достовірної різниці просторової синхронізації в альфа-ритмі та його піддіапазонах.

Ключові слова: альфа-ритм електроенцефалограми, когнітивна діяльність, когерентність.

Дослідження останніх років вказують на зростаючий інтерес до пошуку психофізіологічних механізмів мислення. Одним із найактуальніших питань психофізіології в наш час є вивчення міжпівкулевої функціональної активності мозку, особливостей організації та функціонування мозкових структур при когнітивних процесах [2–4, 7]. Загалом, проблема електричної активності кори при мислительній діяльності досліджена недостатньо, особливо у віковому аспекті. Оскільки альфа-ритм має зв'язки з системами мозку, які створюють оптимальні умови для його діяльності, а просторова синхронізація ритмів ЕЕГ є стійкою індивідуальною характеристикою людини [7], ми обрали вивчення когерентності хвиль альфа-діапазону за умов різних форм мислення у юнацькому віці.

У дослідженнях взяли участь 60 осіб жіночої та чоловічої статі віком 16–17 років. Усі були здоровими за даними психоневрологічного та соматичного обстеження, праворукі 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.

Біоелектричну активність кори головного мозку досліджували за допомогою апаратно-програмного комплексу «НейроКом». При записі ЕЕГ активні електроди розміщували за міжнародною системою 10–20% у дев'ятнадцяти точках на скальпі мозку (рис. 1). Реєстрацію здійснювали монополярно, як референтні використовували вушні електроди A1 і A2, з метою поліпшення якості запису накладали додаткові референтні електроди N (nasion) і Ref (встановлюється у лобовій ділянці голови). Для відстеження

функціонального стану та реакції обстежуваного на стимули брали систему відеомоніторингу з інфрачервоним підсвітленням. Реєструвалися 60 с інтервали ЕЕГ. При проведенні Фур'є-реалізації епоха аналізу становила 500 мс з 50% перекриттям. Частота дискретизації каналового сигналу складала 2 мс. Вхідний опір для синфазного сигналу становив більше 100 МОм. Фільтри високих частот встановлювались на 50 Гц, низьких – на 0,1 Гц. Напруга внутрішніх шумів, приведена до входу, не перевищувала 0,8 мкВ. Стала часу перехідного процесу становила не менше 0,3 с. Опір електродів становив близько 100 кОм. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовувалася процедура ІСА-аналізу. В подальшому проводилася фільтрація ІСА-компонент з артефактним сигналом і композицією неартефактних ІСА-компонент у результуючу ЕЕГ. При фільтрації артефактів з ЕЕГ видалялося не більше п'яти (артефактних) ІСА-компонент. У випадку, коли окремі спалахи артефактної активності не вдавалося відфільтрувати за допомогою ІСА-обробки, артефактні відрізки ЕЕГ вирізали з нативної ЕЕГ у ручному режимі.

Реєстрація ЕЕГ проводилася у таких експериментальних станах:

- 1) стан функціонального спокою з заплющеними очима (З);
- 2) стан функціонального спокою з розплющеними очима (В);
- 3) ритмічна фотостимуляція (Ф);
- 4) абстрактно-логічний тест (А);
- 5) наочно-просторовий тест (Н).

Фонова ЕЕГ відображає електроенцефалографічні процеси мозку у стані спокою, які за своїм характером все-таки є діяльністю, що спрямована на забезпечення функціональної активності енергетично-пластичних процесів мозку. Вона характеризує стан мозку, який склався в результаті усієї сукупності реакцій на численні та тривалі фізіологічні впливи на ЦНС. ЕЕГ-індикатори значною мірою несуть інформацію про певні стійкі риси особистості [1].

При ритмічній фотостимуляції досліджуваний сидів із заплющеними очима, йому подавалися фотостимули частотою 2 Гц.

