

УДК 612.825.55 – 057.87

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ КОГНІТИВНИХ ВП ЗА УМОВ МАНУАЛЬНОЇ АСИМЕТРІЇ (ВІКОВИЙ АСПЕКТ)

Коцан І. Я., Кузнєцов І. П., Качинська Т. В.

Кореляційний аналіз когнітивних ВП за умов мануальної асиметрії (віковий аспект). – І. Я. Коцан, І. П. Кузнєцов, Т. В. Качинська. – Вивчалися особливості міжпівкульових та внутрішньопівкульових взаємодій у право- та ліворуких осіб чоловічої статі молодшої та старшої вікових груп залежно від ймовірності подачі значимих зорових стимулів. У право- та ліворуких осіб старшої вікової групи, порівняно з молодшою, відмічена більш виражена просторова синхронізація. У праворуких хлопчиків 7-8 років до процесів класифікації елементів зображення залучались передньоасоціативні ділянки лівої та задньоасоціативні – правої півкулі. У ліворуких осіб того ж віку впізнання та підрахунок значимих стимулів здійснювалось за умов активації тільки задньоасоціативних ділянок правої півкулі. Незалежно від типу мануальної асиметрії та віку досліджуваних, при зменшенні вірогідності подачі тестових стимулів, відмічено поступове наростання кореляційних зв'язків.

Ключові слова: викликані потенціали, просторова синхронізація, кореляційний зв'язок, мануальна асиметрія.

Адреса: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 43025, м. Луцьк, пр. Волі, 13, Україна.

e-mail: tkachin@gmail.com

Correlation analysis of cognitive evoked potentials in conditions of manual asymmetry (age aspect). – I. Ya. Kotsan, I. P. Kuznetsov, T. V. Kachynska. – Features of interhemisphere and intrahemisphere interactions in right- and left-handed junior and older teenage groups males of in conditions of different significance probability of visual stimuli were studied. Both right- and left-handed persons of the older age groups, compared with the juniors, showed more emphasized EP spatial synchronization. Right-handed 7-8 year-old boys involve anterior associative lobes of the left hemisphere and posterior associative lobes of the right hemisphere in the processes of the image elements classification. Left-handed juniors accomplish the recognition and counting of the significant stimuli due to the activation of only posterior associateve lobes of the right hemisphere. Regardless to the type of manual asymmetry and age, the decrease of the test stimuli appearance probability results in the gradual increase of the correlative links.

Keywords: evoked potentials, spatial synchronization, correlation, manual asymmetry

Address: Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave, Lutsk 43025 Ukraine

e-mail: tkachin@gmail.com

Вступ

Вивчення між- та внутрішньопівкульових взаємодій в процесі реалізації психічних функцій займає одне з центральних місць у психофізіологічних дослідженнях. Показано, що кожна півкуля, здійснюючи специфічний вплив на організацію діяльності, домінує на певних етапах її реалізації. Важливе місце в сучасних дослідженнях займає питання про залежність характеру міжпівкульових взаємодій від характеристик особистості: віку, типу мануальної асиметрії, статі, рівня інтелектуального розвитку та інш. [8]

Дослідження закономірностей розвитку організму дитини та особливостей функціонування його фізіологічних систем на різних етапах онтогенезу необхідне для вирішення проблем охорони здоров'я та розробок педагогічних технологій, адекватних віку. Згідно

сучасних уявлень, адаптативний характер функціонування організму у різні вікові періоди визначається двома важливими факторами: морфофункціональною зрілістю фізіологічних систем та адекватністю факторів середовища функціональним можливостям організму [9]. Так, вік 7-8 років, який вважається критичним періодом розвитку дитини, характеризується одночасними змінами в базових механізмах організації вищих психічних функцій, обмінних процесах та діяльності всіх систем вегетативного забезпечення. Встановлено, що на даному етапі онтогенезу відбуваються значні перебудови в формуванні регуляторних систем мозку. Саме зміни в системі регуляції можна розглядати як найважливіший фактор, що визначає перехід організму на інший рівень функціонування. Важливим чинником, який обумовлює

критичність даного періоду, є різка зміна соціальних умов – початок навчання в школі [9].

