

УДК 612.825.55 – 057.87

ОСОБЛИВОСТІ МІЖПІВКУЛЕВИХ ТА ВНУТРІШНЬОПІВКУЛЕВИХ ВЗАЄМОДІЙ У ПРАВО- ТА ЛІВОРУКИХ ОСІБ ПРИ ДІЇ ЗОРОВИХ СТИМУЛІВ РІЗНОЇ ЗНАЧИМОСТІ (ВІКОВИЙ АСПЕКТ)

І.Я.Коцан, О.Р.Дмитроца, Л.О.Шварц, Т.В.Качинська,
Волинський національний університет імені Лесі Українки, кафедра фізіології людини і тварин

Вивчення 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, адаптивний характер функціонування організму у різні вікові періоди визначається двома важливими факторами: морфофункціональною зрілістю фізіологічних систем та адекватністю факторів середовища функціональним можливостям організму [1]. Так, підлітковий вік, який вважається критичним періодом розвитку, пов'язаний з статевим дозріванням і характеризується підвищеною активністю центральної ланки ендокринної системи (гіпоталамуса), що призводить до різкої зміни у взаємодії підкіркових структур та кори головного мозку. Нейрофізіологічні перебудови, що відбуваються в даному періоді онтогенезу, призводять до порушення нормального співвідношення між домінантною і субдомінантною півкулями, тим самим посилюючи емоційну складову поведінки. Виявлення подібних співвідношень дало б можливість розробити нові педагогічні методи, враховуючи полімодальну природу факторів та мануальну асиметрію, які впливають на процес навчання підлітків [2].

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 [3]. Сприйняття, як активна психічна діяльність є багатоланковою системою, що складається з взаємодій між різними структурами мозку, кожна з яких спеціалізовано задіюється в окремих сенсорних і когнітивних процесах [4]. Гетерохронне дозрівання структур мозку в онтогенезі дає можливість виявити певні етапи формування мозкової організації цієї функції, яка визначається віковими особливостями різних зорових операцій, аналізом властивостей об'єкта, його мультимодальною консолідацією, ідентифікацією, оцінкою значимості, прийняттям рішення відповідно мотиву перцептивної діяльності [5]. Виділення значимого цільового стимулу із сукупності всіх запропонованих стимулів характеризує пізнавальні можливості дитини, її здатність до цілеспрямованої, адаптивної поведінки, вміння виділяти суттєву інформацію [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 міжпівкулевих та внутрішньопівкулевих взаємодій у право- та ліворуких осіб чоловічої статі середньої та старшої вікових груп залежно від ймовірності подачі значимих зорових стимулів.

Методика та контингент дослідження: Дослідження проведено на 80 обстежуваних чоловічої статі, віком 16-18 років – старша вікова група (юнаки), 12-13 – середня (підлітки). За типом мануальної асиметрії всі досліджувані були поділені на ліворуких (всього 40 осіб, по 20 осіб кожної з вікових груп) та праворуких (40 осіб, по 20 осіб кожної з вікових груп), здорові за даними соматичного та психоневрологічного обстеження і самооцінкою. Зорові викликані потенціали (ЗВП) кори головного мозку реєстрували за допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії (ЕЕГ) «DX – 5000 Practic» (Харків). Обстежувані знаходились у спеціально обладнаній кімнаті (екранованій, світло- та звукоізольованій) у стані спокійного неспання з закритими очима, в положенні сидячи. При реєстрації ВП активні електроди розміщувались за загальноприйнятою міжнародною системою 10/20 у шістнадцяти точках на скальпі голови (рис.1).

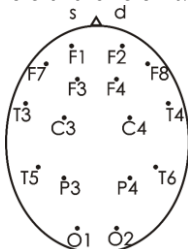


Рис.1. Схема розміщення електродів при реєстрації електроенцефалограми у 16 відведеннях.