Як вербальний тест досліджуваному давали 10 завдань, у кожному із яких були два слова, між котрими існує логічний зв'язок. Слід було за аналогією підібрати правильну відповідь із запропонованих п'яти слів, між якими теж існує логічний зв'язок.

Під час просторового тесту досліджуваному теж пропонували виконати 10 завдань. У кожному завданні було 5 фігур, серед яких потрібно знайти зайву фігуру.

Перед початком експерименту всі обстежувані одержували докладну інструкцію, пов'язану з їхньою участю в тестуванні.

Виконання всіх завдань обмежене в часі з метою досягнення суб'єктивно однакової складності. На виконання кожного тесту відводилося 60 с, що відповідало епісі комп'ютерного аналізу ЕЕГ.

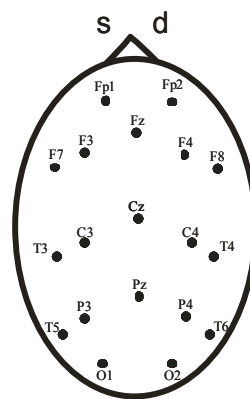


Рис. 1. Схема розміщення електродів при реєстрації електроенцефалограми 19 відведень: s – ліва півкуля; d – права півкуля, F1, F2 – передньолобові (префронтальні); F3, F4, Fz – задньолобові (премоторні); F7, F8 – бічні лобові; C3, C4, Cz – центрально-скроневі; T3, T4 – передньоскроневі; T5, T6 – задньоскроневі; P3, P4, Pz –тім'яні; O1, O2 – потиличні відведення.

Під час експерименту досліджувані перебували у світлозвукоізолюваній камері у положенні сидячи на відстані 1,5 м від монітора комп'ютера, на який проектували зміст завдання. У стані функціонального спокою та ритмічної фотостимуляції очі досліджуванних були заплющені. Решта завдань виконували з розплющеними очима.

Просторову організацію електричної активності кори великих півкуль виділяли за допомогою когерентного аналізу. Відомо, що математична когерентність є аналогом коефіцієнта кроскореляції. Обрахунок цієї функції дає змогу судити про постійність фазових відношень, подібності або синхронності потенціалів між обома ділянками, з яких вони відводяться [1, 2].

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

У стані спокійного неспання з заплющеними очима спостерігалися достовірно високі симетричні та несиметричні когерентні зв'язки альфа-ритму як у передньоасоціативних, так і в задньоасоціативних ділянках кори головного мозку з деякою перевагою лівої півкулі.

Під час розплющування очей кількість достовірно високих і середніх значень когерентності знижується. У юнацькому віці достовірно висока когерентність альфа-хвиль при заплющених очах у лобових відведеннях: між симетричними міжпівкулевими відведеннями $F_{p1}-F_{p2}$, F_3-F_4 та асиметричними відведеннями $F_{p1}-F_7$, $F_{p2}-F_3$. Вірогідність коефіцієнта когерентності становить ($P < 0,001$) порівняно з розплющеними очима.

При фотостимуляції (невербальний подразник) в альфа-діапазоні було відзначено достовірно високу когерентність у префронтальних $F_{p1}-F_{p2}$ ($P < 0,001$) і середню у прецентральних F_3-F_4 ($P < 0,05$) симетричних лобових відведеннях. Також зафіксована середня когерентність цього діапазону в центральних відведеннях (C_3-C_4 , F_4-C_z , $P < 0,005$) за умов фотостимуляції.

При наочно-просторовому мисленні кількість когерентних зв'язків знижується. Відзначено достовірно вищу середню когерентність хвиль альфа-діапазону в симетричних префронтальних лобових відведеннях ($F_{p1}-F_{p2}$, $P < 0,05$) з фокусом когерентності в лівій лобовій частці у стані спокою з розплющеними очима.

При наочно-просторовому мисленні ми відзначили достовірно високу когерентність хвиль альфа-діапазону в лобових відведеннях з деякою перевагою правої півкулі ($F_{p1}-F_{p2}$, F_3-F_4 , $F_{p2}-F_3$, $F_{p1}-F_3$, $F_{p2}-F_4$, $F_{p2}-F_8$, $P < 0,001$), порівняно з фотостимуляцією.

