

## **ОСОБЛИВОСТІ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ МОЗКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОНАННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ПІДВИЩЕНОЇ СКЛАДНОСТІ В ОСІБ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС**

*Результати досліджень свідчать про наявність певного рівня взаємоузгодженості змін загального мозкового кровотоку та електрогенезу кори головного мозку. Найбільшою мірою взаємоузгодженими були зміни, що стосувалися неспецифічної активації кори головного мозку (альфа-системи), тоді як тета-система виявила незначний рівень кореляційних зв'язків зі змінами загального мозкового кровотоку. В осіб, що проживають на радіоактивно забруднених територіях, відмічаються ознаки вегето-судинної дисфункції та погіршення еласто-тонічних властивостей артеріальних судин головного мозку.*

**Ключові слова:** мозкова активність, енергетична активність мозку, постраждалі внаслідок аварії на ЧАЕС.

*Результаты исследований свидетельствуют о наличии определенного уровня взаимосогласованности изменений общего мозгового кровотока и электрогенеза коры головного мозга. В наибольшей мере взаимосогласованными были изменения, которые касались неспецифической активации коры головного мозга (альфа-системы), тогда как тета-система проявила незначительный уровень корреляционных связей с изменениями общего мозгового кровотока. У особ, которые проживают на радиоактивно загрязненных территориях, отмечаются признаки вегето-сосудистой дисфункции и ухудшения эласто-тонических свойств артериальных сосудов головного мозга.*

**Ключевые слова:** мозговая активность, энергетическая активность мозга, пострадавшие вследствие аварии на ЧАЭС.

*The results of researches testify the presence of some level of co-ordination of general cerebral blood flow changes and electro-genesis of cortex. In a most degree concerted were changes of the heterospecific activating level of cortex (alpha-system), while theta-system, found out the insignificant level of cross-correlation connections with the changes of general cerebral blood flow. At the persons living on radioactive polluted territories, attributes of vegeto-vascular dysfunction and deterioration of elasto-tonic properties of brain arterial vessels are marked.*

**Key words:** brain activity, energetic brain activity, people who suffered as the results of Chernobyl catastrophe.

### **Вступ**

Однією з актуальних проблем сучасної психофізіології є встановлення зв'язків між параметрами нейрофізіологічних механізмів мозкової активності та показниками індивідуальних психічних функцій людини як у стані спокою, так і в умовах

різноманітних впливів [1]. Важливим аспектом для вирішення питання взаємодії нервової системи, як базису вищих психічних процесів, та кровозабезпечення структур головного мозку, як енергетичного субстрату, для такого роду діяльності є вивчення особливостей електричної акти-

вності кори головного мозку та системного мозкового кровотоку [2; 3].

Відповідно до сучасних уявлень, робота головного мозку забезпечується тісною взаємодією інформаційних та активаційних процесів. При цьому системи прийому, переробки сигналів та формування поведінкових програм, маючи в своєму розпорядженні результати оцінки наявної ситуації, створюють через систему регуляції «енергетичний фон», функціональний стан, оптимальний для діяльності організму в даних умовах, який, у свою чергу, розглядається як похідна від міри активованості ЦНС. Оптимальним у конкретній ситуації вважають такий рівень активації, який дозволяє досягнути мети діяльності при якомога менших енергетичних затратах.

Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС значна територія України зазнала радіаційного забруднення, яке спричинило певні зміни у функціонуванні окремих органів і тканин, так і цілісного організму. Важливу роль у виникненні реакцій на рівні організму відіграє вплив іонізуючих випромінювань на інтегративні системи організму, які забезпечують цілісність його функціонування. Дане питання тривалий час було предметом полеміки науковців, частина з яких висували думки про відносно високу резистентність ЦНС до дії радіації [4; 5]. Однак варто відзначити, що поява морфологічних змін, яка досить часто визначалася як індикатор радіаційного впливу, є ознакою глибокої патології, тоді як функціональні розлади ЦНС спостерігаються вже при невеликих дозах [6; 7]. В сучасній науковій літературі практично не наводиться даних про особливості нейрофізіологічних механізмів функціонування кори головного мозку та особливостей вегетативного забезпечення коркової активності в осіб, що з моменту народження проживали в умовах хронічної дії малих доз радіації. Слід враховувати, що даний контингент є унікальним, оскільки протягом усього онтогенезу формування і дозрівання функціональних систем організму відбувалося за умов пролонгованого низькоінтенсивного опромінення. Саме тому дослідження особливостей електричної активності жителів радіаційно забруднених районів в поєднанні із вивченням стану загального мозкового кровотоку у відповідь на розумове навантаження є актуальним.

