

К. Ю. ДЕМИДОВА¹, В. В. ДУБОВИК¹, В. І. КРАВЧЕНКО¹,
М. Ю. МАКАРЧУК¹

ЕЕГ-АКТИВНІСТЬ ПРИ ПЕРЕГЛЯДІ НЕЙТРАЛЬНИХ ТА ЕМОЦІОГЕННИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ЧОЛОВІКІВ І ЖІНОК З РІЗНИМ РІВНЕМ ЕМПАТІЇ

Надійшла 12.06.13

Проведено порівняльну оцінку характеристик ЕЕГ у 14 чоловіків та 32 жінок віком 18–21 рік під час перегляду нейтральних та емоційно забарвлених (негативних, позитивних і еротичних) зображень із бази даних IAPS; у жінок тестування виконували в перебігу різних фаз овуляційного циклу. Показано, що зміни зональних характеристик основних ритмів ЕЕГ, пов'язані із сприйняттям зображень усіх типів, у представників різної статі істотно відрізняються. Патерни ЕЕГ чоловіків при дії вказаних подразників були найбільш подібними до таких у жінок протягом фолікулярної фази оваріального циклу. Загалом у жінок порівняно з чоловіками зміни ЕЕГ при перегляді зображень усіх типів були істотнішими. Для чоловіків найбільш активуючими були еротичні та негативні зображення. Виявлено певну специфіку ЕЕГ-патернів залежно від рівня емпатії. Високий рівень емпатії у чоловіків і жінок був пов'язаний з вищою спектральною потужністю бета- і тета-ритмів відповідно. Схильність до співпереживань по-різному проявлялася залежно від рівня статевих гормонів у жінок; ті візуальні стимули, які у фолікулярній фазі не викликали емоційного резонансу, ставали більш активуючими для емпатичних жінок у лютеїновій фазі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЕГ, емоційні зображення, IAPS, овуляційний цикл, емпатія, статеві відмінності.

ВСТУП

Натепер накопичено значну кількість фактичних свідочств незаперечного існування суттєвих анатомічних і функціональних відмінностей між мозком чоловіків і жінок [1, 2]. При розгляді значної частини мозкових функцій необхідно обов'язково враховувати стать індивідуума [3]. Мозок чоловіків і жінок, окрім суттєвих морфофункціональних відмінностей, характеризується ще й помітною специфікою основних нейрохімічних систем. Крім того, статеві гормони, впливаючи через геномні і негеномні механізми, здатні змінювати діяльність багатьох структур мозку, в яких присутні рецептори до цих гормонів. Особливо багато таких рецепторів виявлено в так званих емоціогенних структурах мозку, таких як гіпоталамус, амігдаларний комплекс, передня поясна звивина тощо [4–7]. Зрозу-

мілим є й те, що особливості гормонального фону можуть певною мірою впливати на сприйняття й оцінку однієї і тієї ж самої інформації, спрямованої до ЦНС [8, 9]. Підтвердженням цього були і результати наших попередніх ЕЕГ-досліджень, згідно з якими в різних фазах овуляційного (менструального) циклу жінки неоднаково сприймають одні і ті ж самі зорові подразники – зображення з відмінними змістовим і емоційним навантаженнями [10]. Виходячи з даних обставин, цікавим є питання про порівняння реакцій мозку чоловіків і жінок на пред'явлення нейтральних та емоціогенних подразників згаданого типу та пошук тих періодів овуляторного циклу, в яких зазначені реакції в обстежуваних обох статей є найбільш близькими або розбіжними. Пов'язаним з цим є й питання про те, яку роль у сприйнятті емоціогенних візуальних подразників тією або іншою особою відіграє рівень розвитку в неї здатності до співпереживання, або емпатії. Адже емпатія – це здатність розуміти емоції інших за допомогою співпереживання; даний феномен відіграє фундаментальну соціальну роль, забезпечуючи розділення почуттів, потреб і цілей

¹Київський національний університет ім. Тараса Шевченка (Україна).

Ел. пошта: maхukate@ukr.net (К. Ю. Максимович);
valentina.dubovik@gmail.com (В. В. Дубовик);
kvitkaz2@gmail.com (В. І. Кравченко);
mykola.makarchuk@gmail.com (М. Ю. Макаrchук).

особистостями, що контактують [11]. Вважається, що емпатія може бути пов'язана з внутрішньою імітацією дій інших осіб і це модулює і формує розуміння людиною емоційного стану останніх [12]. Цікавим є й те, що адекватність оцінки емоційного стану іншої особи та реакція на цей стан демонструють значну індивідуальну специфічність [13].

Незважаючи на очевидні спроби ідентифікувати фізіологічний базис емпатії, питання про те, чи різниться характер ЕЕГ-активності головного мозку в стані спокою та при сприйнятті нейтральних і емоційно забарвлених візуальних подразників у осіб з різним рівнем емпатії, є мало вивченим. Крім того, зв'язки між рівнем емпатії та особливостями реагування на афективні подразники у жінок з різним станом гормонального фону досі не досліджувалися.

МЕТОДИКА

Учасники дослідження. У тестах взяли участь добровольці – 14 чоловіків та 32 жінки віком 18–21 рік, студенти Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Згідно з результатами анамнестичного опитування та медичних карт, у всіх студенток спостерігалися регулярні впродовж року менструальні цикли тривалістю 27–35 днів. Усі обстежувані на момент дослідження могли вважатися практично здоровими, не мали в минулому неврологічних або психічних захворювань і не вживали будь-яких фармакологічних препаратів, включаючи прийом гормональних протизаплідних засобів жінками.