При абстрактно-логічному мисленні біоелектрична активність альфа-ритму була достовірно синхронною у префронтальних відведеннях, де фіксувалася висока когерентність ($F_{p1}-F_{p2}$, $P < 0,001$), а також симетрична внутрішньопівкулева когерентність між префронтальними та премоторними ділянками лобової кори як у правій, так і в лівій півкулі ($F_{p1}-F_3$, $P < 0,05$; $F_{p2}-F_4$, $P < 0,05$) при мислительній діяльності. У решти відведеннях достовірно вища синхронізація альфа-хвиль у стані спокою з розплющеними очима.

Порівнюючи біоелектричну активність альфа-хвиль на невербальний стимул і абстрактно-логічне мислення, зафіксували достовірно більшу синхронність цих хвиль у лобових частках кори з деякою перевагою правої півкулі при фотостимуляції. У лівій півкулі синхронність альфа-ритму спостерігалася між центральними та тім'яними відведеннями (C_3-P_3 , $P < 0,05$).

Таким чином, зміни когерентності в альфа-діапазоні охоплювали, в основному, лобові частки кори головного мозку. Найвищий рівень синхронізації альфа-ритму спо-

стерігався у стані спокою із заплющеними очима і достовірно нижчий у лобових частках став при розплющуванні очей. За умов наочно-просторового мислення рівень когерентності біопотенціалів у частотному діапазоні 8–13 Гц достовірно знижувався порівняно з розплющуванням очей. При дії невербального стимулу рівень когерентності альфа-хвиль підвищувався в симетричних лобових відведеннях з перевагою правої півкулі, а при абстрактно-логічному мисленні істотне збільшення когерентності відзначене як у симетричних відведеннях, так і в межах обох півкуль у латеральних лобових ділянках кори головного мозку (рис. 2).

Аналіз когерентності низькочастотного субдіапазону альфа-1 (8–9 Гц) у стані спокою із заплющеними очима показав, що найбільш тісні взаємозв'язки спостерігались у префронтальних симетричних (F_{p1} – F_{p2} , $P < 0,001$) та префронтально-латеральних лобових відведеннях лівої півкулі (F_{p1} – F_7 , $p < 0,001$) порівняно із розплющеними очима. Менш тісні, але достовірні взаємозміни величини когерентності відзначені у всіх відведеннях лобової кори та премоторної лобової ділянки і центральних відведень ЕЕГ (F_4 – C_3 , F_4 – C_z , F_3 – C_4 , $P < 0,005$), а також у потиличній частці (O_1 – O_2 , $P < 0,001$).

За умов фотостимуляції та спокою з розплющеними очима в альфа-1 піддіапазоні відзначено, що при фотостимуляції достовірні зміни когерентності спостерігались у