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

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 ймовір-

ністю подачі (50:50; 25:75). Досліджуваний подумки підраховував кількість значимих стимулів, тим самим, підтримував високий рівень уваги [7].

Визначались коефіцієнти кореляцій (r), які 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) статистики (залежно від характеру розподілу значень) [8]. Вказані процедури обчислювались у програмному пакеті MegaStat for Excel чи безпосередньо в MS Excel 2000.

Власні результати та їх обговорення: Аналіз просторового розподілу значимих та високих кореляційних зв'язків ВП кори головного мозку при подачі зорових стимулів різної суб'єктивної значимості у право- та ліворуких осіб різних вікових груп виявив наступне.

У праворуких юнаків, порівняно з підлітками, відмічено вищий рівень функціональних зв'язків між відділами кори головного мозку, про що свідчить більша кількість значимих та високих між- і внутрішньопівкулевих кореляцій. При подачі еталонних стимулів (50:50; 25:75) спостерігається більш широка просторова синхронізація, яка охоплює як передньо-, так і задньоасоціативні зони кори в обох досліджуваних групах. У юнаків та підлітків високі зв'язки відмічені лише при сприйнятті незначимих стимулів (25:75) у межах фронтальної кори, проте у осіб старшої вікової групи значення коефіцієнтів кореляції між лівими латеральною та задньою ($r=0,78\pm 0,04$ – юнаки; $r=0,74\pm 0,05$ – підлітки) і лівою латеральною та правою задньою ($r=0,78\pm 0,03$ – юнаки; $r=0,64\pm 0,05$ – підлітки) лобовими ділянками кори головного мозку вищі (рис.2).

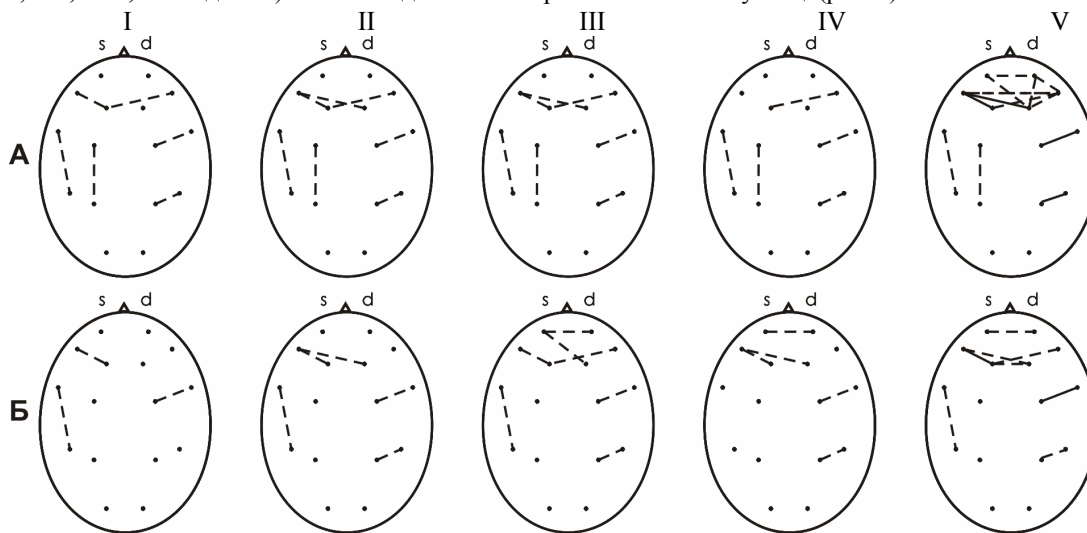


Рис.2. Кореляційні зв'язки ВП мозку у праворуких чоловіків старшої (А) та середньої (Б) вікових груп.