Кожна обстежувана жінка брала участь у дослідженні тричі – протягом фолікулярної фази (другий–четвертий день циклу), фази овуляції (12–16-й день) та лютеїнової фази менструального циклу (21–25-й день циклу). Наявність і час овуляції в кожній із обстежуваних оцінювали за характером кристалізації вмісту слини згідно з даними експрес-тест-мікроскопії (реєстраційне свідоцтво МОЗ України № 817/2002). Метод заснований на тому, що під час овуляції (при максимальній концентрації естрогенів у крові жінки) у висушених зразках слини тестованих під мікроскопом виявляється кристалізація у вигляді характерних «листочків папороті». Достатньо висока надійність даного методу була неодноразово продемонстрована.

Чоловіки також брали участь у дослідженні

тричі, через проміжки часу, аналогічні таким у жінок. Отже, процедури тестування в межах групи були синхронізовані.

Всього було зібрано 138 зразків ЕЕГ (96 у жінок і 42 у чоловіків).

Процедура дослідження. У всіх учасників впродовж кожного обстеження реєстрували ЕЕГ за схемою: стан спокою (при заплющених очах) – 3 хв, пред'явлення на екрані монітора комп'ютера серії зображень, що здатні викликати позитивні емоції, – 1.5 хв, пред'явлення емоційно нейтральних стимулів – 1.5 хв, пред'явлення зображень еротичного характеру – 1.5 хв, пред'явлення зображень, що здатні викликати негативні емоції, – 1.5 хв, стан спокою (заплющені очі) – 3 хв. Між серіями пред'явлень зображень з позитивним, негативним, еротичним чи нейтральним змістом реєстрували ЕЕГ протягом 1.5 хв при пред'явленні беззмістовних зображень сірого кольору, які по чергово змінювали одне одного. Як зображення з відповідним змістом (нейтральні чи емоціогенні) використовували фотографії з каталогу Міжнародної системи афективних зображень (IAPS) [14]. Час пред'явлення окремого зображення (фотографії) в серії становив 6 с.

Після закінчення реєстрації ЕЕГ обстежувані оцінювали зображення при їх повторному перегляді за двома дев'ятибальними шкалами: рівня приємності (9 – максимально приємне, 5 – нейтральне, 1 – максимально неприємне) і рівня активації (9 – максимально активуюче, 5 – нейтральне, 1 – максимально заспокійливе).

Для визначення рівня емпатії використовували модифікований опитувальник Меграбяна та Епштейна [15].

Стимульний матеріал. Ми вже зазначали, що як візуальний стимульний матеріал використовували фотографії з банку Міжнародної системи афективних зображень (IAPS) [14]. З цього ряду зображень були відібрані чотири групи стимулів: нейтральні, позитивні, негативні та еротичні. Зображення перших трьох груп були відібрані за нормативними значеннями оцінки емоцій у жінок за дев'ятибальною шкалою рівня приємності. Для нейтральних зображень такі оцінки становили 4.5–5.5 бала, для позитивних – більше 7.6 бала, а для негативних – менше 2.0 балів. Виділення еротичних зображень в окрему групу пояснювалося двома причинами. По-перше, реагування на пред'явлення стимулів такого типу, на нашу думку, має найбільше залежати від рівня статевих гормонів і відпо-

відно бути відмінним у чоловіків і жінок та відрізнятися в останніх у різних фазах менструального циклу. По-друге, еротичні зображення, на відміну від приємних стимулів інших категорій (дитинчата тварин, діти, красиві пейзажі), забезпечують вищий рівень активації індивідуума, що може зумовлювати значні особливості реагування на подразники цього типу. З кожної групи було сформовано по три різні набори стимулів (по 15 зображень) для послідовних етапів дослідження з однаковою кількістю зображень певної тематики.

Реєстрація ЕЕГ. ЕЕГ-потенціали відводили монополярно за допомогою діагностичного комплексу «Нейрон-Спектр» (ООО «Нейрософт», РФ); як референтний електрод використовували контакт на іпсилатеральній мочці вуха. Електроди розміщували згідно з міжнародною системою „10–20” у 14 симетричних точках поверхні голови: середньофронтальних (F3/F4), латерофронтальних (F7/F8), центральних (C3/C4), передніх скроневи (T3/T4), задніх скроневи (T5/T6), тім'яних (P3/P4) та потиличних (O1/O2).

Для аналізу ЕЕГ-показників використовували попередньо відібрані в перебігу візуального аналізу безартефактні фрагменти запису. За допомогою швидкого перетворення Фур'є визначали спектральну потужність – СП (мкВ^2) – для таких частотних діапазонів: тета- (4.0–7.9 Гц), альфа- (8.0–12.9 Гц), а також низько- (13.0–19.9 Гц) та високочастотного (20.0–35.0 Гц) субкомпонентів бета-активності. Епоха аналізу становила 2.56 с, сегменти перекриття – 1.28 с, смуга пропускання – від 1.0 до 35 Гц. Крім того, розраховували коефіцієнт активації (КА) як відношення сумарної потужності коливань усього бета-діапазону до потужності альфа-коливань.

