

С. Конякин, канд. геогр. наук, Т. Шупова, канд. биол. наук, Л. Губарь, канд. биол. наук
Государственное учреждение "Институт эволюционной экологии НАН Украины", Киев, Украина,
А. Билушенко, канд. биол. наук
Черкасский зоологический парк, Черкассы, Украина

ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ УРОЧИЩА "ФЕОФАНИЯ"

Урочище "Феофания" расположено на окраине Киева и представляет сообщества коренной дубравы с высокой плотностью вековых деревьев и производных грабового леса, остепненным лугом, культурфитоценозами, каскадом прудов, ручьем. За период 2012–2018 гг. выявлено 11 видов рыб, 8 земноводных, 7 пресмыкающихся, 111 птиц, 29 млекопитающих. Из них 82,0 % видов охраняется на международном уровне, 8,9 % на государственном уровне Украины, 12,6 % являются регионально редкими. У 81 % видов животных в урочище проходит репродуктивный, а у половины из них и весь жизненный цикл. 19 % видового состава птиц (Aves) оседлые, 58 % прилетают на гнездование, 12 % кормление, 9 % зимовку, 2 % залетных (*Regulus ignicapillus*, *Nucifraga caryocatactes*). 82,8 % видов млекопитающих (Mammalia) оседлые, 10,3 % перелетные (*Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pygmaeu*, *Nyctalus leisleri*), 6,9 % с невыясненным статусом (*Neovison vison*, *Capreolus capreolus*). В урочище отмечено 12 чужеродных видов. *Carassius gibelio*, *Stenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* выпущены в пруды с целью зарыбления. *Trachemys scripta elegans* приносят к прудам отдыхающие. *Pseudorasbora parva*, *Perccottus glenii*, *Streptopelia decaocto*, *Dendrocopos syriacus*, *Phoenicurus ochruros*, *Serinus serinus*, *Ondatra zibet*, *Pipistrellus kuhlii*, *Neovison vison* проникли в урочище самостоятельно, из соседних биотопов. Негативное влияние на биотопы "Феофании" со стороны рекреантов несколько нивелируется за счет просветельско-воспитательной работы с отдыхающими. Наиболее актуальна агитационная работа, направленная на воспитание правильного поведения в природе, разъяснения необходимости охраны всех видов растений и животных, биотопов их существования, разъяснение последствий нарушения баланса устойчивого развития экосистем.

Ключевые слова: биотопы лесостепной зоны, урочище "Феофания", *Pisces*, *Amphibia*, *Reptilia*, *Aves*, *Mammalia*, адвентивные позвоночные животные.

S. Koniakin, Ph.D, T. Shupova, Ph.D, L. Gubar, Ph.D
Institute for Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
A. Bilushenko, Ph.D
Cherkassy Zoological Park, Cherkassy, Ukraine

VERTEBRATES OF THE LOCAL LANDSCAPE FEOFANIYA

The local landscape Feofaniya is located on the outskirts of the Kyiv and represents communities of native oak wood with high density of ancient trees and hornbeam forest, steppe meadow, culture phytocenoses, cascade of ponds, stream. For the period 2012-2018 11 species of fish, 8 amphibians, 7 reptiles, 111 birds, 29 mammals were identified. Of these, 82.0 % of species are protected internationally, 8.9 % at the state level of the Ukraine, 12.6 % are regionally rare. In 81% of animal species, the reproductive site passes through the tract, and in half of them the whole life cycle. 19 % of the species composition of birds (Aves) are sedentary, 58 % arrive for nesting, 12 % for feeding, 9 % for wintering, 2 % for migratory (*Regulus ignicapillus*, *Nucifraga caryocatactes*). 82.8 % of mammals (Mammalia) are sedentary, 10.3 % are migratory (*Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pygmaeu*, *Nyctalus leisleri*), 6.9 % with unexplained status (*Neovison vison*, *Capreolus capreolus*). The local landscape has 12 alien species. *Carassius gibelio*, *Stenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* released into ponds with the purpose of stocking. *Trachemys scripta elegans* bring vacationers to the ponds. *Pseudorasbora parva*, *Perccottus glenii*, *Streptopelia decaocto*, *Dendrocopos syriacus*, *Phoenicurus ochruros*, *Serinus serinus*, *Ondatra zibet*, *Pipistrellus kuhlii*, *Neovison vison* penetrated the local landscape independently from neighboring biotopes. Thanks to biotechnical measures aimed at improving the living conditions of animals (protection of natural nests and the creation of artificial ones), hanging feeders in the winter, hanging shelters for daytime and wintering bats. The negative impact on the biotopes of Feofaniya from the side of recreants is somewhat leveled at the expense of educational work with vacationers. The most relevant propaganda work is aimed at educating correct behavior in nature, explaining the need to protect all plant and animal species, their biotopes, and explaining the consequences of disturbing the balance of sustainable development of ecosystems.

