

**С. Є. Швайко** – професор кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;  
**О. Р. Дмитроца** – доцент кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;  
**О. Ю. Пахолюк** – аспірант кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки

## Статеві особливості амплітудно-часових характеристик викликаних потенціалів головного мозку під час когнітивної діяльності

*Роботу виконано на кафедрі фізіології людини і тварин ВНУ ім. Лесі Українки*

Використовуючи сучасну систему комп'ютерної електроенцефалографії, проведено порівняльне вивчення ВП кори головного мозку під час розумової діяльності. Виявлено, що в обстежуваних під час фотостимуляції зареєстровано вищі амплітуди ВП в межах правої півкулі мозку, а коротші латентні періоди – у лівій. Група хлопців характеризувалася вищою активацією лобової частки лівої півкулі, дівчата – правої. При когнітивній діяльності міжпівкулева асиметрія як за швидкістю обробки інформації, так і за активністю коркових структур відмічена у групі дівчат (задньоасоціативні ділянки правої півкулі).

**Ключові слова:** викликаний потенціал, амплітуда, латентний період, когнітивна діяльність.

**Shvaiko S. Ye., Dmutrotsa O. R., Paholjuk O. Yu. Sex Peculiarities of Amplitude-Temporal Characteristics of Evoked Potentials of Cortex at Cognitive Activity.** With the appliance of a modern system of computer electroencephalography comparative studies of evoked potentials (EP) of the cortex at intellectual activities are held. It is marked that people under the research at fotostimulation have higher amplitudes of EP in scopes of the right brain hemisphere and shorter latent periods in the left brain hemisphere. The group of boys is characterized by the higher activation of the frontal part of the right hemisphere. An interhemispheric asymmetry in the group of girls in relation to the speed of the processing of the information and to the functioning of cortex structures at cognitive activity is distinguished. Much more intensive activity of the backassociative part of the right hemisphere appears in the group of girls.

**Key words:** evoked potentials (EP), amplitude, latent period, cognitive activity.

Сучасне вивчення електричної активності головного мозку сьогодні неодмінно пов'язане з розробкою та впровадженням нових наукових методик. Ці методики базуються на синтезі нейрофізіологічних і біокібернетичних уявлень. Такий підхід дає змогу виявити тонкі мозкові процеси, пов'язані з реакцією мозку на різні подразники, у тому числі когнітивні. Зокрема, останнім часом усе ширше використовується методика реєстрації викликаних потенціалів (ВП) головного мозку [1; 2; 7]. Використання методу ВП дає можливість вивчати певну просторово-часову структуру мозкових механізмів переробки інформації.

**Контингент та методика дослідження.** Дослідження проводилися на 40 учнях підліткового віку (12–13 років) середніх шкіл м. Луцька, чоловічої та жіночої статі, здорових (медична картка 026/у), праворуких.

Зорові викликані потенціали (ВП) головного мозку реєструвалися тахістоскопічно системою комп'ютерної електроенцефалографії “DX – 5000 Practic”.

Реєстрація ВП кори мозку проводилася за методикою ЕЕГ за системою “10–20” (Jasper, 1957). Досліджуваний перебував у світло- та звукоізолюваній кабіні у стані спокійного неспанья. Активні відвідні електроди розміщувалися на симетричних точках голови у потиличній (О), тім'яній (Р), скроневій (Т) та лобовій (F) частках лівої (s) та правої (d) півкуль головного мозку.

Стимуляція здійснювалася через зоровий аналізатор, аналізувалися зорові викликані потенціали.

Як стимули використовувалися: 1) подразнення мозку світлом за допомогою фотофоностимулятора, що входить до системи комп'ютерної електроенцефалографії (фотостимуляція); 2) фотостимуляція зі складним рахунком (додавання числа 3 на кожен спалах) – когнітивне навантаження.

Комп'ютерне вивчення зорових ВП кори головного мозку здійснювалося за допомогою аналізу амплітудно-часових характеристик ВП кори великих півкуль мозку: вивчалися їх активність (за амплітудами) та швидкість обробки інформації (за латентними періодами компонентів ВП) на основних етапах сприйняття та обробки стимулу. Під час викладу цих даних наводилися найбільш типові амплітудно-часові та топоселективні характеристики компонентів ВП [4; 10].