#### **Матеріал і методи дослідження**

У ході даного дослідження було проведено обстеження 120 осіб віком 17-18 років, здорових за даними психоневрологічного та соматичного обстеження. Відповідно до мети дослідження, було виділено 2 групи обстежуваних осіб: експериментальну (60 осіб, що проживають в умовах хронічного впливу малих доз радіації з моменту народження) та контрольну (60 осіб з відносно екологічно чистої зони). Особи, які склали експериментальну групу, проживали на території Во-

линської області із сумарною щільністю радіаційного забруднення 1-5 Кі/км<sup>2</sup>.

Проведене нами дослідження носило комплексний характер і включало в себе вивчення електричної активності головного мозку (електроенцефалографія) та особливостей загального мозкового кровотоку (реоенцефалографія). Когнітивні завдання підбирались попередньо з числа тих, які використовуються практичними психологами, відповідно до особливостей кожної методики [8; 9].

Біоелектрична активність кори головного мозку досліджувалась за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії «DX-5000» (Харків, 1999). Електроди розміщувалися за міжнародною системою 10/20 у шістнадцяти симетричних точках лівої і правої півкулі головного мозку. Реєстрація здійснювалась монополярно. Шляхом математичної обробки, на основі алгоритму швидкого перетворення Фур'є, розраховувалися такі кількісні параметри ЕЕГ, як інтенсивність електричної активності, що характеризує активацію кори головного мозку в зоні відведення, та величини кроскореляційної функції попарно взятих відведень, які відображають рівень просторової синхронізації. Вивчення мозкової гемодинаміки проводилося за методикою реоенцефалографії на комплексі програмних і апаратних методів обстеження «Аскольд» (Київ, 1999). Запис реограм здійснювався у фронто-мастоїдальних відведеннях, що дозволяло реєструвати РЕГ окремо в обох півкулях головного мозку та визначати основні амплітудно-часові характеристики мозкового кровотоку. Для статистичного аналізу результатів були використані стандартні методи параметричної та непараметричної статистики (залежно від характеру розподілу значень).

#### **Аналіз та обговорення отриманих результатів**

Проведений нами аналіз інтенсивності  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\theta$ -ритмів виявив ряд загальних та специфічних ЕЕГ-патернів. Так, зокрема, встановлено, що фонові ЕЕГ за характером внутрішньо- та міжпівкульового розподілу інтенсивності відповідають віковим нормам і статистично достовірно не відрізняються в осіб експериментальної і контрольної груп обох статей.

Загальним проявом ЕЕГ-реакцій на відкриття очей та розумове навантаження є сумарне зменшення енергії височастотних ритмів: генералізована депресія  $\alpha$ -ритму та зниження інтенсивності  $\beta$ -активності у центральних та постцентрально-ділянках.

Динаміка інтенсивності  $\alpha$ -активності при когнітивній діяльності порівняно зі звичайним спогляданням відрізняється у осіб жіночої статі різних груп. У контрольній групі спостерігається зниження амплітудних показників переважно у постцентрально-ділянках, а при виконанні математичних завдань – більш дифузно по корі. В експериментальній групі зниження інтенсивності

є дуже локальним, слабо вираженим і проявляється не при всіх видах розумової діяльності.

Реактивність інтенсивності  $\beta$ -ритму при виконанні інтелектуальних завдань є низькою в обох групах досліджуваних.

В  $\theta$ -діапазоні відмічаються зміни різнонаправленого характеру, який залежить від типу завдання.