Key words: forest-steppe zone biotopes, local landscape Feofaniya, *Pisces*, *Amphibia*, *Reptilia*, *Aves*, *Mammalia*, adventitious vertebrates.

УДК612.82/83

С. Корж, студ., Н. Філімонова, канд. фіз.-мат. наук, М. Макарчук, д-р біол. наук,
І. Зима, д-р біол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
В. Кальниш, д-р біол. наук
ДУ "Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України", Київ, Україна

НЕЙРОФІЗИОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ АСОЦІАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ У ВЕТЕРАНІВ АТО/ООС, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ

Тестування стану асоціативної пам'яті методом парних асоціацій виявило значуще зниження ефективності асоціативного запам'ятовування у ветеранів Антитерористичної операції (АТО) / операції Об'єднаних сил (ООС) із черепно-мозковими травмами, про що свідчила більша кількість зроблених ними помилок та довша тривалість проходження ними тесту порівняно з обстежуваними контрольної групи. В обстежуваних контрольної групи формування асоціативної пам'яті забезпечувала узгоджена система висхідного та низхідного контролю запам'ятовування асоціативних пар слів та формування їх образів як у правій, так і в лівій півкулях, тоді як у ветеранів АТО/ООС із черепно-мозковими травмами до процесів формування асоціативної пам'яті більшою мірою залучалась ліва півкуля, що свідчило про переважний внесок семантичного аналізу слів до формування зв'язку між ними. Після пред'явлення першого слова асоціативної пари згадування другого слова в контрольній групі забезпечувала збалансована нейромережа у правій та лівій півкулях. На відміну від цього, у групі з черепно-мозковими травмами виявлена підвищена активність у лівій півкулі та відповідна нейромережа в низькочастотному діапазоні, що вказувало на більшу залученість вербального семантичного аналізу слів при відтворенні другого слова пари, при цьому відсутність у них синхронізації в бета-діапазоні в центральній-парієтальній зоні може свідчити про погіршення процесів, які забезпечують гальмування після згадування відповідних слів (postretrieval processes). Таким чином, у контрольній групі при запам'ятовуванні асоціативних пар слів виявлено узгоджені процеси сприйняття окремих слів, їх розпізнавання, семантичного аналізу та формування між ними смислових зв'язків та їх зв'язків із відповідними образами, що є відображенням узгоджених міжпівкульних інформаційних процесів, у той час як обстежувані з черепно-мозковими травмами переважно спиралісь на фонетичні та семантичні аспекти асоціативних пар слів.

Ключові слова: асоціативна пам'ять, ЕЕГ, когерентний аналіз, LORETA, черепно-мозкова травма.

Вступ. Черепно-мозкові травми (ЧМТ) можуть викликати різноманітні когнітивні порушення, які погіршують пам'ять, увагу, сприйняття та розуміння інформації,

когнітивний (свідомий) контроль при ухваленні рішень тощо. Значного поширення такі розлади набули в сучасній Україні внаслідок війни на її сході. Травми го-

лови складають від 33 до 45 % від загальної кількості травм, які військовослужбовці отримують у результаті бойових дій у зоні Антитерористичної операції (АТО)/операції Об'єднаних сил (ООС). На жаль, як контузії, так і струсам головного мозку не завжди приділяють достатню увагу, хоча такі травми можуть мати значні віддалені наслідки, які суттєво погіршують стан когнітивних функцій. Наявні нині дослідження показують, що люди, які страждають від ЧМТ, часто відчувають дефіцит мовних функцій, психомоторних навичок, уваги, пам'яті та виконавчих функцій [19]. Проблеми з пам'яттю є не тільки одними з найпоширеніших наслідків ЧМТ, вони також можуть мати більш значущий вплив у повсякденному житті та успішності діяльності. Розуміння того, як ЧМТ впливає на функціональну цілісність мозкових нейромереж, є ключовим для майбутньої реабілітації. Наслідки після отримання ЧМТ є дуже різноманітними, однак у 1 з 5 випадків люди з ЧМТ залишаються на все життя інвалідами з порушеними процесами пам'яті, уваги, виконавчих функцій, руховими розладами та проблемами в соціальній поведінці [20].