У процесі обробки результатів використовувалися методи варіаційної статистики з оцінкою  $t$ -критерію Стьюдента [9].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Під час *фотостимуляції* аналіз міжпівкулевих взаємодій у підлітків показав, що на перших двох етапах сприйняття та обробки інформації більш активними виявилися задньоасоціативні ділянки (скроневі, тім'яні та потиличні частки) кори головного мозку, з деякою перевагою правої півкулі. На завершальному етапі до обробки інформації долучається ліва лобова частка, де амплітуди пізніх ВП ( $P_{300}$ ,  $P_{380}$ ) були достовірно вищі, ніж у правій півкулі. За швидкістю обробки інформації відмічено достовірну перевагу задньоасоціативних ділянок лівої півкулі. Внутрішньопівкулевий аналіз показав коротші латентності хвиль ВП у лівій скроневій частці.

Під час *когнітивної* діяльності в обстежуваних міжпівкулеву асиметрію за швидкістю обробки інформації зафіксовано лише на 130 мс сприйняття та обробки інформації з перевагою задньоасоціативних ділянок лівої півкулі (потилична частка). Міжпівкулева асиметрія щодо амплітуд ВП з'являлася на ранньому проміжку обробки інформації ( $P_{60}$ ) та існувала впродовж усіх етапів сприйняття з достовірною перевагою правої півкулі. Внутрішньопівкулевий аналіз показав високу активацію лобових та тім'яних часток лівої та правої півкулі мозку, при коротших латентностях хвиль ВП у лобовій, скроневій та потиличній частках лівої півкулі мозку.

Аналіз амплітудно-часових характеристик ВП кори головного мозку в обстежуваних, враховуючи статеві особливості під час виконання когнітивного завдання, виявив такі закономірності.

У групі *хлопців* за умов фотостимуляції міжпівкулеву асиметрію за величиною ЛП ВП відмічено на 60 мс сприйняття інформації з перевагою лівої півкулі, тоді як під час когнітивного завдання за швидкістю обробки інформації спеціалізацію півкуль не зареєстровано.

За активністю коркових структур спостерігалася міжпівкулева асиметрія на ранньому етапі обробки інформації, незалежно від виду стимуляції. Під час фотостимуляції вищі амплітуди хвиль ВП виявились у задньоасоціативних ділянках правої півкулі, під час когнітивного навантаження зафіксовано активацію лівої лобової частки мозку.

Аналіз внутрішньопівкулевих взаємодій дав змогу відмітити високу ранню активацію лобових та тім'яних часток обох півкуль при вищій швидкості обробки інформації лівої півкулі (лобова та скронева частки) за умов фотостимуляції. Під час когнітивного навантаження зберігалися високі амплітуди ВП у лобовій та скроневій частках лівої півкулі при коротших латентностях хвиль ВП правої потиличної частки, які зберігалися до завершення стимуляції.

У групі *дівчат* під час фотостимуляції за часом обробки інформації міжпівкулева асиметрія з'являється на 100 мс, тоді як під час складнішого завдання – на перших мілісекундах сприйняття інформації.

У мірі активності міжпівкулева асиметрія під час подразнення мозку світлом з'являється раніше ( $N_{30}$ ), ніж під час мисленого ускладненого підрахунку спалахів ( $P_{60}$ ).

У процесі фотостимуляції спеціалізація лобових часток за швидкістю обробки інформації спостерігалась у кінці етапу сенсорного аналізу ( $N_{100}$ ), з перевагою правої півкулі; під час когнітивного тестування – на етапі інформаційного синтезу, про що свідчать достовірно коротші ЛП хвилі  $P_{130}$  у лівій півкулі.

Внутрішньопівкулевий аналіз ВП мозку показав високу активацію лобової та тім'яної часток обох півкуль під час швидкості обробки інформації лівою півкулею за умов фотостимуляції. Коротші ЛП хвиль ВП під час когнітивного завдання зареєстровано у лівій скроневій частці, в той час високими амплітудами хвиль відрізнялася лобова частка лівої півкулі.