Міжгруповий аналіз показників інтенсивності  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\theta$ -ритмів показав, що в жінок експериментальної групи відмічається вищий рівень інтенсивності ЕЕГ-активності, ніж в осіб контрольної групи. Більш детальне вивчення даного факту дало змогу встановити, що в усіх частотних діапазонах, а також незалежно від типу завдання у досліджуваних експериментальної групи в задньо-скроневих і тім'яних ділянках амплітуди ритмів є вищими. Як відомо, парієтальні ділянки кори відносять до неокориткальних систем уваги [10], а їх взаємодія зі скроневими ділянками забезпечує вибіркову увагу в зоровій системі [11].

Враховуючи динаміку  $\alpha$ - і  $\beta$ -активності, можна говорити про те, що вищі значення інтенсивності  $\theta$ -ритму у досліджуваних експериментальної групи є свідченням більшої участі  $\theta$ -системи в організації і підтриманні «контексту» активності. Цей механізм до певної міри можна вважати компенсаторним, оскільки  $\alpha$ -система у них виявляє деяку «пасивність» порівняно з досліджуваними контрольної групи, а  $\theta$ -ритм, згідно з сучасними уявленнями, забезпечує селективну модуляцію збудливості «зацікавлених» коркових зон і полегшує, таким чином, перебіг необхідних операцій [12].

При інтелектуальній діяльності в обох групах досліджуваних чоловічої статі динаміка інтенсивності є однаковою. Виконання інтелектуальних завдань порівняно зі спокійним спогляданням характеризується зниженням інтенсивності  $\alpha$ -активності переважно в постцентральної ділянках. Зміни  $\beta$ -активності у досліджуваних обох груп слабо виражені і стосуються в основному передньолобних ділянок кори. В  $\theta$ -діапазоні виявлено зростання інтенсивності при виконанні математичного тесту порівняно з двома іншими.

Міжгрупові відмінності у досліджуваних чоловічої статі поодинокі і стосуються тих ділянок, в яких не спостерігається статистично достовірних змін інтенсивності.

Кореляційний аналіз електричної активності показав, що фонові ЕЕГ усіх обстежених характеризуються відносно симетричним малюнком просторової взаємодії у всіх досліджуваних діапазонах, але відрізняються кількістю значимих зв'язків. Найбільша кількість високих і значних кореляцій відмічається в  $\alpha$ -, найменша – в  $\theta$ -ритмі.

Найбільш загальним проявом перебудов електричної активності мозку при розумовій діяльності є зменшення рівня просторової синхронізації в  $\alpha$ -діапазоні та її зростання – в  $\theta$ -діапазоні ЕЕГ.

Поряд з цими загальними ЕЕГ-реакціями, які залежать лише від міри розумового напруження і

характерні для всіх досліджуваних, можна виділити і деякі специфічні прояви електричної активності мозку, пов'язані зі статтю і місцем проживання. Нами встановлено, що найбільша кількість міжгрупових відмінностей спостерігається у жінок в  $\alpha$ -, а у чоловіків – в  $\theta$ -діапазоні ЕЕГ.

Так, зокрема, встановлено, що у жінок експериментальної групи в  $\alpha$ -діапазоні при виконанні інтелектуальних тестів зв'язки між тім'яними і потиличними ділянками у кожній півкулі та задньо-скроневою і тім'яною в лівій півкулі тісніші, ніж у досліджуваних контрольної групи.

На нашу думку, менш виражена десинхронізація  $\alpha$ -активності в тім'яних ділянках в осіб експериментальної групи компенсується більш тісною їх взаємодією з потиличними зонами кори, які, перш за все, пов'язані із зоровим сприйняттям [13]. Саме це, на нашу думку, забезпечує оптимальний рівень та об'єм сприйняття.

У досліджуваних чоловічої статі, як вже зазначалося, найбільш суттєві міжгрупові відмінності виявлені при розумовій діяльності в  $\theta$ -діапазоні. Причому кількість цих відмінностей збільшується в міру зростання суб'єктивної складності виконаного завдання. Якщо врахувати те, що вираженість  $\theta$ -складової залежить від «енергетичних запитів» завдання [14, 15], а синхронізацію  $\theta$ -ритму пов'язують з епізодичною пам'яттю та кодуванням нової інформації [16], то більш генералізована його синхронізація у досліджуваних експериментальної групи, на нашу думку, може бути свідченням того, що інтелектуальні завдання виконувалися ними з більшими енергетичними затратами, ніж в контрольній групі.