Відомо, що асоціації лежать в основі когнітивних процесів, зокрема пам'яті – процесу пізнання, збереження та відтворення інформації. Асоціаціями є взаємозв'язки між елементами (предметами, явищами, поняттями, рухами тощо), які встановлюються між відчуттями, що виникають у свідомості людини без активного сприйняття. Нині вивчення функціональних та анатомічних порушень при ЧМТ є досить поширеним, проте якість функціонування асоціативної пам'яті досліджувалася дуже мало [14].

Метою роботи було визначити вплив ЧМТ на стан асоціативної пам'яті у ветеранів АТО / ООС та характер міжрегіональної взаємодії у головному мозку ветеранів АТО/ООС при реалізації асоціативної пам'яті.

Об'єкт та методи досліджень. В обстеженні взяли участь 10 чоловіків віком 18–21 роки, які не мали скарг на здоров'я, правші – студенти КНУ імені Тараса Шевченка (контрольна група), а також 10 чоловіків-ветеранів АТО/ООС віком 30–48 років, які зазнали ЧМТ, правші (надалі – група з ЧМТ), які на момент обстеження були пацієнтами ДУ "Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України". При формуванні групи з ЧМТ ми спиралась на медичні картки пацієнтів, де вказувалась лише наявність черепно-мозкової травми. Зазвичай військові лікарі до них відносять контузії, струси головного мозку тощо, але в картках більш точний діагноз не вказувався. В англійській літературі використовують термін *mildTraumaticBrainInjury (mTBI)* – помірне травматичне ушкодження мозку. Усі обстежувані були поінформовані стосовно схеми проведення обстежень і надали письмову згоду відповідно до Гельсінської етичної декларації.

Учасники обох обстежуваних груп проходили комп'ютерний тест на асоціативну пам'ять [3], який є комп'ютерною модифікацією класичної методики [2]. Тест складався із двох етапів. Спочатку на екрані монітора протягом 40 с з'являлись 15 асоціативних пар, які учаснику треба було запам'ятати. Після цього, через 1 с, з'являлося одне слово зі списку показаних раніше та список слів, серед яких обстежуваний мав обрати слово як асоціативну пару до цього слова. Реєструвався час проходження тесту та кількість помилкових відповідей.

Під час проходження тесту здійснювалася реєстрація електроенцефалограми (ЕЕГ). Для реєстрації та аналізу ЕЕГ використовували комплекс "Нейрон-Спектр-4/ВП" (НейроСофт). Запис ЕЕГ здійснювався

монополярно, референтні електроди – на мочках вух із кожної сторони. Частота квантування ЕЕГ – 500 Гц, електроди накладались за міжнародною системою 10–20 % у 16 стандартних відведеннях. У кожному відведенні обчислювались спектральні потужності та коефіцієнти когерентності за допомогою комп'ютерної програми "Нейрон-Спектр" для таких частотних діапазонів ЕЕГ: дельта (0,5–3,9 Гц), тета (4,0–7,9 Гц), альфа (8,0–13,0 Гц), бета-1 (13,0–19,9 Гц), бета-2 (20,0–35,5 Гц). Достовірною когерентністю вважали при медіані $\geq 0,7$, оскільки середнє значення функції когерентності залежить від шуму в записі сигналу ЕЕГ, і нижчі значення медіани показували б хибну синхронізацію певних пар відведень [1].

Координати диполів активності для всіх частотних діапазонів під час проходження тесту отримано в програмі нейровізуалізації LORETA [18].

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA, 2008). Тест Шапіро-Вілка використовували для перевірки на нормальність розподілу. Розподіл кількості помилок відрізнявся від нормального ($p < 0,05$), а часу реакції – був нормальний ($p = 0,15$), тому для порівняльного аналізу використовували критерій Стьюдента та Левена і критерій Мана-Вітні. Для опису вибіркового розподілу вказували середнє значення $M \pm SD$ та медіану Me [25 %; 75 %].