*Порівняння амплітудно-часових показників ВП кори головного мозку залежно від статі досліджуваних дало змогу виявити такі закономірності:* у хлопців, порівняно з дівчатами, на всіх етапах сприйняття й обробки інформації під час фотостимуляції коротшими латентностями ВП відрізнялася скронева частка правої півкулі ( $N_{30}$ ,  $P_{60}$ ,  $P_{130}$ ,  $N_{170}$ ,  $N_{250}$ ), на 300 мс до неї долучалася потилична частка цієї півкулі (рис. 1).

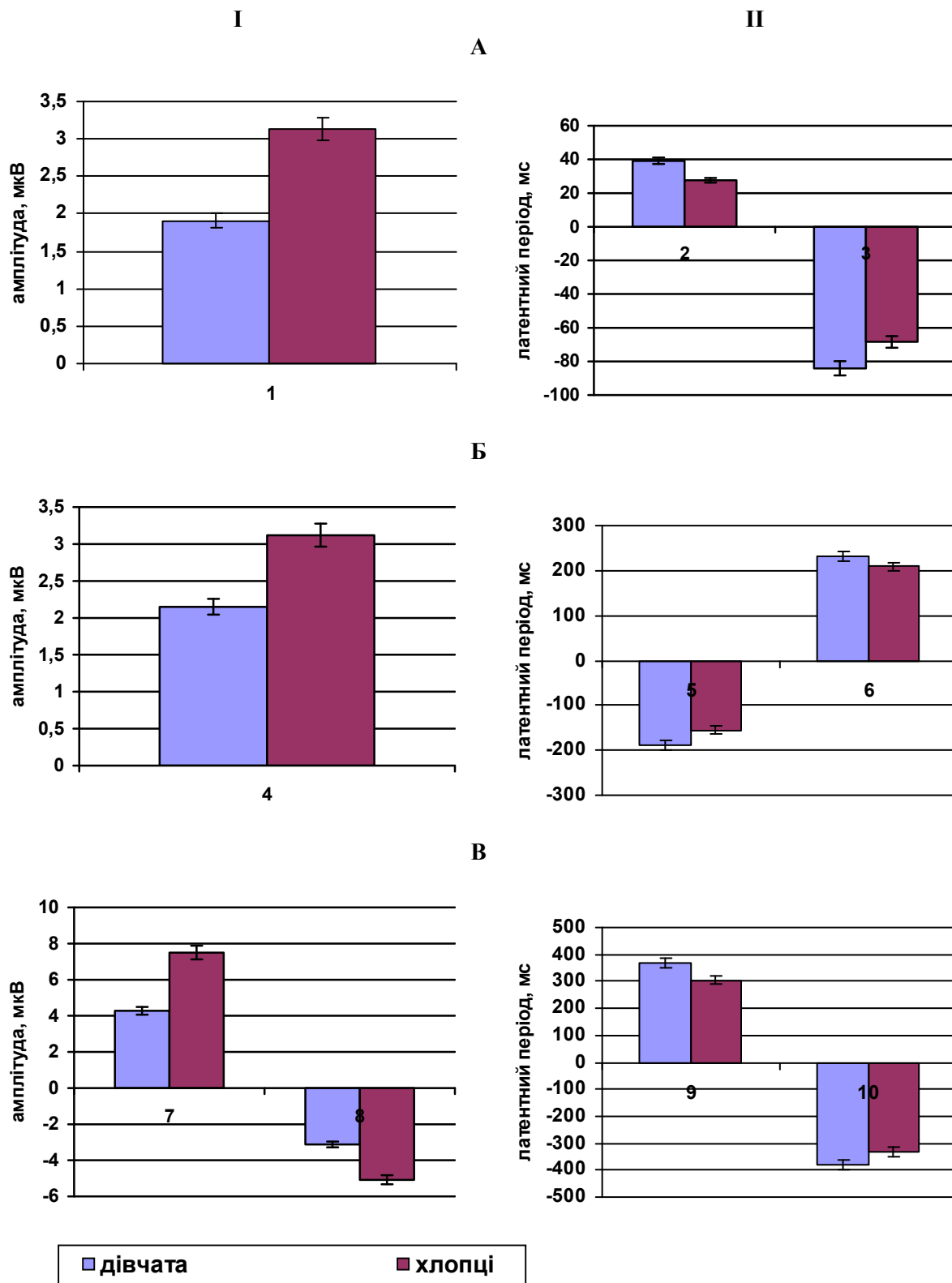
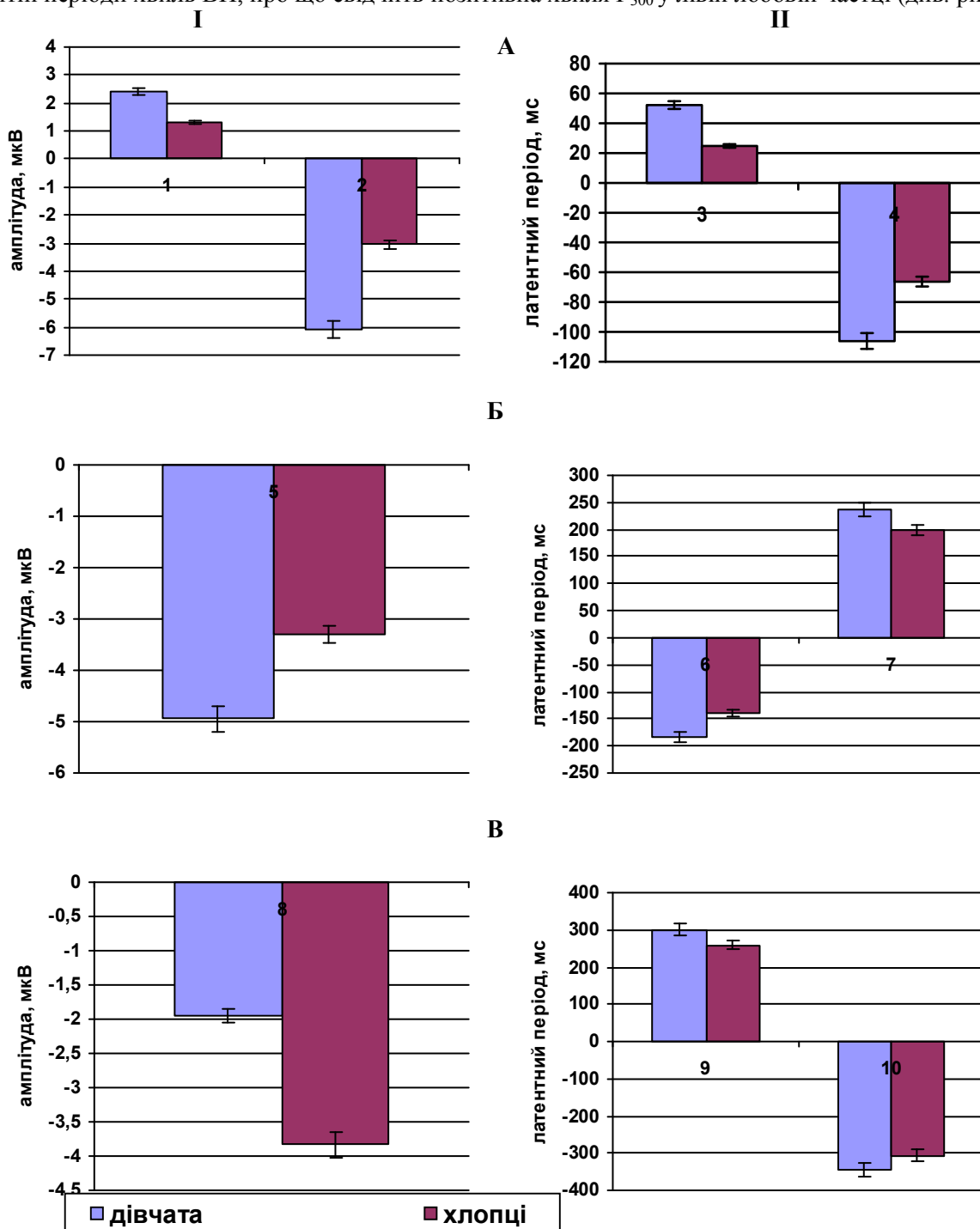