——— – 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)

При фотостимуляції у праворуких осіб середньої та старшої вікових груп відмічено лише значимі кореляції, проте у юнаків зв'язки між лівими бічною та задньою ($r=0,65\pm 0,04$ – юнаки; $r=0,53\pm 0,03$ – підлітки), лівою задньою та правою латеральною ($r=0,55\pm 0,06$ – юнаки; $r=0,32\pm 0,04$ – підлітки) лобовими ділянками і лівими центральною та тім'яною ($r=0,57\pm 0,05$ – юнаки; $r=0,38\pm 0,04$ – підлітки) відведеннями були статистично достовірно вищі, ніж у підлітків (рис. 3.). При підрахунку тестових стимулів (50:50) у осіб старшої вікової групи зафіксована більша кількість між- та внутрішньопівкулевих кореляцій. У юнаків зв'язок між центральною та тім'яною ділянками ($r=0,60\pm 0,06$ – юнаки; $r=0,31\pm 0,06$ – підлітки) лівої півкулі кори головного мозку був достовірно вищий, порівняно з підлітками. При сприйнятті еталонних стимулів (50:50) незалежно від вікової групи високих кореляційних зв'язків не виявлено. Відмічено, що значимі внутрішньопівкулеві зв'язки між латеральною та задньою лобовими ($r=0,68\pm 0,03$ – юнаки; $r=0,57\pm 0,03$ – підлітки) і центральною та тім'яною ($r=0,63\pm 0,05$ – юнаки; $r=0,34\pm 0,05$ – підлітки) ділянками лівої півкулі достовірно вищі у праворуких юнаків. При підрахунку тестових стимулів у підлітків відмічена більша кількість міжпівкулевих зв'язків у межах фронтальної кори. Проте, статистично достовірно вищі коефіцієнти кореляції відмічені у осіб старшої вікової групи між передньою та задньою скроневими ($r=0,65\pm 0,04$ – юнаки; $r=0,60\pm 0,03$ – підлітки) і центральною і тім'яною ($r=0,54\pm 0,05$ – юнаки; $r=0,26\pm 0,06$ – підлітки) ділянками лівої півкулі кори головного мозку. При сприйнятті еталонних стимулів (25:75) зафіксовано найбільшу кількість між- та внутрішньопівкулевих зв'язків незалежно від вікової групи. Проте, у групі праворуких юнаків відмічено більше міжпівкулевих кореляцій у межах

фронтальної кори. У даній групі осіб зв'язки між правою задньолобовою та лівими передньою ($r=0,60\pm 0,07$ – юнаки; $r=0,32\pm 0,06$ – підлітки) і латеральною ($r=0,78\pm 0,04$ – юнаки; $r=0,64\pm 0,05$ – підлітки), та правою передньою ($r=0,51\pm 0,08$ – юнаки; $r=0,21\pm 0,06$ – підлітки) частками фронтальної кори були статистично достовірно вищі, порівняно з підлітками. У межах задньоасоціативної кори достовірно вищий коефіцієнт кореляції відмічений між лівими центральною та тім'яною ($r=0,63\pm 0,06$ – юнаки; $r=0,36\pm 0,04$ – підлітки) ділянками кори головного мозку. Отже, при порівнянні показників, що вивчалися, у праворуких юнаків, порівняно з підлітками, відмічено вищий рівень кореляційних зв'язків у передньоасоціативних відведеннях обох півкуль та задньоасоціативних ділянках лівої гемісфери (рис. 3.).