Результати та їх обговорення. Під час проходження асоціативного тесту обстежувані з ЧМТ робили значуще більше помилок ніж у контрольній групі: 10 [9; 14] vs. 2 [1; 2] ($p = 0,001$), та проходили тест значуще довше 16 ± 5 с vs. 11 ± 3 с (за критерієм Стьюдента $p = 0,01$, Левена $p = 0,18$). Тобто, проходження асоціативного тесту обстежуваним із ЧМТ давалося значно важче, ніж для контрольної групи. Обстежувані в контрольній групі та групі ветеранів із ЧМТ відрізнялись за віком, однак виявлене погіршення асоціативної пам'яті не можна пов'язувати саме з віковими змінами. По-перше, вікова група ветеранів з ЧМТ складала 30–48 років, а за віковою класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я: 25–44 – молодий вік; 44–60 – середній вік; 60–75 – похилий вік; 75–90 – старечий вік, а після 90 – довгожителі. Таким чином, обстежувані обох груп були фактично з однієї вікової групи. По-друге, оскільки пари асоційованих слів мають чіткі семантичні відносини, а контент семантичної пам'яті формується на основі ієрархічних угруповань різноманітних асоціацій, то базовою одиницею семантичної пам'яті вважають саме асоціацію. Цілий ряд досліджень когнітивної неврології, які узагальнені в огляді [6], показали, що, на щастя, не всі когнітивні процеси з віком погіршуються.

Так, продуктивність семантичної пам'яті у віці від 35 до 60 років покращується, до 75 років є стабільною, і тільки в подальшому дещо знижується.

Під час проходження асоціативного тесту на етапі запам'ятовування, за результатами програми LORETA, у контрольній групі виявлено диполі активності в обох півкулях, що свідчило про узгоджений процес ідентифікації слів та формування асоціативних пар (рис. 1, а). Виявлена активація білатеральної *Sup*, які причетні до базової обробки візуальної інформації, та *PreCun* у лівій півкулі (рис. 1, а). Останнім часом *PreCun* був ідентифікований як регіон, який опосередковує складні та високоінтегровані завдання, включаючи пошук спогадів в епізодичній пам'яті та створення уявних образів [16]. Таким чином, виявлена активація лівого *PreCun* у контрольній групі є значущою для розуміння асоціацій між парами слів. У [16] також виявлено кореляцію між активацією в *PreCun* та скроневою зоною при розумінні ме-

тафор. У [14] показано, що MTL функціонує як частина складної нейронної мережі для підтримки кодування асоціацій, а також те, що до успішного кодування асоціативних пар слів залучаються зони ACC (забезпечення механізмів відбору, організації, генерування об'єднань між елементами) та FG – зони візуального розпізнавання слів. FG є великою областю в нижній скроневій корі, яка відіграє важливу роль у розпізнаванні об'єктів та облич. Крім того, у [8] показано, що відповідно до простої анатомічної та функціональної моделі читання слів, літери, що відображаються в одній півкулі, спочатку аналізуються через каскад конралатеральних ретино-топних областей, у тому числі в FG (BA 18-19), які формують усе більш абстрактні уявлення. Зрештою, у зоні розпізнавання візуальної форми слова FG (BA 37), яка розташована в межах лівої потилично-скроневої борозни, створюються представлення ідентичностей літер, які в подальшому скеровуються в зони, що займаються фонологічною або лексико-семантичною обробкою, у тому числі у FG (BA 20), яка примикає до PHG. Оскільки в контрольній групі нами виявлено активацію ACC, MFG і AG в обох півкулях, а також FG (BA 18), FG (BA 37) та FG (BA 20) лівої півкулі (рис. 1, а), то можна припустити, що при запам'ятовуванні пар слів відбувались процеси розпізнавання літер, слів та кодування асоціацій. Виявлена активність в MFG, SFG та ACC (рис. 1, а) може вказувати на наявність системи низхідного (top-down) контролю, що може контролювати аспекти перцептивних уявлень, які пов'язані з новими слідами епізодичної пам'яті при створенні асоціацій або їх відновленні, про що свідчать результати роботи [9]. У [25] показано, що ліва AG є критичною для епізодичного моделювання (тобто уявлення про певний майбутній досвід) й епізодичної пам'яті (тобто запам'ятовування специфічного минулого досвіду). У той же час права AG відіграє причинну роль у формуванні очікуваних зв'язків [7]. Оскільки асоціативна пам'ять є невід'ємним компонентом епізодичної пам'яті, а асоціативні пари слів, які пред'являлись у тесті, базувались саме на очікуваних зв'язках, виявлена нами активація AG в обох півкулях (рис. 1, а) вказує на їх критичну роль у процесах асоціативної пам'яті. Також виявлена активність в зоні MTG (рис. 1, а), яка, як показано у [27], має ключову роль у семантичній оцінці асоціацій та мультимодальному семантичному процесі. Функція PCC полягає у створенні щільної мережі структурних зв'язків із різноманітними областями мозку, тобто PCC виконує роль кортикального вузла у складній функціональній архітектурі, яка пов'язана як із вентральною областю, так і з фронто-парієтальною нейромережею, яка бере участь у когнітивному контролі та регулюванні балансу між зовнішнім та внутрішнім спрямуванням процесів пізнання [15]. Виявлена нами активність у PCC (рис. 1, а) свідчить про стабільність нейромережі, в якій відбувалось узгодження процесів сприйняття окремих слів, їх розпізнавання, семантичний аналіз та формування між ними асоціативних зв'язків. Дві різні системи контролю уваги асоційовані із двома широкомасштабними нейромережами, які називають дорсальною (top-down, низхідною) та вентральною (bottom-up, висхідною) системами уваги. Мережа селективної уваги top-down може бути спрямована на зовнішні або внутрішні події через один із двох процесів: цілеспрямований або рефлексивний процес, причому в обох випадках до них залучена PCC. Мережа bottom-up контролю виходить за межі Temporo-parietal junction (скронево-тім'яне з'єднання) та включає AG, яка може сприяти безпосередньому отриманню і представленню епізодичної інформації [20], та активацію якої нами було виявлено в контрольній групі (рис. 1, а). Та-