Формування вибірок для статистичного аналізу. Як вже зазначалося, кожна жінка брала участь у дослідженні тричі – у фолікулярній фазі, фазі овуляції та в лютеїновій фазі менструального циклу. Відповідно було сформовано три групи для статистичного аналізу. Придатними для аналізу виявилися 93 зразки ЕЕГ (з них 32 – у фолікулярній фазі, 31 – у фазі овуляції, 30 – у лютеїновій фазі). У вибірці чоловіків також були проаналізовані відмінності між зразками ЕЕГ, отриманими в межах послідовних етапів дослідження (1–3). Придатними для аналізу у вибірці чоловіків виявилися 40 зразків ЕЕГ. У подальшому дані, отримані на трьох послідовних етапах дослідження у чоловіків, були об'єднані в одну групу, в межах якої вивча-

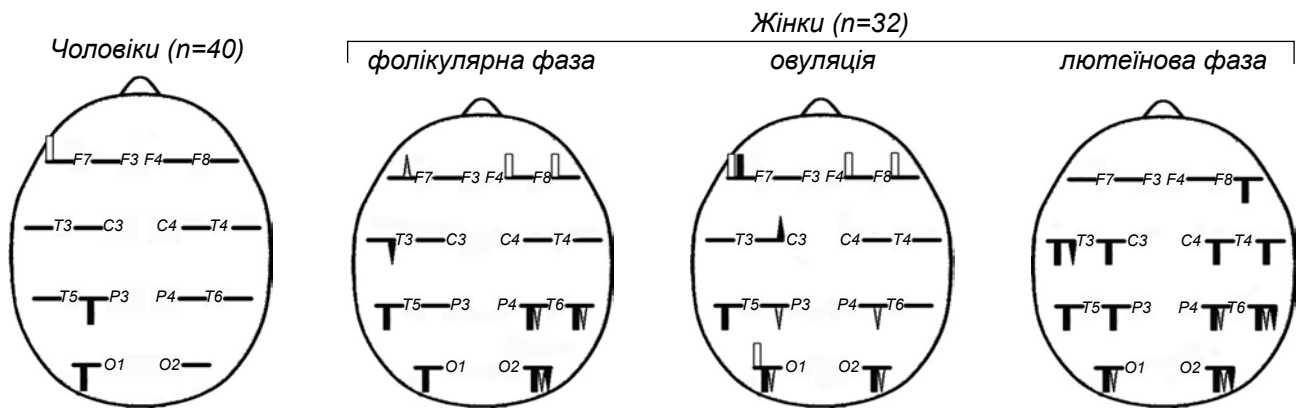
лися вимірювані показники при сприйнятті зображень.

Визначали динаміку вимірюваних показників у межах кожної групи та порівнювали одні й ті ж самі показники між цими групами. Для вивчення зв'язку ЕЕГ-активності мозку в стані спокою та при перегляді зображень з рівнем емпатії був використаний кореляційний аналіз.

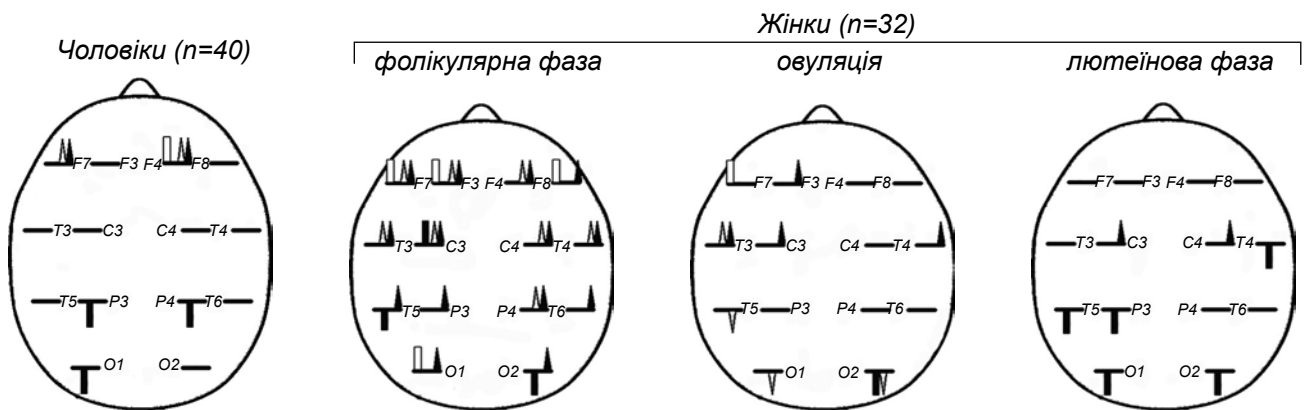
Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакета „STATISTICA 7.0” („Statsoft”, США, 2004). Оскільки розподіли експериментальних даних, отриманих у цьому дослідженні, звичайно не відповідали критерію нормальності (за Лілієфором), у порівнянні залежних вибірок застосовували непараметричний критерій знакових рангів Вілкоксона. Критичний рівень вірогідності нульової гіпотези P при оцінці міжгрупових різниць приймався рівним 0.05. Для характеристики зв'язків між значеннями СП та рівнем емпатії використовували обчислення коефіцієнта кореляції r Спірмена.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Виходячи з логіки дослідження, аналіз результатів ми розпочали з оцінки характеру ЕЕГ-активності мозку чоловіків і жінок при перегляді *нейтральних зображень*. За суб'єктивними оцінками за шкалою приємності, ці зображення як у чоловіків, так і у жінок отримали вірогідно вищі кількості балів, ніж негативні зображення і вірогідно нижчі – ніж позитивні та еротичні; це незаперечно вказує на емоційну нейтральність згаданих зображень. Як видно з рис. 1, перегляд емоційно нейтральних зображень викликав меншу активацію тім'яно-потиличних ділянок мозку чоловіків порівняно з такою при сприйнятті афективних зображень всіх трьох видів. Це підтверджує думку про те, що мотиваційна релевантність стимулу забезпечує залучення більшої уваги, а відповідна інформація підлягає ретельнішій обробці в екстрастріарній корі [16]. Відзначимо, що у жінок перегляд нейтральних зображень викликав сильніші зміни ЕЕГ-активності порівняно з такими у чоловіків (за кількістю як залучених ділянок, так і частотних діапазонів, потужність яких змінювалася) і ефекти ймовірно розрізнялися в різних фазах менструального циклу. Як видно з рис. 1, у жінок найбільш зонально поширена депресія альфа-ритму при перегляді низки нейтральних зображень спостерігалась у лютеїновій фазі. Фолікулярна та овуляційна фази