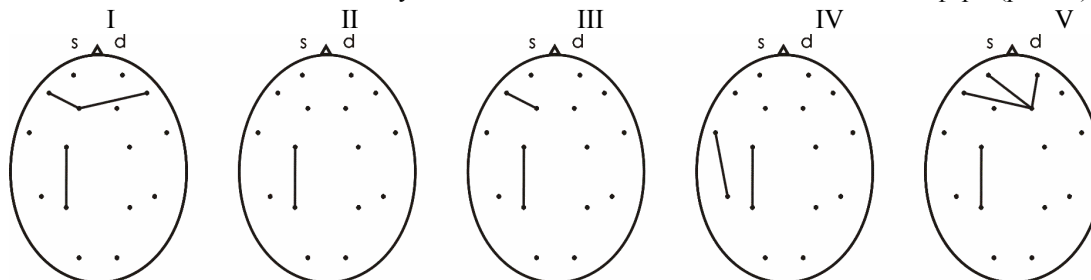


Рис. 3. Просторовий розподіл статистично достовірних відмінностей внутрішньо- та міжпівкульових взаємодій у праворуких чоловіків старшої та середньої вікових груп.

— — достовірно вищий коефіцієнт кореляції у чоловіків старшої вікової групи. I – фотостимуляція, II – фотостимуляція 50:50 (значимі), III – фотостимуляція 50:50 (незначимі), IV – фотостимуляція 25:75 (значимі), V – фотостимуляція 25:75 (незначимі).

У ліворуких осіб старшої вікової групи відмічено більш широку просторову синхронізацію біопотенціалів кори головного мозку, порівняно з підлітками. При сприйнятті еталонних стимулів у обох вікових групах зафіксовано більшу кількість між- та внутрішньопівкульових кореляцій. У ліворуких підлітків незалежно від типу виконуваного завдання спостерігається більш високий рівень взаємодій між передньоасоціативними ділянками лівої півкулі та задньоасоціативними – правої. У юнаків при сприйнятті незначимих стимулів (25:75) зафіксовано високий кореляційний зв'язок між лівими латеральною та задньою лобовими ($r=0,82\pm 0,03$) ділянками (рис. 4.).

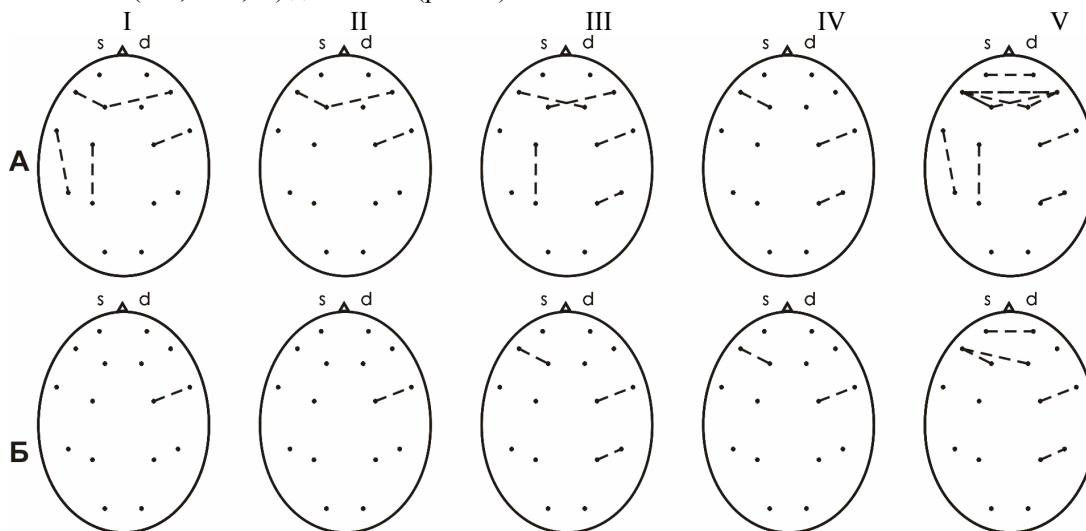


Рис.4. Кореляційні зв'язки ВП мозку у ліворуких чоловіків старшої (А) та середньої (Б) вікових груп.