З'ясування того, в якій мірі мануальна асиметрія пов'язана з функціональною спеціалізацією півкуль при здійсненні різних видів діяльності є важливим та актуальним завданням психофізіології [2]. Сприйняття зорового стимулу проявляється в його впізнанні та класифікації (значимий/незначимий). Проте, перш за все, відбувається обробка його сенсорних характеристик та співставлення з існуючими в пам'яті образами [3]. Спеціалізація півкуль та їх взаємодія при зоровій ідентифікації стимулу є однією з найбільш обговорюваних в літературі проблем. Вважають, що в правій півкулі відбувається повне описання об'єкта, а в лівій – дискримінаційний аналіз та впізнання на основі вибраної відмінної ознаки. Основними нейрональними структурами, які задіяні в системі зорової уваги, вважаються екстрастріарні асоціативні зони тім'яної та скроневої кори, а також її фронтальні відділи [1]. Системна організація психофізіологічних процесів, в тому числі і зорове сприйняття, на різних етапах онтогенезу суттєво відрізняється і зумовлена рівнем зрілості та характером взаємодії структур мозку [4]. Гетерохронне дозрівання структур мозку в онтогенезі дає можливість виявити певні етапи формування мозкової організації цієї функції. Сприйняття визначається віковими особливостями різних зорових операцій, аналізом властивостей об'єкта, їх мультимодальною консолідацією, ідентифікацією, оцінкою значимості, прийняттям рішення відповідно мотиву перцептивної діяльності [10].

Виділення значимих цільових стимулів із сукупності всіх запропонованих та їх підрахунок характеризує пізнавальні можливості дитини, її здатність до цілеспрямованої, адаптативної поведінки, вміння виділяти суттєву інформацію

[11]. У праворуких осіб, зі сформованою системою зорового сприйняття, ці операції реалізуються з залученням структур лівої півкулі, здебільшого передньоасоціативних. Реалізація цієї діяльності в онтогенезі відбувається порівняно пізно [6].

Дані про взаємозв'язок в онтогенезі формування „рукості”, мови, емоцій та функціональної спеціалізації мозку мають фрагментарний характер. Тому, метою даного дослідження було вивчення особливостей міжпівкульових та внутрішньопівкульових взаємодій у право- та ліворуких осіб чоловічої статі молодшої та старшої вікових груп залежно від ймовірності подачі значимих зорових стимулів.

Методика та контингент дослідження

Дослідження проведено на 80 обстежуваних чоловічої статі, які поділялися за віком на дві групи: 16-18 років – старша (юнаки), 7-8 років – молодша. За типом мануальної асиметрії всі досліджувані були поділені на ліворуких та праворуких (по 20 осіб у кожній групі). Обстежувані були здорові за даними соматичного та психоневрологічного обстеження і самооцінкою. Когнітивні викликані потенціали (КВП) кори головного мозку реєстрували за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії (ЕЕГ) „DX – 5000 Practic” (Харків). Досліджувані знаходились у спеціально обладнаній кімнаті (екранованій, світло- та звукоізолюваній) у стані спокійного неспання з заплющеними очима, в положенні сидячи. При реєстрації ВП активні електроди розміщувались за загальноприйнятою міжнародною системою 10/20 у шістнадцяти точках на скальпі голови (рис.1).

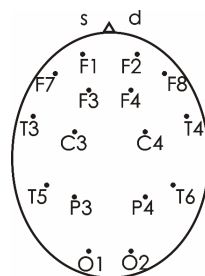


Рис.1. Схема розміщення електродів при реєстрації електроенцефалограми у 16 відведеннях.

s – ліва півкуля, d – права півкуля. F1, F2 – передньолобові, F3, F4 – задньолобові, F7, F8 – латеральні лобові, T3, T4 – передньоскроневі, C3, C4 – центральні, T5, T6 – задньоскроневі, P3, P4 – тім'яні, O1, O2 – потиличні відведення.