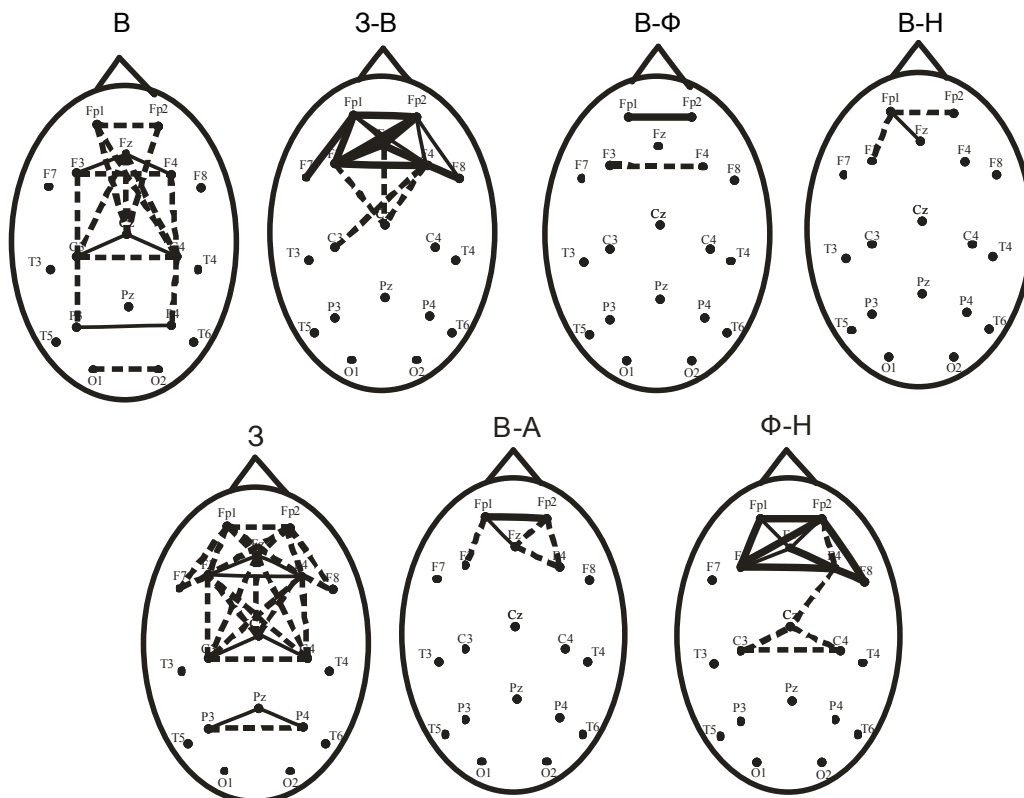


Рис. 2. Достовірні зміни когерентності альфа-діапазону ЕЕГ-активності при різних функціональних станах. Позначення літерами: З – спокій із заплющеними очима; В – спокій із розплющеними очима; Ф – ритмічна фотостимуляція; А – абстрактно-логічний тест; Н – наочно-просторовий тест. Товщина ліній зв'язку відповідає рівню значимості: товста при $P < 0,001$; тонка при $P < 0,01$; пунктирна при $P < 0,05$.

симетричних префронтальних лобових відведеннях, де ступінь синхронності цього ритму був вищий при невербальній стимуляції.

Ступінь когерентності хвиль альфа-1 у наочно-просторовому мисленні був таким самим, як і за умов розплющування очей. Достовірних змін між тестами не виявлено.

При порівнянні біоелектричних потенціалів у діапазоні 8–9 Гц за умов спокою з розплющеними очима й абстрактно-логічного мислення спостерігалися вища когерентність цих хвиль між центральними та тім'яними відведеннями ЕЕГ (C_3-P_3 , C_z-P_3 , C_4-P_4 , $P<0,005$) при мислительному процесі. Проте в лобовій ділянці відзначено достовірне зниження когерентності ($F_{p1}-F_{p2}$, F_z-F_4 , $P<0,005$) порівняно із розплющеними очима.

Когерентність хвиль альфа-1 піддіапазону при фотостимуляції достовірно вища в лобових ділянках порівняно з мислительними процесами (наочно-образне та абстрактно-логічне). Між мислительними тестами різниця в когерентності хвиль альфа-1 незначна: лише у правій півкулі між центральним і тім'яним відведеннями синхронізація підригму вища за умов абстрактно-логічного мислення.

Отже, найвища когерентність хвиль альфа-1 за умов спокою з розплющеними та заплющеними очима як у передньоасоціативних, так і у задньоасоціативних ділянках кори головного мозку з перевагою правої півкулі. На невербальний стимул коркові структури відповідають більшою синхронністю в даному піддіапазоні, ніж на вербальні, особливо у лобових відведеннях. За умов абстрактно-логічного мислення найбільш тісні взаємозміни спостерігалися між центральними та тім'яними ділянками кори правої півкулі порівняно з наочно-просторовим завданням (рис. 3).