Р и с. 1. Топокарти відмінностей між значеннями медіан спектральних потужностей (СП) частотних компонентів ЕЕГ, що спостерігалися в групах чоловіків та жінок (останніх – у різних фазах овуляційного циклу, вказані вгорі) при перегляді нейтральних зображень IAPS, та величинами СП при демонстрації беззмістовних зображень. Відсутність символів над горизонтальною лінією або під нею означає відсутність вірогідних різниць між значеннями СП у відповідних відведеннях. Символами над лінією позначено істотне зростання показника, символами під лінією – зниження останнього; білими та чорними прямокутниками позначені зміни СП тета- та альфа-діапазонів відповідно, білими та чорними трикутниками – зміни СП низько- та височастотного субкомпонентів бета-ритму ЕЕГ.

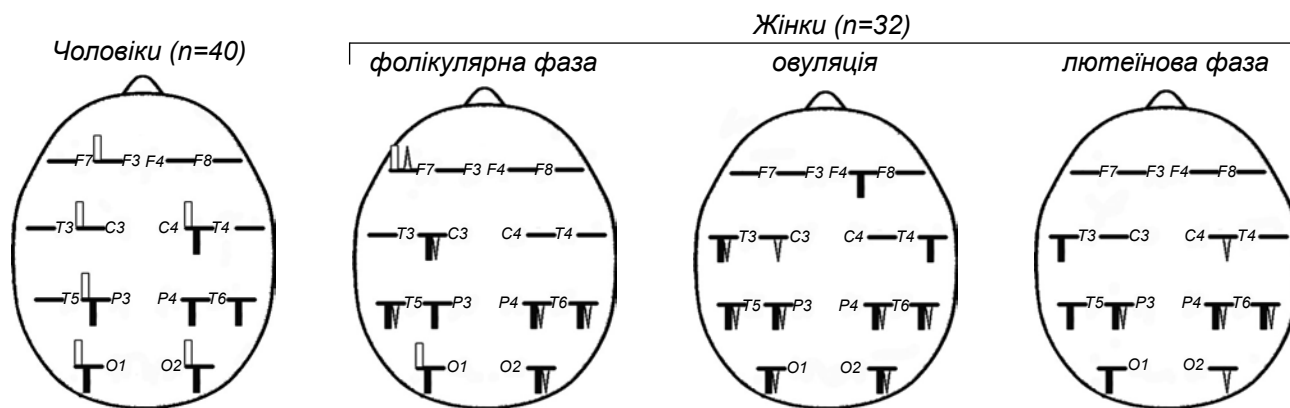


Р и с. 2. Топокарти відмінностей між значеннями медіан спектральних потужностей (СП) частотних компонентів ЕЕГ, що спостерігалися в групах чоловіків та жінок при перегляді емоційно приємних зображень IAPS, та величинами СП при демонстрації беззмістовних зображень. Позначення ті ж самі, що й на рис. 1.

характеризувалися також зростанням СП тета-діапазону в лобних ділянках кори. Зростання потужності фронтального тета-ритму свідчить про те, що у жінок нейтральні зображення проходять порівняно ретельнішу церебральну обробку при досить високому рівні уваги до таких стимулів [17].

Перегляд зображень, що були здатні викликати позитивні емоції, супроводжувався характерним для стимулів лише цього виду зростанням потужності височастотних компонентів ЕЕГ у передніх лобних ділянках обстежуваних обох статей. Відомо, що збільшення частки (нормованої СП) бета-ритму розглядається як прояв оцінки значущості стимулу та уваги до нього [17, 18]; анатомічним субстратом таких вищих когнітивних функцій є передні відділи лобних ділянок [19]. В обстежених нами чоловіків відповідні зміни були більш локаль-

ними порівняно зі змінами ЕЕГ-показників у разі перегляду приємних зображень у жінок. В останніх у цих умовах спостерігалася досить масштабна активація всього неокортексу з підвищенням СП бета-ритму в симетричних відведеннях від лобних, передньоскроневих та центральних кортикальних ділянок. У даному випадку такі зміни у жінок були найбільш вираженими у фолікулярній фазі менструального циклу (з мінімальним вмістом естрогенів в організмі); в інших фазах характер змін ЕЕГ-показників істотно відрізнявся від таких у чоловіків. Крім того, у фолікулярній фазі зростала потужність коливальних тета-діапазону в лівій потиличній та лобних ділянках (F3, F7, F8). Дана особливість, очевидно, пов'язана з емоційною складовою сприйняття вказаних вище зображень. У чоловіків зростання СП тета-ритму при перегляді позитивних стимулів



Р и с. 3. Топокарти відмінностей між значеннями медіан спектральних потужностей (СП) частотних компонентів ЕЕГ, що спостерігалися в групах чоловіків та жінок при перегляді неприємних зображень IAPS, величинами СП при демонстрації беззмисливих зображень. Позначення ті ж самі, що й на рис. 1.