— — 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)

При фотостимуляції у ліворуких юнаків зафіксована більша кількість кореляційних зв'язків, як в передньо- так і в задньоасоціативних відведеннях. У даній групі досліджуваних зафіксовано статистично достовірно вищий коефіцієнт кореляції між лівою задньою та правою латеральною лобовими ділянками ($r=0,54\pm 0,07$ – юнаки; $r=0,26\pm 0,05$ – підлітки), порівняно з ліворукими підлітками. Під час підрахунку значимих стимулів (50:50) більш виражена просторова синхронізація відмічена у юнаків, проте достовірних відмінностей не виявлено. При сприйнятті незначимих стимулів (50:50) у осіб старшої вікової групи у межах фронтальної кори за-

фіксовані значимі міжпівкулеві зв'язки, які були статистично достовірно вищими. Під час підрахунку тестових стимулів (25:75) у обох групах досліджуваних відмічено лише значимі внутрішньопівкулеві кореляції. Проте, зв'язки між лівими латеральною та задньою лобовими ($r=0,69\pm 0,03$ – юнаки; $r=0,52\pm 0,04$ – підлітки) та правими тім'яною та задньоскроневою ($r=0,52\pm 0,04$ – юнаки; $r=0,37\pm 0,06$ – підлітки) ділянками були достовірно вищі у осіб старшої вікової групи. При сприйнятті еталонних стимулів (25:75) зафіксовано найбільшу кількість кореляцій. У ліворуких юнаків відмічено більш виражений рівень просторової синхронізації, про що свідчать статистично достовірно вищі показники коефіцієнтів кореляції між лівою та правою латеральними ($r=0,54\pm 0,09$ – юнаки; $r=0,32\pm 0,06$ – підлітки) лобовими ділянками і лівими центральним та тім'яним ($r=0,59\pm 0,07$ – юнаки; $r=0,36\pm 0,05$ – підлітки) відведеннями (рис.5.)

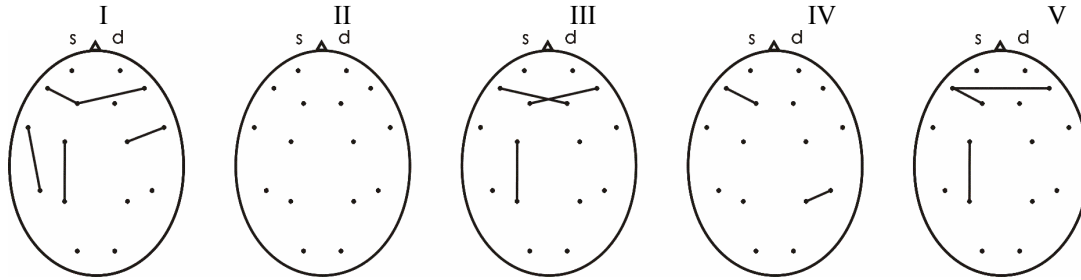


Рис. 5. Просторовий розподіл статистично достовірних відмінностей внутрішньо- та міжпівкулевих взаємодій у ліворуких чоловіків старшої та середньої вікових груп.
 ———— – достовірно вищий коефіцієнт кореляції у чоловіків старшої вікової групи. I – фотостимуляція, II – фотостимуляція 50:50 (значимі), III – фотостимуляція 50:50 (незначимі), IV – фотостимуляція 25:75 (значимі), V – фотостимуляція 25:75 (незначимі).

Отже, у право- та ліворуких чоловіків старшої вікової групи відмічена більш виражена просторова синхронізація біопотенціалів кори головного мозку, порівняно з підлітками різного типу мануальної асиметрії. На думку ряду дослідників, більша кількість кореляційних зв'язків свідчить про більшу кількість функціональних станів, у яких може перебувати центральна нервова система людини [1, 9]. Виходячи з цих тверджень та отриманих нами результатів, можна припустити, що право- та ліворуким юнакам характерна більша варіативність поведінкових програм, так як у даній групі досліджуваних відмічено більше між- та внутрішньопівкулевих взаємодій між ділянками кори головного мозку.