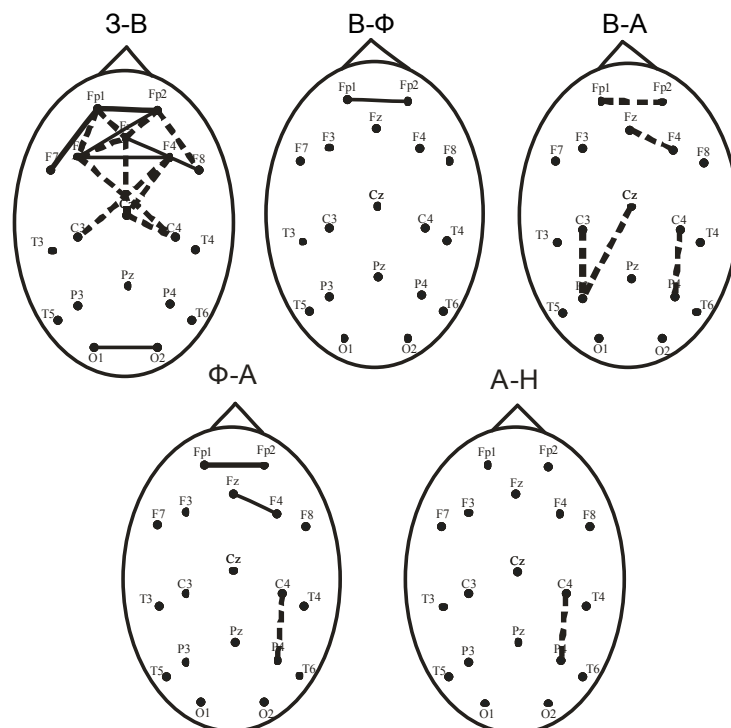


Рис. 3. Достовірні зміни когерентності піддіапазону альфа-1 ЕЕГ-активності при різних функціональних станах. (Позначення літерами див. рис. 2).

У піддіпазоні альфа-2 достовірно вища когерентність відзначена в усіх лобових ($P < 0,001$), премоторних лобових і центральних, а також задньоскроневих і потиличних ($P < 0,05$) відведеннях обох півкуль у стані спокою з заплющеними очима порівняно з розплющеними.

При заплющених очах відзначено, що в піддіпазоні альфа-2 достовірно вища синхронність біопотенціалів кори в усіх лобових відведеннях ($p < 0,001$) за винятком префронтальних ділянок, а також між нижньоскроневою та потиличною ділянками правої півкулі (T_6-O_2 , $P < 0,05$) порівняно з фотостимуляцією.

Когерентність електричних потенціалів у піддіпазоні альфа-2 при фотостимуляції спостерігається достовірно підвищення синхронізації в префронтальних ($F_{p1}-F_{p2}$, $p < 0,001$), премоторних (F_3-F_4 , $P < 0,005$) та префронтально-премоторних ділянках лобової кори ($F_{p2}-F_3$, $P < 0,005$) порівняно зі станом спокою з розплющеними очима. При фотостимуляції синхронно в цьому піддіпазоні працювали премоторні ділянки правої півкулі та центральні – лівої півкулі (F_4-C_3 , $P < 0,005$).

У стані спокою з розплющеними очима достовірно вища синхронізація ритму альфа-2 відзначена майже в усіх лобових відведеннях, за винятком латеральних порівняно з наочно-просторовим і абстрактно-логічним мисленням. Подібна тенденція відзначена при зіставленні фотостимуляції з мислительними процесами: синхронність альфа-2 достовірно вища в лобових і центральних відведеннях кори при фотостимуляції.

При порівнянні біоелектричної активності в цьому піддіпазоні за умов мислительних операцій спостерігалась однакова когерентність і достовірних відмінностей не виявлено (рис. 4).