При виконанні всіх інтелектуальних завдань у чоловіків, які проживали в радіоактивно забруднених районах, відмічено тісніші зв'язки лівої передньолобної ділянки з лівою і правою задньо-скроневими. Ці зв'язки у них з'являються вже при рішенні анаграм, а в контрольній групі – тільки у математичному тесті (і залишаються при цьому нижчими за значеннями коефіцієнтів кореляції). Лобні ділянки, взаємодіючи зі скроневими на частоті  $\theta$ -ритму, створюють, на нашу думку, певний функціональний «контекст» для реалізації мислительних процесів. Очевидно, у чоловіків, які зазнали хронічної дії малих доз іонізуючої радіації, цей «контекст», у першу чергу, спирається на мнестичні процеси.

Отримані нами дані електроенцефалографічного дослідження дають підставу говорити про те, що для чоловіків та жінок, які зазнали хронічної дії малих доз іонізуючої радіації, не характерні патологічні прояви основних нейрофізіологічних механізмів мозкової активності в цілому. Під впливом зовнішніх факторів у них формуються специфічні механізми інтегративних внутрішньокоркових зв'язків, які створюють стабільну морфофункціональну основу для ефективної реаліза-

ції процесів навчання і оптимізації пристосувальних реакцій організму до розумових навантажень. Однак ці механізми характеризуються деякою надлишковістю та не відповідають принципу «мінімального забезпечення функції» [17; 18].

Характер пристосувальних реакцій в експериментальній групі відрізняється в осіб чоловічої і жіночої статі. У жінок оптимізація мислительної діяльності здійснюється на основі підвищення рівня уваги, а у чоловіків більшого значення набувають мнестичні процеси. Обидва механізми реалізуються переважно за рахунок вищої активності  $\theta$ -системи.

Теоретичні положення, які розвиваються сучасною нейропсихологією, дозволяють припустити, що будь-які процеси, в тому числі й інтелектуальні, характеризуються певним рівнем напруження регуляторних механізмів і знаходять відображення в різних вегетативних показниках [19; 20]. Саме тому контроль за станом вегетативної нервової системи може давати уявлення про потенційні можливості організму та «фізіологічну ціну» тієї чи іншої діяльності. Найбільш інформативними при цьому є показники серцево-судинної системи, які відображають енергетичний аспект виконання певного психічного акту та можуть служити об'єктивною характеристикою напруженості діяльності, в тому числі й розумової [20; 21].

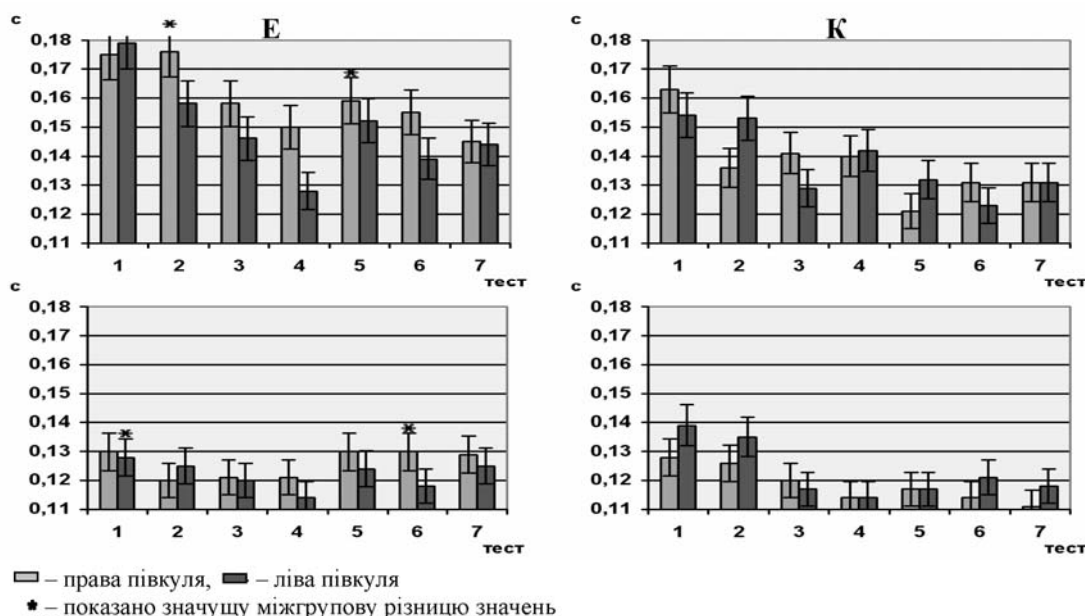
Нами встановлено, що в усіх досліджуваних відмічається загальна тенденція зміни періоду пульсового коливання (ППК) при переході до виконання інтелектуальних завдань: в обох півкулях