Незалежно від типу мануальної асиметрії та віку досліджуваних, при зменшенні вірогідності подачі тестових зорових стимулів, відмічено поступове наростання кількості високих та значимих кореляційних зв'язків. Проте, виділення значимого цільового стимулу з сукупності всіх запропонованих у осіб старшої вікової групи характеризується більшою задіяністю ділянок фронтальної кори, про що свідчать достовірно вищі показники коефіцієнтів кореляції у даній групі досліджуваних, порівняно з підлітками.

У підлітковому віці, в міру прогресивного дозрівання кори, продовжується вдосконалення механізмів зорового впізнання у напрямку зростаючої функціональної спеціалізації правої та лівої півкуль. Поступовість та гетерохронність морфофункціонального дозрівання різних ділянок кори великих півкуль визначає специфіку зорового сприйняття на різних етапах онтогенезу [5]. У підлітків 12-13 років ще не сформована властива лівій півкулі дорослих здатність впізнання зображень на основі залучення значимої відмінної ознаки без аналізу всіх інших його властивостей (класифікаційний тип впізнання) [10, 11]. Спеціалізація півкуль у зоровому впізнанні чітко виявляється у віці 16-17 років [11]. Формування зрілого типу динамічної мозкової організації зорового сприйняття значною мірою пов'язане з дозріванням лобових ділянок кори. Вчені припускають, що у обробці сенсорно-специфічного сигналу приймають участь фронтальні ділянки, які шляхом зворотних низхідних зв'язків організують багатоланкову функціональну систему. Це забезпечує високу вибірковість та динамічність системи сприйняття, яка характерна дорослим [5]. У право- та ліворуких осіб різних вікових груп, при зменшенні ймовірності подачі еталонних зорових стимулів, відмічено високі та значимі міжпівкулеві зв'язки у фронтальній корі. Очевидно, тісна взаємодія цих ділянок пов'язана з формуванням певної установки до виконання поставленого когнітивного завдання [12]. При подачі незначимих стимулів (25:75) відмічена генералізована активність фронтальної кори, особливо у праворуких юнаків. Провідна роль лівої лобової ділянки у процесі обробки зорових стимулів пов'язана з включенням механізмів високого рівня інтеграції, які беруть участь у оцінці смислового значення стимулу, в процесах пам'яті, зокрема, тривалого утримання слідів. Згідно отриманих результатів дослідження дані процеси набувають більшого рівня організації в осіб старшої вікової групи, що пов'язано з дозріванням структур фронтальної кори. У ліворуких підлітків в межах лобової зони кори головного мозку зафіксовано найменшу кількість між- та внутрішньопівкулевих зв'язків, що може свідчити про меншу сформованість структур відповідної зони, порівняно з праворукими особами середньої вікової групи

та юнаками обох груп. Впізнання та підрахунок (математична діяльність) значимих стимулів у осіб старшої вікової групи та праворуких підлітків викликає активну участь задньоасоціативної кори обох півкуль. У підлітків з лівим типом мануальної асиметрії в процесі сприйняття та підрахунку тестових стимулів більш виражена просторова синхронізація відмічена у постцентрально-скронево-центрально-тім'яних ділянках правої півкулі. Можна припустити, що така взаємодія є результатом достатньої сформованості відповідних ділянок вже в даному періоді онтогенезу. Таким чином, у ліворуких підлітків в зоровому сприйнятті стимулу та свідомій його обробці приймають участь передньоасоціативні ділянки лівої півкулі та задньоасоціативні – правої. Праворуким особам характерна більш виражена спеціалізація півкуль головного мозку у обробці сенсорної інформації, в той час як у ліворуких функціональна асиметрія півкуль менш виражена.