Fig. 1. 16-Electrode position scheme for EEG registration.

s – left hemisphere, d – right hemisphere. F1, F2 – frontal lobes, F3, F4 – back lobes, F7, F8 – lateral lobes, T3, T4 – frontal temple, C3, C4 – central, T5, T6 – back temple, P3, P4 – parietal, O1, O2 – cervical leads.

Зорова стимуляція здійснювалась за допомогою фотостимулятора, який знаходився на відстані 1 м від обстежуваного на рівні очей. В якості стимулу використовувались спалахи світла інтенсивністю 0,3 Дж. Вивчення особливостей просторового розподілу кореляційних зв'язків когнітивних ВП здійснювалось шляхом зміни суб'єктивної значимості стимулу. Еталонні – незначимі (спалахи тривалістю 47 мсек) і тестові – значимі (117 мсек) стимули подавались у випадковій послідовності 2 серіями з різною ймовірністю подачі (50:50; 25:75). Досліджуваній підумки підраховував кількість значимих стимулів, і, тим самим, підтримував високий рівень уваги [5].

Визначались коефіцієнти кореляції (r), значення яких були в межах від -1 до +1. Аналізувалися значимі, від 0,51 до 0,70, та високі, від 0,71 до 1,0, показники коефіцієнтів кроскореляції. Отримані результати були оброблені з використанням стандартних методів параметричної (t -критерій Стьюдента) та непараметричної (W -критерій Вілкоксона для непарних груп даних) статистики (залежно від характеру розподілу значень) [7]. Вказані процедури обчислювались у програмному пакеті Attestat чи безпосередньо в MS Excel 2000.

Результати дослідження та їх обговорення

Аналіз та порівняння кореляційних зв'язків між групами право- та ліворуких осіб виявив наступне.

У праворуких юнаків, порівняно з ліворукими, відмічено вищий рівень функціональних зв'язків між відділами кори головного мозку, про що свідчить більша кількість значимих та високих між- та внутрішньопівкулевих кореляцій.

При фотостимуляції у право- та ліворуких осіб відмічено лише значимі кореляції, проте у групі праворуких чоловіків зв'язок між правими тім'яною і задньоскроневою ділянками ($r=0,51\pm 0,05$ – праворукі; $r=0,33\pm 0,07$ – ліворукі) статистично достовірно вищий, ніж у ліворуких.

При підрахунку тестових стимулів (50:50) у праворуких чоловіків зафіксована більша кількість як між-, так і внутрішньопівкулевих кореляцій, проте статистично достовірних відмінностей не виявлено. При сприйнятті еталонних стимулів (50:50) відмічено достовірно вищий зв'язок між лівими передньою та задньою скроневи ділянками у праворуких осіб ($r=0,65\pm 0,05$ – праворукі; $r=0,42\pm 0,07$ – ліворукі).

При підрахунку тестових стимулів з ймовірністю подачі 25:75 у чоловіків з правим типом мануальної асиметрії зафіксовано

значимий міжпівкулевий зв'язок між лівою задньою та правою латеральною лобовими ділянками ($r=0,63\pm 0,05$) та достовірно вищий коефіцієнт кореляції між лівими передньою та задньою скроневи ділянками ($r=0,65\pm 0,04$ – праворукі; $r=0,45\pm 0,06$ – ліворукі). Під час подачі незначимих стимулів (25:75) більша кількість високих між- та внутрішньопівкулевих кореляційних зв'язків відмічена у праворуких осіб. У правшів, порівняно з ліворукими, відмічено достовірно вищий міжпівкулевий зв'язок між лівою латеральною та правою задньою лобовими ділянками ($r=0,78\pm 0,03$ – праворукі; $r=0,55\pm 0,09$ – ліворукі) кори головного мозку (рис.2).