Рис. 1. Амплітудні (I) та часові (II) характеристики ВП кори мозку в хлопців та дівчат на етапах сенсорного аналізу (А), інформаційного синтезу (Б) та категоризації стимулу (В) під час фотостимуляції. Показники компонентів ВП кори мозку в зонах: 1 –  $N_{30}$  у правій лобовій; 2 –  $N_{30}$  у правій скроневій; 3 –  $P_{60}$  у правій скроневій; 4 –  $N_{170}$  у лівій тім'яній; 5 –  $P_{130}$  у правій скроневій; 6 –  $N_{170}$  у правій скроневій; 7 –  $N_{250}$  у правій лобовій; 8 –  $P_{300}$  у правій тім'яній; 9 –  $N_{250}$  у правій скроневій; 10 –  $P_{300}$  у правій потиличній частках кори мозку

Коркові структури мозку мали вищу активність під час фотостимуляції також у групі хлопців: ранні хвилі ВП мали вищі амплітуди у правій лобовій частці ( $N_{30}$ ), проміжні ( $N_{170}$ ) – у тім'яній частці лівої півкулі, пізні хвилі ( $N_{250}$ ,  $P_{300}$ ) – у лобовій та тім'яній частках правої півкулі.

Когнітивна діяльність характеризувалася коротшими ЛП хвиль ВП у хлопців з перевагою правої півкулі мозку (скронево-тім'яні ділянки) впродовж усього періоду сприйняття та обробки інформації (рис. 2). У групі хлопців відмічено вищу активність коркових структур та достовірно коротші латентні періоди хвиль ВП, про що свідчить позитивна хвиля  $P_{300}$  у лівій лобовій частці (див. рис. 2).



**Рис. 2.** Амплітудні (I) та часові (II) характеристики ВП кори мозку в хлопців та дівчат на етапах сенсорного аналізу (А), інформаційного синтезу (Б) та категоризації стимулу (В) під час когнітивної діяльності.

Показники компонентів ВП кори мозку в зонах: 1 –  $N_{30}$  у лівій скроневої; 2 –  $P_{60}$  у правій тім'яній; 3 –  $N_{30}$  у правій тім'яній; 4 –  $P_{60}$  у правій тім'яній; 5 –  $P_{200}$  у лівій тім'яній; 6 –  $P_{130}$  у правій скроневої; 7 –  $N_{170}$  у правій тім'яній; 8 –  $P_{300}$  у лівій лобовій; 9 –  $N_{250}$  у правій скроневої; 10 –  $P_{300}$  у правій скроневої частках кори мозку

*Застосування методу амплітудно-часових характеристик для оцінки ВП мозку за умов когнітивного навантаження та під час фотостимуляції дало змогу встановити таку закономірність: суттєву роль у сприйнятті й обробці зорової інформації за умов стимуляції мозку світлом та вирішенні когнітивних завдань відіграють задньоасоціативні ділянки кори (скронево-тім'яно-потилична зона), що узгоджується з даними літератури [1; 7; 11; 12].*

Аналіз амплітудно-часових характеристик ВП кори мозку показав, що під час фотостимуляції на ранньому етапі сприйняття виникає орієнтувальний рефлекс, який пов'язаний із високою активністю правої півкулі [8]. На останньому етапі обробки інформації до задньоасоціативних ділянок кори долучається ліва лобова частка, яка є контролюючою системою мозку і забезпечує вибірковість нервових процесів [1; 7; 13].

Під час стимуляції мозку світлом більш активною є права півкуля та пов'язані з нею диенцефальні структури мозку. За умов складнішого тестового навантаження відмічена перевага лівої півкулі, яка має функціональні зв'язки зі стовбуровими відділами мозку, тобто з ретикулярною формацією. На нашу думку, раннє залучення лівої лобової частки в процес когнітивної діяльності пов'язане із забезпеченням фільтраційних властивостей цієї коркової зони, які, на думку Бетелевої, Фарбер (2002), зумовлюють незалежну обробку поточного стимулу від "шуму" слідових процесів [1].