Висновки

1. Найбільш активне впізнання значимих зорових стимулів та свідомі їх обробка здійснювалась праворукими досліджуваними старшої вікової групи.
2. Праворуким особам характерна більш виражена спеціалізація півкуль головного мозку у обробці сенсорної інформації, в той час як у ліворуких функціональна асиметрія півкуль менш виражена.
3. Незалежно від типу мануальної асиметрії та віку досліджуваних, при зменшенні вірогідності подачі тестових зорових стимулів, відмічене поступове наростання кількості високих та значимих кореляційних зв'язків.
4. Продовжено вивчення особливостей просторової синхронізації біопотенціалів кори головного мозку у право- та ліворуких осіб з врахуванням фактора статі та віку; вивчення особливостей амплітудно-часових характеристик зорових ВП у осіб з різним типом мануальної асиметрії в віковому та статевому аспектах.

РЕЗЮМЕ

Изучались особенности пространственной синхронизации биопотенциалов коры головного мозга у право- и леворуких мужчин средней (подростки) и старшей (юноши) возрастных групп в зависимости от вероятности подачи значимых зрительных стимулов. Зрительные вызванные потенциалы регистрировали при помощи системы компьютерной электроэнцефалографии «DX – 5000 Practic». У право- и леворуких мужчин старшей возрастной группы отмечена более выраженная пространственная синхронизация мозга, по сравнению с подростками. У подростков, особенно левшей, наблюдается меньше взаимосвязей в области фронтальной коры, что свидетельствует о недостаточной сформированности лобных отделов коры. Праворуким лицам характерна более выраженная специализация полушарий головного мозга при обработке сенсорной информации, тогда как у левшей функциональная асимметрия менее выражена.

SUMMARY

Peculiarities of spatial synchronization of cortex biopotentials in right- and left-handed males of teenage and older youth age group depending on the probability of the presentation of significant visual stimuli were studied. Visual evoked potentials were registered by the "DX – 5000 Practic" computer EEG system. The spatial synchronization of the cortex is more strongly expressed in right- and left-handed older youths rather than in teenagers. In teenagers, particularly in left-handers, fewer interactions within frontal cortex are observed; this testifies to incomplete formation of cortex frontal parts. Right-handed persons are characterized by the more defined specialization of the cortex hemispheres in the processing of the sensor information, whereas the functional asymmetry of the hemispheres is less defined in left-handed persons.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фарбер Д.А., Безруких М.М. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С.8-16.
2. Боровова А.И., Галкина Н.С., Факин В.Ф. Соотношение уровня постоянных потенциалов мозга с темпераментными особенностями школьников и их успеваемостью в раннем подростковом возрасте // Асимметрия. – 2007. – Т. 1. – № 1. – С.37-45.
3. 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.
4. Federmeier K.D., Kutas M. Picture the difference: electrophysiological investigations of picture processing in two cerebral hemispheres // Neuropsychologia. 2002. V. 40. – P. 730.
5. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г. Формирование зрительного восприятия в онтогенезе // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 5. – С. 26-36.
6. Фишман М.Н. Нейрофизиологические механизмы отклонений в умственном развитии детей: Методическое пособие для педагогов, психологов, врачей. – М.: Экзамен, 2006. – 160 с.
7. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – С. 66-74.
8. Стентон Гланц. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. – М.: Практика, 1999. – С.81-108.
9. Жаворонкова Л.А., Трофимова Е.В. Динамика когерентности ЭЭГ у правшей и левшей при засыпании. Сообщение II. Анализ межполушарных соотношений // Физиология человека. – 1998. – Т. 24., № 1. – С.32-40.
10. Семенова Л.К., Васильева В.А., Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. – Л.: Наука, 1990. – С.8.
11. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.: ил.

12. Швайко С. Є., Дмитроца О. Р., Качинська Т. В., Кузнецов І. П. Міжпівкулеві взаємодії ВП кори головного мозку в умовах мимовільної та довільної уваги (статевий аспект) // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного университета им. С.И. Георгиевского, 2007. – Т. 143. – Ч.IV. – С. 101-104.

Надійшла до редакції 16.10.2008 р.