Отже, просторова синхронізація хвиль альфа-2 достовірно вища у стані спокою з заплющеними очима в лобових і центральних відведеннях. На невербальний стимул синхронізація цього ритму достовірно вища, ніж за умов мислительної діяльності, в основному, в лобових ділянках кори.

Просторова синхронізація піддіпазону альфа-3 у стані спокою з заплющеними очима спостерігається в лобових відведеннях з деякою перевагою правої півкулі ($P < 0,05$).

У стані спокою з заплющеними очима ми відзначили, що синхронність хвиль альфа-3 вища в лобових відведеннях ($F_{p1}-F_z$, $F_{p1}-F_4$, $P < 0,05$) з перевагою лівої півкулі порівняно з фотостимуляцією.

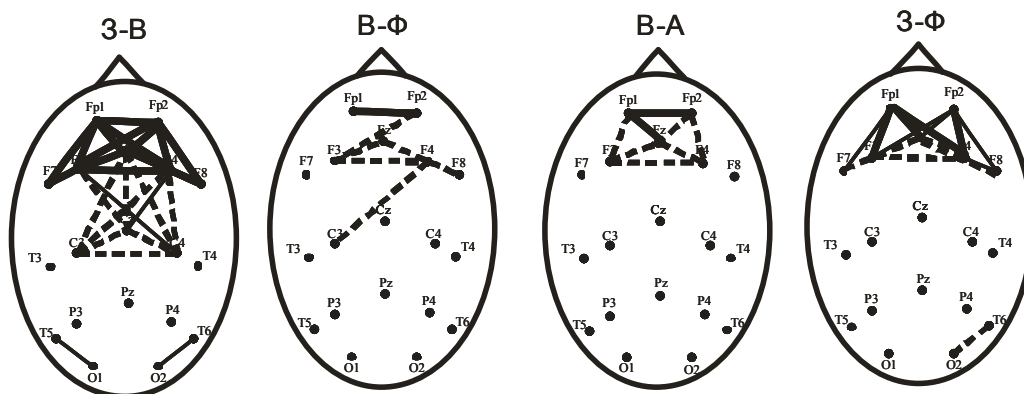


Рис. 4. Достовірні зміни когерентності піддіпазону альфа-2 ЕЕГ-активності при різних функціональних станах. (Позначення літерами див. рис. 2).

У стані спокою з розплющеними очима спостерігали достовірно вищу когерентність у префронтальних відведеннях ($F_{p1}-F_{p2}$, $P<0,005$). У стані спокою з розплющеними очима спостерігалася достовірно вища когерентність у лобових відведеннях ($F_{p1}-F_{p2}$, $P<0,001$; $F_{p1}-F_3$, $F_{p2}-F_4$, F_z-F_4 , $P<0,05$) порівняно з абстрактно-логічним мисленням. Аналогічна тенденція зафіксована при порівнянні розплющених очей з наочно-просторовим мисленням, проте достовірно високих когерентностей у стані спокою було менше ($F_{p1}-F_{p2}$, $F_{p1}-F_3$, $F_{p1}-F_z$, $P<0,05$).

Достовірних відмінностей зміни когерентності альфа-3 при процесах мислення не відзначено (рис. 5).

Отже, висока когерентність хвиль альфа-3 відзначена, в основному, в лобових ділянках кори головного мозку. Найвища синхронізація цього піддіапазону спостерігалася у стані спокою з заплющеними та розплющеними очима. При фотостимуляції когерентність вища, ніж при мислительній діяльності.