У осіб молодшої вікової групи з різним типом мануальної асиметрії щільніші функціональні зв'язки між відділами кори головного мозку відмічено у праворуких школярів.

При фотостимуляції та подачі тестових і еталонних стимулів (50:50) значимих та високих кореляційних зв'язків не виявлено. При підрахунку тестових стимулів (25:75) у ліворуких осіб зафіксований значимий зв'язок між правими центральною та передньоскроневою ділянками ($r=0,52\pm 0,02$) кори головного мозку. Даний зв'язок, у школярів з лівим типом мануальної асиметрії, був статистично достовірно вищим, порівняно з праворукими. При сприйнятті еталонних стимулів (25:75) у праворуких осіб в обробці зорової інформації відмічено задіяність лобових ділянок лівої півкулі та центральної, скроневої і тім'яної – правої гемісфери. У праворуких осіб зафіксовано значимий зв'язок між лівими латеральною та задньою лобовими ділянками ($r=0,63\pm 0,04$) лівої півкулі. У ліворуких осіб в межах фронтальної кори значимих та високих кореляцій не зафіксовано. Зв'язок між лобовими ділянками, відмічений у праворуких осіб, був статистично достовірно вищим, порівняно з ліворукими (рис.3).

Аналіз показників кореляції у праворуких осіб старшої та молодшої вікових груп показав наступне. Незалежно від ймовірності подачі значимих стимулів та рівня складності дій за інструкцією більш виражена просторова синхронізація відмічена у юнаків. Статистично достовірно вищі кореляційні зв'язки зафіксовані як в передньо-, так і в задньоасоціативній корі. У осіб молодшої вікової групи відмічено лише значимі внутрішньопівкулеві зв'язки у передніх відділах лівої півкулі та задніх – правої. Отже, у праворуких юнаків, порівняно з школярами 7-8 років, відмічено вищий рівень взаємодії між ділянками кори головного мозку (рис.4).