(характерний «ЕЕГ-маркер» емоційного переживання) відбувалося лише в правій лобній зоні. Подібна особливість свідчить про те, що ці зображення не викликали надто сильних емоційних реакцій в обстежуваних, особливо порівняно з реакціями на негативні зображення (рис. 3).

Під час демонстрації емоційно неприємних зображень у чоловіків, як видно з рис. 3, найбільш характерними ЕЕГ-корелятами перегляду стимулів цього виду було збільшення СП тета-ритму в передніх центральних і задніх ділянках неокортексу із деякою перевагою в лівій півкулі. Оскільки зростання потужності тета-ритму традиційно розглядається як корелят емоційного напруження, можна зробити висновок, що неприємні зображення найбільше залучали емоціогенні системи мозку. Не виключено, що це відбувалося через активацію так званих дзеркальних нейронів, розташованих переважно в премоторній та тім'яній корі (лобно-тім'яна та лімбічна дзеркальні системи) [20]. У даному випадку знижувалася потужність альфа-ритму в симетричних тім'яно-потиличних ділянках та правій задньоскроневої зоні, що відображує більш потужне активаційне забезпечення ефектів дії негативних стимулів порівняно з таким при перегляді приємних картин. Заслугує на увагу те, що перегляд чоловіками неприємних зображень не супроводжувався зростанням потужності височастотних ЕЕГ-компонентів у лобних зонах. Іншими словами, можна думати, що для таких стимулів когнітивні системи оцінювання «вмикалися» досить обмежено. Можливо, це пов'язано з тим, що неприємні емоції є дуже потужними і виникають майже миттєво з появою «загрожуючих» стимулів. Подібні реакції на дію даних стимулів (сцен кро-

вопролиття, гниття, людських облич із виразом жаху чи відрази тощо) є генетично закарбованими, тому вони одразу розпізнаються і «вмикають» у діяльність емоціогенні структури мозку (що і відбивається в посиленні потужності тета-ритму). Надзвичайно цікавим є те, що у жінок перегляд негативних зображень супроводжувався тільки активаційними змінами без зростання СП тета-ритму. Виключенням була фолікулярна фаза менструального циклу, коли відзначалося зростання потужності тета-ритму в лівих лобній і потиличній зонах. Ці факти підтверджують відмінність реагування на пред'явлення емоційних стимулів у представників різної статі і дозволяють зробити припущення, що найбільш подібно до чоловічого мозку мозок жінки реагує протягом фолікулярної фази, коли концентрація естрогенів у крові є мінімальною.

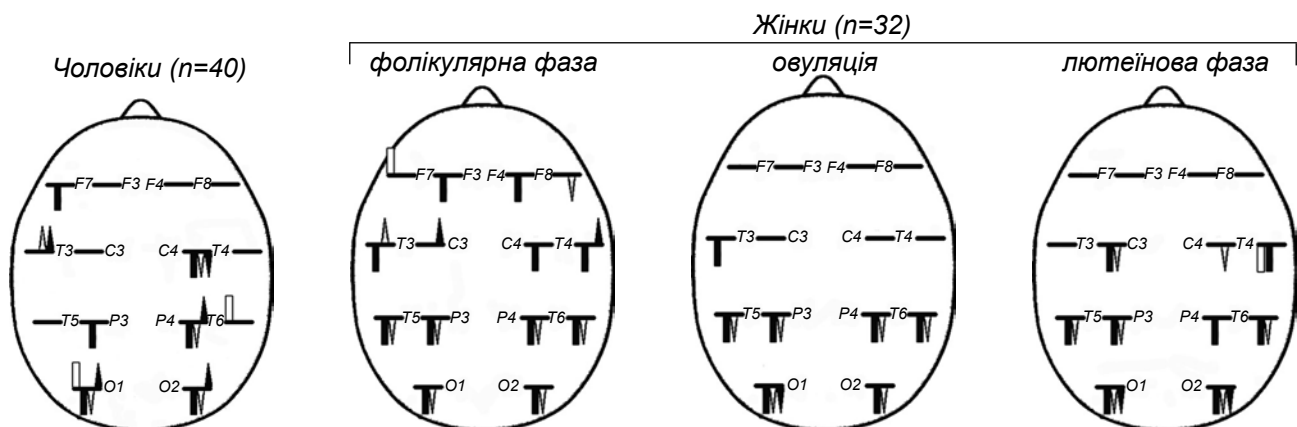
Еротичні зображення, як вже згадувалося, були виділені нами в окрему категорію, враховуючи специфіку нашого дослідження, хоча за класифікацією IAPS вони належать до зображень, здатних викликати приємні емоції. При створенні бази зображень IAPS стимули цих видів найбільше відрізнялися за шкальними суб'єктивними оцінками, що давалися чоловіками і жінками [14]. Так, представники „сильної статі” оцінювали їх як більш приємні та активуючі, ніж „прекрасна половина”, тоді як останні описували свої відчуття при перегляді таких фотографій як такі, що викликають ніяковість та збентеження. У нашій виборці середні суб'єктивні оцінки еротичних зображень у представників різної статі вірогідно не розрізнялися (рівень збудження: жінки $M = 6.47 \pm 0.35$, чоловіки $M = 6.49 \pm 0.28$,