М. Н. Ліванов [4] уперше з успіхом використав подібний аналіз ЕЕГ для виділення просторової організації електричної активності кори великих півкуль при утворенні умовного рефлексу. Постійність фазових відношень, висока когерентність потенціалів відображає тісний функціональний зв'язок між активністю досліджуваних частин головного мозку [4–7, 10], функціональну координацію, часову координацію. На думку Д.А. Фарбер [8], посилення когерентності основного ритму ЕЕГ (альфа-ритму) є показником формування функціонального об'єднання кіркових ділянок. За даними П. Раппельсбергера [9], «когнітивна» активація може призводити до десинхронізації альфа-активності і, як наслідок, до зниження когерентності. Ці твердження збігаються з нашими даними: висока синхронізація альфа-ритму та його піддіапазонів відзначена у стані спокою з заплющеними очима. Розплющення очей та мислительні процеси супроводжуються десинхронізацією альфа-активності, на що вказує зниження когерентних зв'язків. Проте в лобових ділянках кори при мислительних процесах зберігається достовірно висока синхронність альфа-ритму та всіх його піддіапазонів.

Найвища просторова синхронізація хвиль альфа-ритму та його піддіапазонів спостерігається за умов спокою з заплющеними очима і фотостимуляції, яка відбувається теж із заплющеними очима. Достовірні відмінності просторової синхронізації загалом альфа-ритму та піддіапазонів альфа-2 і альфа-3 між тестами відзначені, в основному, в передньоасоціативних ділянках кори головного мозку. В альфа-1 піддіапазоні відмінно-

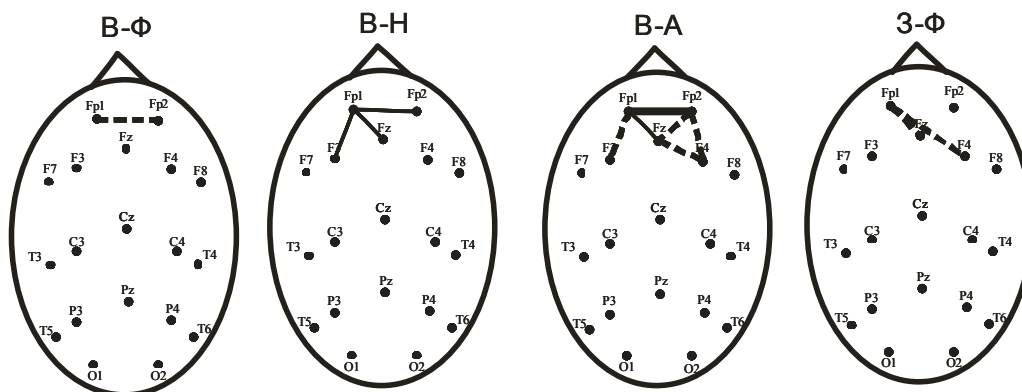


Рис. 5. Достовірні зміни когерентності піддіапазону альфа-3 ЕЕГ-активності при різних функціональних станах. (Позначення літерами див. рис. 2).

сті просторової синхронізації зареєстровані як у лобових, так і в задньоасоціативних структурах кори. При абстрактно-логічному та просторово-образному мисленні не відзначено достовірної різниці просторової синхронізації в альфа-ритмі та його піддіапазонах у 17–18-річному віці.