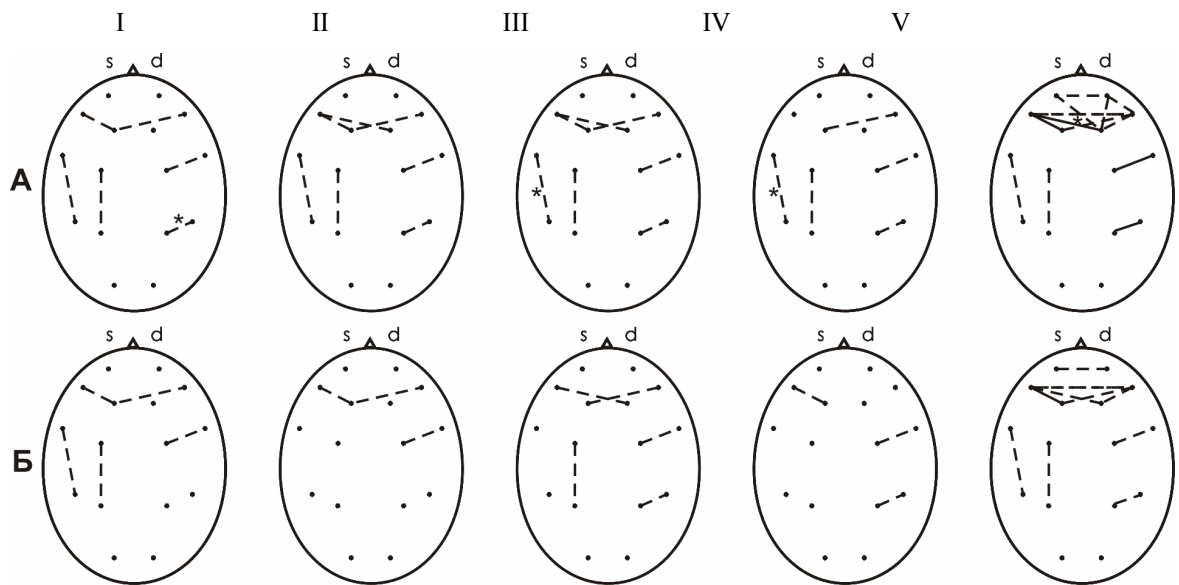


Рис.2. Кореляційні зв'язки ВП мозку у право- (А) та ліворуких (Б) осіб старшої вікової групи. ——— – високі кореляції, - - - - - значимі кореляції. I – фотостимуляція, II – фотостимуляція 50:50 (значимі), III – фотостимуляція 50:50 (незначимі), IV – фотостимуляція 25:75 (значимі), V – фотостимуляція 25:75 (незначимі). * – статистично достовірно вищий коефіцієнт кореляції у праворуких осіб.

Fig. 2. Brain evoked potentials correlations of senior age group right- (A) and left-handed (B) persons. ——— – high correlations, - - - - - significant correlations. I – photostimulation, II – photostimulation 50:50 (target), III – photostimulation 50:50 (no target), IV – photostimulation 25:75 (target), V – photostimulation 25:75 (no target). * – statistically significant higher correlation coefficient in right-handed persons.

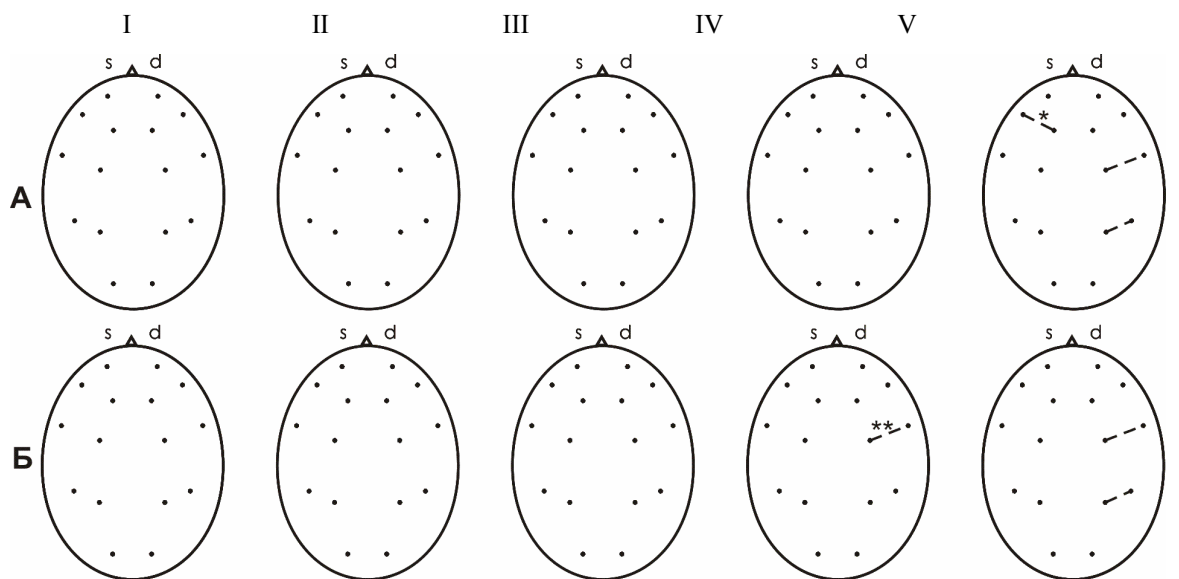


Рис.3. Кореляційні зв'язки ВП мозку у право- (А) та ліворуких (Б) осіб молодшої вікової групи. ——— – високі кореляції, - - - - - значимі кореляції. I – фотостимуляція, II – фотостимуляція 50:50 (значимі), III – фотостимуляція 50:50 (незначимі), IV – фотостимуляція 25:75 (значимі), V – фотостимуляція 25:75 (незначимі). * – статистично достовірно вищий коефіцієнт кореляції у праворуких осіб, ** – статистично достовірно вищий коефіцієнт кореляції у ліворуких осіб.