$P = 0.92$; рівень суб'єктивної приємності: жінки $M = 6.86 \pm 0.27$, чоловіки $M = 6.64 \pm 0.27$, $P = 0.19$). Аналіз основних ЕЕГ-ритмів показав, що мозкова нейродинаміка при спогляданні еротичних зображень у чоловіків не подібна до такої при перегляді інших видів емоційно забарвлених стимулів (рис. 1–3). Пред'явлення еротичних стимулів активувало потилично-тім'яно-центральної зони мозку у чоловіків (що проявлялося в депресії альфа- та низькочастотних бета-коливань і зростанні потужностей високочастотного бета-субритму); вірогідно, це відображує обробку зорової інформації в екстрастріарній зоровій корі на тлі потужної неспецифічної активації. Тільки для стимулів зазначеного типу було характерним підвищення потужності бета-ритму в лівій передньоскроневої зоні кори. Дана особливість, ймовірно, пов'язана з посиленою обробкою інформації з таких стимулів у лівій мигдалині. Структури останньої, за даними томографічного дослідження [21], є найбільш активними в чоловіків при перегляді саме стимулів еротичного характеру. Прикметно, що таке ж саме зростання потужності бета-ритму в зоні Т3 відмічалось нами у жінок у разі перегляду приємних зображень, тоді як у жінок, що переглядали еротичні сцени, спостерігалися тільки потужна активація в симетричних задньоскроневих і потиличних ділянках, а також зменшення потужності альфа- і тета-ритмів у правій скроневої зоні (Т4). Слід зазначити, що у чоловіків суб'єктивні оцінки ступеня приємності еротичних і позитивних зображень не розрізнялися (erotичні – $M = 6.64 \pm 0.27$ бала, позитивні – $M = 6.66 \pm 0.27$, $P = 0.79$). А от у жінок, хоч стимули обох типів були віднесені до приємних,

середні бальні оцінки, що давали таким зображенням, статистично значуще розрізнялися (позитивні – $M = 7.40 \pm 0.23$ бала, еротичні – $M = 6.86 \pm 0.27$; $P = 0.000064$). Іншими словами, перегляд тих зображень, котрі жінки оцінювали як найбільш приємні, супроводжувався ЕЕГ-змiнами, подібними до таких у разі перегляду чоловіками еротичних зображень. Таким чином, порівняння мозкової нейродинаміки дає підстави припустити, що еротичні зображення активують мозок чоловіків порівняно з іншими видами стимулів у найбільшій мірі, але при цьому когнітивна оцінка таких зображень здійснюється в тих самих ділянках кори, що й оцінка приємних картин неerotичного змісту у жінок.

Таким чином, найбільша перебудова ЕЕГ-ритмики в умовах сприйняття і еротичних, і емоційно позитивних неerotичних зображень у жінок відбувалась у перебігу фолікулярної фази. Перегляд приємних зображень, проте, супроводжувався зростанням потужності низько- та високочастотних бета-осциляцій, а перегляд еротичних зображень викликав здебільшого зниження потужності альфа-ритму.

Одним із важливих завдань нашої роботи була оцінка наявності зв'язку між такою індивідуальною рисою особистості, як емпатія, та потужністю основних ЕЕГ-діапазонів при сприйнятті афективних зображень. Саме рівень емпатії тієї або іншої людини характеризує її здатність до розуміння і співпереживання емоційних станів інших людей; очевидно, що ця здатність базується на можливості швидкої оцінки емоційного стану людини. Як на сьогодні вважалось, такий «скринінг» емоційного стану іншої особи може здійснюватися за допомогою так званих дзеркальних нейронів, котрі виявлені в ділянках кори, пов'язаних з керуванням мо-



Р и с. 4. Топокарти відмінностей між значеннями медіан спектральних потужностей (СП) частотних компонентів ЕЕГ, що спостерігалися в групах чоловіків та жінок при перегляді еротичних зображень IAPS, та величинами СП при демонстрації беззмістовних зображень. Позначення ті ж самі, що й на рис. 1.

Коефіцієнти кореляції (r) між рівнями емпатії обстежуваних та значеннями спектральної потужності (СП) ритмів/субритмів ЕЕГ під час перегляду зображень IAPS різного типу (P < 0.05)

Обстежувані	Нейтральні стимули			Приємні стимули			Неприємні стимули			Еротичні стимули			
	СП ритмів/субритмів ЕЕГ	відведення	коефіцієнт кореляції	СП ритмів/субритмів ЕЕГ	відведення	коефіцієнт кореляції	СП ритмів/субритмів ЕЕГ	відведення	коефіцієнт кореляції	СП ритмів/субритмів ЕЕГ	відведення	коефіцієнт кореляції	
Чоловіки, n = 40	β1	F3	-0.53	β1	F3	-0.53	β1	F7	-0.58	β1	F3	-0.61	
	β1	F4	-0.69	β1	F4	-0.65	β2	F4	-0.64	β1	F4	-0.61	
	β1	F7	-0.58	β1	F7	-0.55				β1	C3	-0.63	
	β1	C3	-0.54	β1	P4	-0.55				β2	F3	-0.70	
	β2	F3	-0.76	β2	F3	-0.70				β2	F4	-0.71	
	β2	F4	-0.79	δ	F4	-0.54				δ	P4	-0.55	
	β2	F7	-0.65							δ	P3	-0.57	
	δ	F3	-0.54										
α	C3	-0.57											
фази													
Жінки (n = 32)	фолікулярна	β1	T3	0.46	-	-	-	β1	F8	-0.55	δ	F3	0.47
		β1	C4	-0.59				β1	C4	-0.59			
		β2	F8	-0.51				θ	C3	-0.55			
		θ	C4	-0.56				θ	C4	-0.56			
	овуляція	α	F8	0.52	-	-	-	θ	O1	0.45	-	-	-
лютеїнова	-	-	-	θ	F3	0.44	θ	F4	0.53	-	-	-	
							θ	T3	0.47				

торними функціями, і котрі активуються не тільки при виконанні певних рухів, а й при спостереженні за такими ж самими рухами іншої особи [12]. Аналогічні нейрони знайдені і в зонах кори, котрі безпосередньо пов'язані з формуванням емоційних станів і суб'єктивною оцінкою будь-яких емоційних стимулів [11].