спостерігається зниження величини показника. Такі зміни ППК під час розумової діяльності, на нашу думку, є одним з проявів цілісної реакції організму адаптаційної за своєю природою та стресорної за характеристиками [22; 23; 24 та ін.].

Зменшення ППК при виконанні розумових завдань призводить до вкорочення основних інтервальних показників РЕГ. Однак слід відмітити, що за умов зростання розумового навантаження аналізовані нами показники змінюються неоднаково.

В обох групах досліджуваних характер змін часу повільного наповнення свідчить про значну реактивність судин середнього і малого діаметру у відповідь на зміну важкості завдання. При зростанні напруженості розумової діяльності в усіх досліджуваних відмічається прискорення кровотоку на даному відрізку судинного русла.

Звертає на себе увагу динаміка часу повільного наповнення в лівій півкулі: у всіх досліджуваних, незалежно від місця проживання, відмічаються характерні особливості зміни значень показника при ускладненні розумового завдання (різке зниження значень на початку виконання завдань і подальша хвилеподібна динаміка значень) (рис. 1). Однак у жінок та чоловіків експериментальної групи прискорення кровотоку в середніх та дрібних судинах спостерігається пізніше, ніж у контрольній. Це, на нашу думку, свідчить про нижчий рівень його лабільності в осіб з радіоактивно забруднених територій.



**Рис. 1. Показники часу повільного наповнення у жінок (вгорі) та чоловіків (внизу) експериментальної (Е) та контрольної (К) груп.**

Тести за номерами: 1 – фон; 2 – стан спокою з відкритими очима; 3 – виключення понять; 4 – складання синонімічного ряду; 5 – творчий тест (початок); 6 – творчий тест (закінчення); 7 – математичний тест

Загальний стан судин на відрізку від серця до головного мозку характеризується незначним збільшенням їх тону при переході від стану спокою до виконання тестових завдань, причому зміни його з ускладненням розумової діяльності не відмічається.

В ході нашого дослідження спостерігається ряд особливостей відносної величини пульсового кровонаповнення інтракраніальних судин. В осіб, що зазнали хронічного впливу іонізуючої радіації відмічається нижчий рівень кровонаповнення судинного русла вже у стані спокою. На думку науковців, це може бути свідченням погіршення еласто-тонічних властивостей артеріальних судин чи з наявністю деструктивних змін судинної стінки в осіб, які проживають на території з підвищеним вмістом радіонуклідів [25]. Протягом дослідження у всіх обстежених вищі значення реографічного індексу відмічаються в лівій півкулі, що підтверджується даними, отриманими іншими науковцями [24].

Решта аналізованих нами показників РЕГ не виявляє статистично достовірної відмінності між досліджуваними групами.

Таким чином, зміни мозкового кровотоку при виконанні розумових завдань полягають у збільшенні швидкості току крові при відносно постійному об'ємному кровотоці, що супроводжується констрикцією мозкових судин та збільшенням ЧСС. При цьому в жителів радіоактивно забруднених районів відмічається зниження функціональної лабільності кровотоку у середніх та дрібних судинах, а також нижчі величини амплітудних показників реограми, що свідчить про наявність вегето-судинної дисфункції кровеносного русла.