Fig. 3. Brain evoked potentials correlations of junior age group right- (A) and left-handed (B) persons. ——— – high correlations, - - - - - significant correlations. I – photostimulation, II – photostimulation 50:50 (target), III – photostimulation 50:50 (no target), IV – photostimulation 25:75 (target), V – photostimulation 25:75 (no target). * – statistically significant higher correlation coefficient in right-handed persons, ** – statistically significant higher correlation coefficient in left-handed persons.

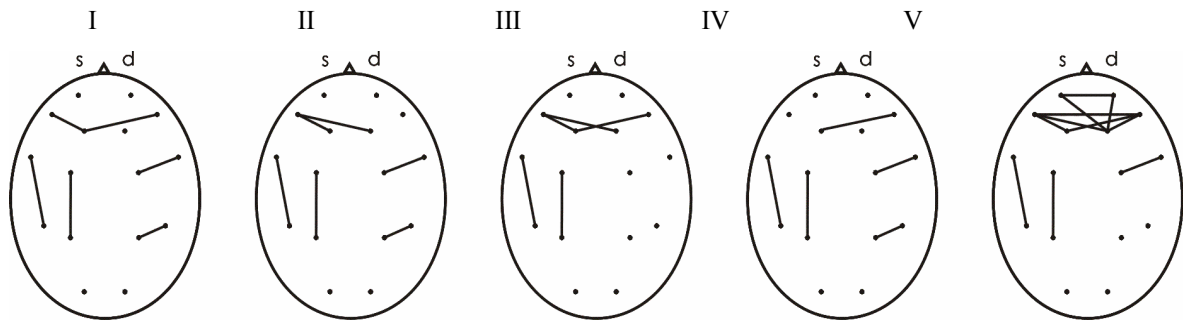


Рис. 4. Просторовий розподіл статистично достовірних відмінностей внутрішньо- та міжпівкулевих взаємодій у праворуких осіб старшої та молодшої вікових груп.

— — достовірно вищий коефіцієнт кореляції у праворуких чоловіків старшої вікової групи.

Fig. 4. Spatial distribution of statistically significant differences of intra- and interhemisphere interactions in right-handed persons of senior and junior age groups. — statistically significant higher correlation coefficient in right-handed males of the senior age groups.

Аналіз показників кореляції у ліворуких осіб старшої та молодшої вікових груп показав, що більш виражена просторова синхронізація при обробці зорових стимулів була у юнаків, що може свідчити про вищий рівень організації взаємодії між ділянками кори головного мозку. У юнаків, при сприйнятті еталонних стимулів, достовірно

вищі кореляції зафіксовані в обох півкулях фронтальної кори та задньоасоціативних відведеннях лівої гемісфери. При підрахунку тестових стимулів вищі показники коефіцієнтів кореляції відмічені між латеральною та задньою лобовими ділянками лівої півкулі та тім'яною і задньоскроневою — правої (рис.5).

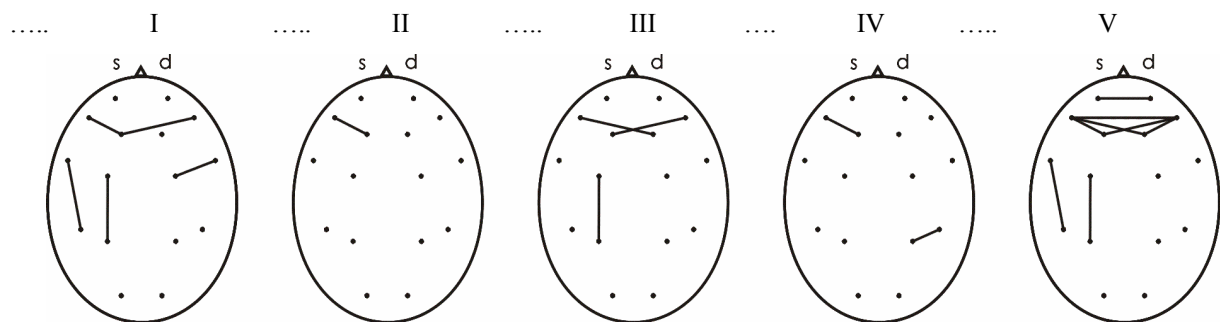


Рис. 5. Просторовий розподіл статистично достовірних відмінностей внутрішньо- та міжпівкулевих взаємодій у ліворуких осіб старшої та молодшої вікових груп.