Проведений нами кореляційний аналіз виявив, що характер кортикальної активації при перегляді зображень IAPS у високоемпатичних представників різної статі істотно розрізняється (див. таблицю).

Зокрема, з'ясувалося, що у чоловіків рівень емпатії є найбільше пов'язаним із потужністю бета-ритму, причому всі коефіцієнти кореляції між двома даними показниками були негативними. Це вказує на обернену залежність між рівнем емпатії та потужністю коливань бета-діапазону. Як видно з таблиці, у високоемпатичних чоловіків під час перегляду і нейтральних, і афективних зображень різного типу потужність осциляцій бета-діапазону в лобноцентральных зонах була нижчою порівняно з такою у низькоемпатичних чоловіків. При цьому кількість зв'язків між рівнем емпатії та СП була найменшою в разі негативних стимулів, більшою в разі позитивних та еротичних, і найбільше зв'язків було виявлено під час перегляду нейтральних стимулів. Відомо, що потужність бета-ритму зростає в умовах реалізації когнітивного аналізу та посилення уваги до стимулу.

На нашу думку, зменшення частки бета-коли-

вань при перегляді емоційних зображень у високоемпатичних осіб може відображувати здатність останніх до інтуїтивного «осягнення» емоційних знаків зображення. Високоемпатичні особи не потребують свідомого аналізу, вони миттєво оцінюють стан іншої людини на основі сукупності невербальних ознак, що забезпечують емоційне вираження. На відміну від цього, низькоемпатичні особи намагаються оцінити емоційний стан іншої людини на основі логічного аналізу причинно-наслідкових зв'язків, що викликає в них певні труднощі та потребує більших зусиль і уваги. Подібна ситуація може відображатись у більшій потужності осциляцій бета-діапазону.

Аналіз зв'язків між рівнем емпатії та мозковою нейродинамікою у жінок виявив незначну кількість кореляцій відповідних показників під час перегляду ними нейтральних, позитивних і еротичних зображень (див. таблицю). Виявилось проте, що найбільше із вказаною індивідуально-типологічною рисою особистості у жінок пов'язана потужність ЕЕГ-коливань під час перегляду неприємних зображень. Надзвичайно цікавим нам здалося те, що характер цих зв'язків був суттєво відмінним у різних фазах менструального циклу. Як видно з таблиці, у фолікулярній фазі рівень емпатії знаходиться в негативній кореляції з потужністю коливань тета- та бета-діапазонів лобноцентральных зон переважно правої півкулі, і характер зв'язків у даній фазі був найбільш подібним до такого у чоловіків.

Суттєвою відмінністю в характері ЕЕГ-активності високоемпатичних жінок під час дії емоційних негативних стимулів є те, що у таких осіб, на відміну від чоловіків, з дією подібних стимулів пов'язана потужність тета-ритму. Ця потужність є високою під час овуляції та лютеїнової фази, а у фолікулярній фазі стає відносно низькою.

Іншими словами, логічним є припущення, що схильність до співпереживань як така може по-різному проявлятися залежно від рівня статевих гормонів. Ті стимули, котрі в жінок у фолікулярній фазі не викликають емоційного резонансу, стають більш активуючими для емпатичних осіб у лютеїнової фазі, для якої характерний високий рівень прогестерону.

В наших попередніх дослідженнях [22], а також у роботах інших авторів [23] було показано, що лютеїнової фазі притаманні вища активність симпатичного відділу автономної нервової системи в стані спокою та підвищена загальна емоційна реактивність, і це може ще посилюватися на тлі передменструального синдрому. Вірогідно, саме тому в даний період пред'явлення негативних стимулів викликало найбільше посилення потужності тета-ритму в осіб з високим рівнем емпатії.

Звертає увагу на себе те, що у жінок зв'язки СП ЕЕГ-коливань з емпатією виявлялися фактично лише в разі сприйняття неприємних зображень, причому переважно в лобно-центральної ділянках правої півкулі. Ця півкуля вміщує нейронні мережі, що забезпечують поведінку, пов'язану з уникненням [24]. У чоловіків же рівень емпатії був найбільш пов'язаним із СП бета-ритму при перегляді приємних зображень (еротичні також відносяться до цієї категорії). Таким чином, кореляційний аналіз у цілому підтвердив ідею про більшу чутливість жінок до негативних емоцій, а чоловіків – до позитивних. Крім того, ми можемо припустити, що емпатія може по-різному виражатись у представників різної статі: у жінок вона виявляється через активацію емоціогенних структур мозку (більша потужність тета-ритму) і, як результат, співпереживання побаченому. У чоловіків же емпатія виявляється в меншому залученні когнітивних систем (менша потужність бета-ритму) для оцінки емоційного контексту зображення.