Проведений експеримент показав, що поряд із змінами електричної активності кори головного мозку при виконанні інтелектуальних завдань певну динаміку мають і показники загального мозкового кровотоку. Як свідчать отримані науковцями дані [26], активна розумова робота спричинює значний вплив на серцево-судинну систему, підвищуючи регіонарний кровообіг головного мозку, оскільки тканина мозку не має власних енергетичних ресурсів і безпосередньо залежить від притоку кисню та глюкози, що здійснюється через кров. Виходячи із наявних в літературі уявлень про наявність регуляторних взаємодій між структурами головного мозку та локальним мозковим кровотоком [27; 28] нами був проведений кореляційний аналіз між показниками РЕГ та ЕЕГ з метою оцінки ступеня узгодженості таких змін.

Оскільки за даними реоенцефалографії можна проаналізувати лише загальний церебральний кровотік, а електроенцефалографія дозволяє реєструвати локальні зміни електричної активності кори головного мозку, то для порівняння показників, отриманих за цими методиками, нами було розраховано величину середньої інтенсивності електричної активності кори головного мозку у кожній півкулі.

Аналіз отриманих даних показав, що зміни електричної активності значною мірою корелюють із показниками мозкової гемодинаміки, однак рівень взаємодії залежить як від статі досліджуваних, так і від ритму ЕЕГ.

В усіх обстежених виявлено ряд загальних особливостей взаємодії показників інтенсивності ЕЕГ та мозкового кровотоку: найбільш тісним є зв'язок між усіма досліджуваними показниками РЕГ та інтенсивністю альфа-діапазону ЕЕГ. Тобто генералізована депресія альфа-ритму, що розвивається в корі головного мозку, при ускладненні інтелектуальних завдань супроводжується вкороченням основних часових характеристик мозкового кровотоку (періоду пульсового коливання, часу швидкого наповнення, часу повільного наповнення, часу запізнення реохвилі). Рівень кореляційних зв'язків, що відмічені, становить 0,40-0,89.

Бета-діапазон електричної активності кори головного мозку характеризується наявністю статевих особливостей динаміки показників ЕЕГ і РЕГ, що виражаються в наявності значних прямопропорційних зв'язків між значеннями інтенсивності даного ритму та такими показниками, як період пульсового коливання, час швидкого наповнення та час повільного наповнення в обох півкулях.

Найнижчий рівень зв'язку відмічений між показниками церебрального кровотоку та змінами інтенсивності електричної активності в діапазоні тета-активності. Так, зокрема, показано, що у жінок зростання інтенсивності тета-ритму призводить до узгодженого із ним збільшення кровонаповнення лише дрібних судин мозку.

Хоча в роботах деяких науковців [29] лише в ряді випадків вдавалося виявити відповідність ділянок нейронної активності з ділянками зміни локального кровотоку, в літературі існують переконливі факти щодо наявності ЕЕГ корелятив творчої діяльності та синергічних змін локального мозкового кровотоку в різних функціональних зонах кори (особливо відмічена роль лобних, скроневих та тім'яних ділянок) [30; 31].

Результати дослідження, проведеного нами, свідчать про наявність певного рівня узгодженості змін загального мозкового кровотоку та електрогенезу кори головного мозку. Найбільшою мірою взаємоузгодженість змін стосуються рівня неспецифічної активації кори головного мозку (альфа-системи), тоді як тета-система, яку ряд науковців пов'язують із тривалістю, важкістю, необхідністю підтримування певного рівня уваги і т.д. [14; 15] виявила незначний рівень кореляційних зв'язків зі змінами загального мозкового кровотоку.

Аналізуючи можливі механізми патогенезу іонізуючого випромінювання, ряд авторів показали, що вегетативні параметри мають більш очевидну середовищну детермінацію в процесі онтогенезу, ніж ЕЕГ-показники [32].

Отже, нейрофізіологічні механізми формування зрілої структури мозкової ритміки у жителів радіоактивно забруднених районів є відносно інертними і з віком, як ми вважаємо, не зможуть забезпечити достатній базис для виконання складних інтегративних видів діяльності. Саме тому, виявлені особливості електричної активності жителів радіаційно забруднених районів у поєднанні зі зниженням загального мозкового кровотоку та його меншою функціональною лабільністю у відповідь на розумове навантаження створюють небезпеку закріплення функціональних зсувів, які на момент обстеження носять компенсаторний характер.