— — достовірно вищий коефіцієнт кореляції у ліворуких чоловіків старшої вікової групи.

Fig. 5. Spatial distribution of statistically significant differences of intra- and interhemisphere interactions in left-handed persons of senior and junior age groups. — statistically significant higher correlation coefficient in left-handed males of the senior age groups.

Отже, незалежно від складності завдання та ймовірності подачі тестових і еталонних стимулів, у право- та ліворуких осіб старшої вікової групи, порівняно з молодшою, відмічена більш виражена просторова синхронізація.

Незалежно від типу мануальної асиметрії та віку досліджуваних, при зменшенні вірогідності подачі тестових зорових стимулів, відмічено поступове наростання кількості високих та значимих кореляцій.

Розвиток зорового сприйняття та його роль в пізнавальній діяльності визначається морфофункціональною зрілістю окремих ділянок кори та особливостями внутрішньо- та міжпівкулевих зв'язків [10]. Поступовість та гетерохронність дозрівання структур мозку визначає специфіку зорового сприйняття на різних етапах онтогенезу.

Формування зрілого типу динамічної мозкової організації при обробці зорових стимулів, в значній мірі, пов'язано з дозріванням фронтальної кори. Вчені припускають, що передньоасоціативні ділянки, приймаючи участь у обробці сенсорно-специфічного сигналу, за допомогою зворотних низхідних зв'язків організують багатоланкову функціональну систему, чим визначають ступінь та характер участі різних коркових зон в окремих операціях зорового сприйняття. Провідна роль лівої лобової ділянки у процесі обробки зорових стимулів пов'язана з включенням механізмів високого рівня інтеграції. Вищезгадана ділянка бере участь у оцінці смислового значення стимулу, в процесах пам'яті, зокрема, тривалого утримання слідів пам'яті. Це забезпечує високу вибірковість та динамічність системи сприйняття,

яка характерна дорослим [10]. Згідно отриманих результатів дані процеси набувають більшого рівня організації в осіб старшої вікової групи, що пов'язано з відповідними онтогенетичними змінами у структурі і функціях нервової системи. У ліворуких осіб молодшої вікової групи в межах лобової зони не зафіксовано кореляційних зв'язків, що може свідчити про меншу сформованість функцій відповідних ділянок, порівняно з праворукими особами цієї ж вікової групи та юнаками обох груп. У осіб старшої вікової групи в залежності від новизни та складності (зменшення ймовірності подачі тестових стимулів та їх підрахунок) фокус активності формується за рахунок більшої кількості зв'язків у задньоасоціативних ділянках, насамперед правої півкулі.

У праворуких хлопчиків 7-8 років до процесів класифікації елементів зображення, із наступним впізанням та підрахунком, залучались передньоасоціативні ділянки лівої та задньоасоціативні – правої півкулі. У ліворуких осіб впізання та підрахунок значимих стимулів здійснювалось за умов активації центральних, скроневих та тім'яних ділянок правої півкулі кори головного мозку. Можна припустити, що така взаємодія є результатом достатньої сформованості відповідних ділянок вже в даному періоді онтогенезу.

На нашу думку, до аналізу отриманих даних можна застосувати концепцію про дві системи уваги – передню і задню, запропоновану М. Познером. Передня система уваги, яка розміщена в медіальній фронтальній області, відповідає, зокрема, за вибір правильних реакцій, тоді як задня, просторово-зорова система уваги, реалізує більш прості завдання [12]. Взаємодія між ділянками задньоасоціативної кори спостерігається вже у осіб молодшої вікової

групи, що може свідчити про сформованість задньої системи уваги вже у віці 7-8 років. Передня система уваги, очевидно, проходить етап формування і чітко представлена лише у старшій віковій групі.