Тестування проводилося з дотриманням національних норм біоетики та положень Хельсінкської декларації 1975 р. (у редакції 2000 р.); всі учасники були докладно інформовані про цілі та процедуру дослідження, та від них була

отримана письмова згода.

Автори даної статті – К. Ю. Демидова, В. В. Дубовик, В. І. Кравченко та М. Ю. Макарачук – декларують, що в них відсутній конфлікт інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. J. M. Goldstein, L. J. Seidman, N. J. Horton, et al., "Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by *in vivo* magnetic resonance imaging," *Cerebr. Cortex*, **11**, 490-497 (2001).
2. S. E. Baran, C. E. Armstrong, D. C. Niren, et al., "Chronic stress and sex differences on the recall of fear conditioning and extinction," *Neurobiol. Learn. Memory*, **91**, 323-332 (2009).
3. L. Cahill, "Sex- and hemisphere-related influences on the neurobiology of emotionally influenced memory," *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiat.*, **27**, 1235-1241 (2003).
4. B. Myers, K. Dittmeyer, and B. Greenwood-van Meerveld, "Involvement of amygdaloid corticosterone in altered visceral and somatic sensation," *Behav. Brain Res.*, **181**, 163-167 (2007).
5. M. J. Weiser, C. D. Foradori, and R. J. Handa, "Estrogen receptor beta in the brain: from form to function," *Brain Res. Rev.*, **57**, 309-320 (2008).
6. D. Montague, C. S. Weickert, E. Tomaskovic-Crook, et al., "Oestrogen receptor alpha localization in the prefrontal cortex of three mammalian species," *J. Neuroendocrinol.*, **20**, 893-903 (2008).
7. A. A. Wolf and C. A. Frye, "A review and update of mechanisms of estrogen in the hippocampus and amygdala for anxiety and depression behavior," *Neuropsychopharmacology*, **31**, 1097-1111 (2006).
8. J. M. Goldstein, M. Jerram, R. Poldrack, et al., "Hormonal cycle modulates arousal circuitry in women using functional magnetic resonance imaging," *J. Neurosci.*, **25**, 9309-9316 (2005).
9. M. R. Milad, M. A. Zeidan, A. Contero, et al., "The influence of gonadal hormones on conditioned fear extinction in healthy humans," *Neuroscience*, **168**, 652-658 (2010).
10. N. E. Makarchuk, K. Yu. Maksimovich, V. I. Kravchenko, and S. A. Kryzhanovskii, "Modifications of EEG activity related to perception of emotionally colored, erotic, and neutral pictures in women during different phases of the ovulatory (menstrual) cycle," *Neurophysiology*, **42**, No. 5, 362-370 (2011).
11. T. Singer, B. Seymour, J. O'doherty, et al., "Empathy for pain involves the affective but not the sensory components of pain," *Science*, **303**, 1157-1162 (2004).
12. G. Rizzolatti, "Neurophysiological mechanisms underlying action understanding and imitation," *Nat. Rev. Neurosci.*, **9**, No. 2, 661-670 (2001).
13. C. Sinigaglia and G. Rizzolatti, "Through the looking glass: Self and others," *Conscion. Cognit.*, **20**, 64-74 (2011).
14. M. M. Bradley and P. J. Lang, "The international affective picture system (IAPS) in the study of emotion and attention," in: *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*, J. A. Coan and J. J. B. Allen (eds.), Oxford Univ. Press, Oxford, New York (2007), pp. 29-46.
15. А. Мергряна, Н. Эпштейн, "Определение уровня эмпатии при помощи опросника", в кн.: *Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии*, под ред.

- А. А. Крылова, С. А. Маничева, Питер, СПб. (2004), с. 289-299.
16. S. Han, Y. Fan, and L. Mao, "Gender difference in empathy for pain: An electrophysiological investigation," *Brain Res.*, **1196**, 85-93 (2008).
17. О. М. Разумникова, "Функциональное значение частотных диапазонов ЭЭГ", в кн.: *Мышление и функциональная асимметрия мозга*, СОРАМН, Новосибирск (2004), с. 97-106.
18. D. Sabatinelli, T. Flaisch, M. M. Bradley, et al., "Affective picture perception: gender differences in visual cortex?" *NeuroReport*, **15**, No. 7, 1109-1112 (2004).
19. K. M. Heilman, "The neurobiology of emotional experience," *J. Neuropsychiat. Clin. Neurosci.*, **9**, No. 3, 439-448 (1997).
20. L. Cattaneo and G. Rizzolatti, "The mirror neuron system," *Arch. Neurol.*, **66**, No. 5, 557-560 (2009).
21. S. Hamann, R. A. Herman, C. L. Nolan, and K. Wallen, "Men and women differ in amygdala response to visual sexual stimuli," *Nat. Neurosci.*, **7**, No. 4, 411-416 (2004).
22. В. І. Кравченко, Ю. С. Демченко, К. Ю. Максимович, М. Ю. Макарчук, "Варіативність серцевого ритму у жінок в різні фази менструального циклу", *Вісн. КНУ ім. Тараса Шевченка. Сер. Біологія*, **52/53**, 52-55 (2008).
23. T. Matsumoto, T. Ushiroyama, M. Morimura, et al., "Autonomic nervous system activity in the late luteal phase of eumenorrheic women with premenstrual symptomatology," *J. Psychosom. Obstet. Gynaecol.*, **27**, 131-139 (2006).
24. R. J. Davidson, "Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience," *Cognition Emotion*, **12**, 307-330 (1998).