#### Висновки

1. При виконанні когнітивних завдань спостерігається зростання активації кори головного мозку та значна реактивність судин головного мозку в міру підвищення

складності виконуваних завдань усіх досліджуваних, незалежно від місця проживання.

2. Найбільший рівень узгодженості функціональних змін параметрів нейронної активності та значень мозкового кровотоку відмічений в альфа-діапазоні ЕЕГ.
3. При виконанні розумових завдань у осіб експериментальної групи реалізація перебудови основних частотних діапазонів ЕЕГ відбувається переважно за рахунок вищої активності тета-системи.
4. В осіб, що проживають на радіоактивно забруднених територіях, відмічаються ознаки вегето-судинної дисфункції та погіршення еласто-тонічних властивостей артеріальних судин головного мозку, про що свідчить нижчий рівень відносного пульсового кровонаповнення вже у стані спокою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Коцан І.Я., Козачук Н.О., Журавльов О.А. Особливості просторової синхронізації альфа-ритму у жінок з різним рівнем інтелекту при виконанні завдань конвергентного типу // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. – Черкаси. – 2007. – Вип. 105. – С. 38-42.
2. Данько С. Г. Об отражении различных аспектов активации мозга в электроэнцефалограмме: что показывает количественная электроэнцефалография состояний покоя с открытыми и закрытыми глазами. – Физиология человека. – Т. 32. – № 4. – 2006. – С. 5-17.
3. Шемякина Н. В. Данько С. Г., Медведев С. В. Сопоставление ПЭТ и ЭЭГ данных при решении вербальных творческих задач // Труды 1-го съезда физиологов СНГ. – Сочи-Дагомыс. – 2005. – Т. 1. – С. 26.
4. Bachofer C.S., Gautereaux M.E. X-ray effects on single nerve fibers // J. Gen. Physiol, 1959. – V. 42. – P.723.
5. Gasteiger E.L., Campbell B. Responce of the Nervous System to Ionizing Radiation // Academic Press Inc., 1962. – № 7. – P. 597.
6. Нощенко А.Г. Віддалені ефекти впливу комплексу чинників радіоекологічної катастрофи на центральну нервову систему потерпілих. – К.: Науковий центр радіаційної медицини АМН України, 1997. – 238 с.
7. Mettler F.A., Upton A.S. Medical effects of ionizing radiation // Philadelphia, 1995. – 430 p.
8. Дружинин В.Н. Психология общих способностей – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – 368 с.
9. Практическая психология в тестах, или Как научиться понимать себя и других. – М.: АСТ-ПРЕСС, 1997. – 376 с.
10. Hager F., Volz H.P., Caser C. et al., Challenging the anterior attentional system with a functional magnetic resonance imaging approach // Europ. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci., 1998. – V. 248. – P. 161-170.
11. Лытаев С.А., Шостак В.И. Значение взаимодействия височной и теменной коры в процессе зрительного восприятия // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 3. – С. 19-26.
12. Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И. Реактивность  $\theta$ - и  $\alpha$ -диапазонов ЭЭГ при произвольном внимании у детей младшего школьного возраста // Физиология человека. – 2002. – Том. 28. – № 5. – С. 15-20.
13. Щербанова Е.И. Изменения ритмов ЭЭГ при вербальном и наглядно-образном мышлении // Журнал высшей нервной деятельности. – 1988. – Т. 38. – № 4. – С. 627-632.
14. Gevins A., Smith M. Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style // Cerebral Cortex. – 2000. – V. 10. – № 9. – P. 829-832.
15. Lorenz J., Lorenz B., Heineke M. Effect of mental task load on fronto-central theta activity in a deep saturation dive to 450 msw // Undersea Biomed. Res. – 1992. – V. 19. – №4. – P.243-246.
16. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance a review and analysis // Brain Res. Rev. – 1999. – V. 29. – № 2-3. – P. 169-173.
17. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А. Методологический подход к изучению индивидуальных особенностей мозговой организации когнитивной деятельности // Сборник докладов 2-й международной научно-методической конференции «Интеллектуальная и творческая одаренность. Проблемы. Концепции. Перспективы», Ростов-на-Дону, 1996. – С. 46-51.
18. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А. Структурные преобразования ассоциативных зон коры больших полушарий как морфологическая основа формирования когнитивных функций мозга человека от рождения до 20 лет // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 41-48.
19. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
20. Ефимов И.В., Хомская И.Д. Межполушарная асимметрия функций и вегетативная регуляция при интеллектуальной деятельности // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. № 5. – С. 147-149.
21. Кангужина К.М., Каиржанова Л.С., Колодченко Н.Д., Касенова А.Т. Реакция сердечной деятельности подростков на учебную нагрузку различной интенсивности // Материалы III Всероссийской конференции «Механизмы функционирования висцеральных систем», посвященной 175-летию со дня рождения Ф.В. Овсянникова. – Санкт-Петербург. – 2003. – С. 131-132.
22. Гудкова Т.И., Ламм Е.Э., Касьянова И.Н. Особенности реакции сердечно-сосудистой системы на умственную и физическую нагрузки у здоровых и у лиц с пограничной артериальной гипертензией // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 3. – С. 54-59.
23. Рашман С.М. Загальна і мозкова гемодинаміка та розумова діяльність за умов вираженого нервово-емоційного напруження // Физиол. журн. – 1992. – Т. 38. – № 6. – С. 78-85.