Аналіз статевих відмінностей когнітивної діяльності показав, що у хлопців обробка інформації здійснюється за рахунок вираженої функціональної асиметрії мозку щодо високої інтенсивності ВП, у той час як у дівчат цей процес менш виражений. Наші дані узгоджуються з літературними про те, що у жінок міжпівкулева функціональна асиметрія є менш чіткою, ніж у чоловіків, так як обробка інформації у них відбувається при посиленні міжпівкулевої інтеграції [5; 11], у той час як у дитячому віці (до 9-ти років) такої статевої різниці не відмічено.

У наших дослідженнях доведено, що під час реагування мозку на подразнення світлом у підлітків переважає включення правої чи лівої півкулі має динамічний характер і знаходить своє відображення в міжпівкулевій асиметрії ВП кори головного мозку.

Таким чином, формування когнітивної діяльності залежить від етапу сприйняття й обробки інформації та має статеві відмінності.

### **Висновки**

1. Під час фотостимуляції та виконання когнітивного завдання амплітуда та латентний період ВП мозку відображають просторово-часову структуру й активацію міжпівкулевих та внутрішньо-півкулевих структур на основних етапах сприйняття й обробки інформації.

2. Під час когнітивної діяльності відмічена взаємодоповнююча діяльність обох півкуль із залученням лобових часток кори головного мозку.

3. У хлопців та дівчат підліткового віку під час фотостимуляції міжпівкулева асиметрія з'являється як за швидкістю обробки інформації, так і за активацією коркових структур: амплітуди ВП вищі у правій півкулі, а їх ЛПП коротші у лівій. У хлопців більш активною була ліва лобова частка, а у дівчат – права лобова.

4. Під час когнітивної діяльності міжпівкулева асиметрія як за швидкістю обробки інформації, так і за активністю коркових структур, відмічена у групі дівчат із перевагою задньоасоціативних ділянок правої півкулі. У хлопців достовірно активною виявилася ліва лобова частка.

### **Література**

1. Бетелева Т. Г. Изменение событийного связанных потенциалов в процессе классификации изображений // Физиология человека.– 1998.– Т. 24, № 4.– С. 64.
2. Борисюк Г. Н., Борисюк Р. М., Казанович Я. Б. и др. Модели динамики нейронной активности при обработке информации мозгом // Успехи физиологических наук.– 2002.– Т. 172.– С. 1189–1214.
3. Данилова Н. Н. Психофизиология.– М.: АСПЕКТ-ПРЕСС, 1998.– 373 с.
4. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии).– М.: МЕДпресс-информ, 2001.– 368 с.: 135 ил.
5. Ильин Е. П. Дифференциальная психофизиология мужчины и женщины.– СПб.: Питер, 2002.– 544 с.
6. Квасовец С. В. ЭЭГ-корреляты функционального взаимодействия полушарий мозга при эмоциях в норме у больных с локальными поражениями мозга // Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга.– М.: Наука, 1986.– С. 153–162.

7. Костандов Э. А. Регулирующая роль установки в восприятии словесной информации // Физиология человека.– 1997.– Т. 23, № 2.– С. 5.
8. Костандов Э. А. Актуальные проблемы изучения высшей нервной деятельности человека // Журн. высш. нервн. деятельности.– 1998.– Т. 48, Вып. 5.– С. 807–815.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия.– М.: Высш. шк., 1990.– 372 с.
10. Марютина Т. М., Ермолаев О. Ю. Психофизиология.– М., 1998.– 240 с.
11. Окнина Л. Б., Толочко Ю. С., Шарова Е. В. и др. Особенности пространственно-временной организации компонента  $P_{300}$  АВЛ при “активном” и “пассивном” восприятии стимула у здоровых испытуемых // Журн. высш. нервн. деятельности.– 2001.– Т. 51, № 2.– С. 149–157.
12. Posner M. J. Psychobiology of attention // Handbook of psychobiology / Ed. M. J. Qarraniga, C. Blakemore.– New York, 1975.– P. 317–350.
13. McCarty G., Donchin E. A metric for thought: A comparesion of  $P_3$  latency and reaction time // Science.– 1981.– Vol. 216.– P. 71–80.

Статтю подано до редколегії  
05.05.2008 р.