В ході онтогенезу надійність біологічних систем проходить певні рівні становлення і формування. На ранніх етапах постнатального розвитку вона забезпечується жорсткими, генетично детермінованими взаємодіями окремих елементів функціональних систем. В ході розвитку більшого значення набувають пластичні зв'язки, які створюють умови для динамічної вибіркової організації компонентів системи [9]. Виходячи з цієї думки, можна припустити, що взаємодія між відділами задньоасоціативної кори правої півкулі в процесах зорового сприйняття є генетично детермінована.

Висновки

1. У право- та ліворуких осіб старшої вікової групи, порівняно з молодшою, відмічена більш виражена просторова синхронізація, незалежно від складності завдання та ймовірності подачі тестових і еталонних стимулів.

2. Незалежно від типу мануальної асиметрії та віку досліджуваних, при зменшенні вірогідності подачі тестових зорових стимулів, відмічено поступове наростання кількості високих та значимих кореляцій.

3. У праворуких хлопчиків 7-8 років до процесів класифікації елементів зображення залучались передньоасоціативні ділянки лівої та задньоасоціативні – правої півкулі. У ліворуких осіб впізання та підрахунок значимих стимулів здійснювалось за умов активації центральних, скроневих та тім'яних ділянок правої півкулі кори головного мозку.

1. Баранов-Крылов И. Н., Шуваев В. Т. Нейрофизиологические индикаторы произвольного и непроизвольного зрительного внимания у человека // Физиология человека. – 2000. – Т. 26., № 6. – С. 31-40.
2. Безруких М. М., Хрянин А. В. Особенности функциональной организации мозга у праворуких и леворуких детей 6–7 лет при выполнении зрительно-пространственных заданий разного уровня сложности. Сообщение II. Анализ параметров ЭЭГ при зрительно-пространственной деятельности высокого уровня сложности // Физиология человека. – 2004. – Т. 30., № 1. – С. 50–55.
3. Бетелева Т. Г. Функциональная специализация полушарий при сопоставлении наличного и предыдущего стимулов // Физиология человека. – 2000. – Т. 26., № 3. – С. 21-30.
4. Бетелева Т. Г., Петренко Н. Е. Отражение механизмов направленного внимания в вызванных потенциалах на предупреждающие стимулы у взрослых и детей // Физиология человека. – 2006. – Т. 32., № 5. – С. 15-23.
5. Гнездицкий В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – С. 66-74.
6. Князева М. Г., Большакова Е. Г. ЭЭГ-корреляты успешности вербально-аналитической деятельности младших

школьников // Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. – 1990. – № 1 (3). – С. 75-79.

7. Стентон Гланц. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. – М.: Практика, 1999. – С. 81-108.
8. Степанян А. Ю., Григорян В. Г., Аракелян А. Н., Агабян А. Р. Исследование межполушарной асимметрии мозга при решении задачи пространственно-образного профиля // Журн. высш. нерв. деят. – 2003. – Т. 53., № 4. – С. 480-484.
9. Фарбер Д. А., Безруких М. М. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка // Физиология человека. – 2001. – Т. 27., № 5. – С. 8-16.
10. Фарбер Д. А., Бетелева Т. Г. Формирование зрительного восприятия в онтогенезе // Физиология человека. – 2005. – Т. 31., № 5. – С. 26-36.
11. Фишман М. Н. Нейрофизиологические механизмы отклонений в умственном развитии детей: Методическое пособие для педагогов, психологов, врачей. М.: Экзамен, 2006. – 160 с.
12. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. Под ред. Н. Н. Боголепова, В. Ф. Фокина. – М.: Научный мир, 2004. – С. 336-337.

Отримано: 24 грудня 2008 р.

Прийнято до друку: 29 травня 2009 р.