24. Федоров Б.М., Себекина Т.В., Стрельцова Е.Н., Вакуленко В.М., Сеницына Т.М., Николаева Т.Г. Кровообращение мозга при напряженной умственной работе // Физиология человека. – 1989. – Т. 15. – № 2. – С. 48-55.
25. Леутин В.П., Пыстина Е.А., Ярош С.В. Линейная скорость кровотока в полушариях мозга у левой и правой при гипоксии // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 3. – С. 45-47.
26. Жаворонкова Л.А., Холодова Н.Б. Оценка функционального состояния мозга параметрами когерентности ЭЭГ в отдаленные сроки воздействия ионизирующей радиации (последствия аварии на Чернобыльской АЭС) // Журнал высшей нервной деятельности. – 1994. – Т. 44. – № 1. – С. 159-162.
27. Данилова Н.Н. Психофизиология. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 373 с.
28. Ингвар Д.Х. Функциональный ландшафт доминантного полушария (по данным динамики регионарного мозгового кровотока) // Физиология человека. – 1976. – Т. 2. – № 5. – С. 711.
29. Блинков В.Г., Ушаков В.Л., Климчук О.В., Корниенко В.Н., Анисимов Н.В., Вартанов А.В., Пирогов Ю.А., Верхлютов В.М. Сравнение неинвазивных методов локализации источников активности головного мозга человека. – Научная сессия МИФИ. – 2007. – Т. 5. – С. 153-154.
30. Шемякина Н. В, Данько С. Г. Изменения мощности и когерентности  $\beta$ 2-диапазона ЭЭГ при выполнении творческих заданий с использованием эмоционально-значимых и эмоционально-нейтральных слов // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 1. – С. 20-27
31. Medvedev S.V., Bechtereva N.P., Danko S.G., Starchenko M.G., Shemyakina N.V., Paknomov S.V. PET and EEG studies of brain maintenance of verbal creative activities / Int J Psychophysiol. – 2004. – Vol. 54. – P. 34.
32. Жаворонкова Л.А., Холодова Н.Б., Гоготидзе Н.В., Коптелов Ю.М. Динамическая оценка реакции мозга на воздействие радиации (последствия аварии на Чернобыльской АЭС) // Журнал высшей нервной деятельности. – 1998. – Т. 48. – № 4. – С. 731-741.

Рецензенты: д.пед.н., профессор Сисоева С.О.,  
д.пед.н., профессор Федоришин Б.О.

© Коцан І.Я., Журавльов О.А., 2009

Стаття надійшла до редакції 13.05.2009 р.