1. *Бодунов М. В.* «Алфавит» ЭЭГ: типология стационарных сегментов ЭЭГ человека // Индивидуально-психологические различия и биоэлектрическая активность мозга человека. М.: Наука, 1988. С. 56–70.
2. *Гіттик Л. С., Поручинський А. І., Швайко С. Є.* та ін. Взаємодії великих півкуль мозку при когнітивній діяльності (віковий аспект) // Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність: Матеріали наук. конф. Київ, 2001. С. 23.
3. *Гіттик Л. С., Поручинський А. І., Моренко А. Г., Дмитроца О. Р.* Просторова організація викликаних потенціалів головного мозку при його вербальній та невербальній стимуляції (віковий аспект) // Наук. вісн. Волин. ун-ту. 2000. № 7. С. 11–17.
4. *Ливанов М. Н.* Пространственная организация процессов головного мозга. М.: Наука, 1992. 182 с.
5. *Поручинський А. І., Швайко С. Є., Козачук Н. О.* та ін. Кореляційні зв'язки у корі головного мозку при когнітивній діяльності (віковий аспект) // Механізми фізіологічних функцій в експерименті та клініці: Матеріали наук. конф. Львів, 2001. С. 74.
6. *Русинов В. С., Гриндель О. М., Болдырева Г. Н., Вакар Е. М.* Биопотенциалы мозга человека. М.: Медицина, 1987. 256 с.
7. *Свидерская Н. Е., Королькова Т. А.* Пространственная организация электрических процессов мозга: проблемы и решения // Журн. высш. нервн. деят. 1997. Т. 47. № 5. С. 792.
8. *Фарбер Д. А., Бетелеви Т. Г., Горев А. С.* Функциональная организация развивающегося мозга и формирование когнитивной деятельности // Физиология развития ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Ин-т возрастной физиологии РАО, 2000. С. 82.
9. *Rappelsberger P., Lacroix D., Petsche H.* Amplitude and coherence mapping: its application in phycho- and pathophysiological studies // Quantitative EEG analysis-Clinical Utility and New Methods / Eds Rothe M., Zweiner U. Jena: Universitataverlag, 1993. P. 179.
10. *Thatcher R. W., Krause P. J., Hrybyk M.* Cortico-cortical associations and EEG coherence. A two compartmental model // EEG a. Clin. Neurophysiol. 1986. Vol .64. N 1. P. 26.

**PECULIARITIES COHERENCE ALPHA-RYTHM WAVES UNDER CONDITIONS
SPATIAL-VISUAL AND ABSTRACT-LOGICAL THINKING**

O. Paholuk

*Lesya Ukrainka Volyn National University
9, Potapova St., Lutsk 43000, Ukraine
e-mail: biological@univer.lutsk.ua*

The research of EEG was conducted on 60 healthy 16–17 years males and females it was shown that the highest spatial synchronization of alpha-rhythm waves and its subranges is observed under conditions of calmness with closed eyes and photostimulation with the use of coherent. Reliable differences of spatial synchronization, generally alpha-rhythm and its subranges alpha-2 and alpha-3 between tests, are marked, basically in front-associative cortex parts. In alpha-1 subrange the differences of spatial synchronization are registered both in frontal- and in back-associative cortex structures. In abstract-logical and spatial-visual thinking the reliable difference of spatial synchronization in alpha-rhythm and in its subranges wasn't noticed.

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

**ОСОБЕННОСТИ КОГЕРЕНТНОСТИ ВОЛН АЛЬФА-ДИАПАЗОНА
ПРИ УСЛОВИЯХ НАГЛЯДНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО
И АБСТРАКТНО-ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ**

О. Пахолук

*Волынский национальный университет имени Леси Украинки
ул. Потапова, 9, Луцк 43000, Украина
e-mail: biological@univer.lutsk.ua*

Проведено исследование ЭЭГ у 60 взрослых особей женского и мужского пола в возрасте 16–17 лет. С использованием когерентного анализа показано, что наивысшая пространственная синхронизация волн альфа-ритма и его поддиапазонов встречается при условиях спокойствия с закрытыми глазами и фотостимуляции. Достоверные отличия пространственной синхронизации альфа-ритма и поддиапазонов альфа-2 и альфа-3 между тестами отмечены, в основном, в переднеассоциативных областях коры головного мозга. В альфа-1 поддиапазоне отличия пространственной синхронизации зарегистрированы как в лобных, так и в заднеассоциативных структурах коры. Между абстрактно-логическим и пространственно-образным мышлением не отмечена достоверная разница пространственной синхронизации в альфа-ритме и его поддиапазонах.

Ключевые слова: альфа-ритм электроэнцефалограммы, когнитивная деятельность, когерентность.

Стаття надійшла до редколегії 18.11.08
Надійшла після доопрацювання 23.11.09
Прийнята до друку 02.12.09