кож у контрольній групі бачимо активацію IFG в обох півкулях (рис. 1, а). Ліва IFG залучена до фонетичного та семантичного підбору слів [10], у той час як права IFG функціонально пов'язана з широкомасштабними нейромережами фронто-парієтальної вісі, яка здійснює як автоматичні, так і складні комплексні когнітивні процеси [11]. У [9] зазначено, що функціональний зв'язок між правим гіпокампом, правою FG і лівою IFG визнає успішне асоціювання нового обличчя з відповідним іменем. Тобто, на основі виявлених нами зон активності можна припустити, що обстежувані контрольні групи при створенні асоціативних пар слів асоціювали їх також із відповідними образами.

Таким чином, у контрольній групі при запам'ятовуванні асоціативних пар виявлено збалансовану систему узгоджених дорсальних та вентральних нейромереж, до яких входять окципітальні, парієтальні, скроневі та фронтальні спеціалізовані зони обох півкуль. Ця узгоджена система мала відображення в кортикальних взаємозв'язках, які були виявлені когерентним аналізом ЕЕГ (рис. 3). Так, у дельта-діапазоні формуються глобальні нейромережі, які забезпечують адаптацію до вхідного сенсорного потоку та які пов'язані з активною, цілеспрямованою увагою і мотивацією [10, 22]. Виявлена фронто-парієтальна зв'язність у лівій півкулі та міжпівкульний взаємозв'язок в дельта-діапазоні в контрольній групі (рис. 3) є відображенням узгоджених міжпівкульних інформаційних процесів при запам'ятовуванні асоціативних пар слів. Отже, активність у тета-діапазоні пов'язують з успішним кодуванням інформації при запам'ятовуванні та її утриманні, а також формуванням мережі top-down контролю. Крім того, вважається, що активність у тета-діапазоні відіграє вирішальну роль у кодуванні епізодичної пам'яті – чим вища активність у цьому діапазоні, тим краще відбувається кодування асоціацій із семантично конгруентним контекстом [5]. Позитивний вплив семантичного контексту на кодування та відтворення асоціацій опосередковується змінами у схемі зв'язків між джерелами в тета-діапазоні. При запам'ятовуванні облич права SuperiorParietalLobe показала підвищену синхронізацію в тета-діапазоні з LateralPosteriorParietalLobe та лівою MedialTemporalLobe, що забезпечило регулювання автоматичної уваги до сенсорної та контекстної інформації [9]. Однак, лівий PosteriorParietalCortex також є чутливим до кількості вербальної інформації, яка згадується в тестах на асоціативні пари слів [26]. Таким чином, виявлені фронто-центрально-парієтальні зв'язки в тета-діапазонах лівої півкулі та центрально-парієтальні у правій (рис. 3) підтримували формування контекстних асоціативних пар.

Активність в альфа-діапазоні пов'язана із семантичною пам'яттю, оскільки вона послідовно десинхронізується з поданням семантично пов'язаних елементів [17]. Виявлена зв'язність у латеральних центрально-парієтальних зонах (рис. 3) може вказувати на формування специфічних семантично пов'язаних асоціацій. У той же час, у [17] виявлена кореляція між fMRI активністю у правих InferiorParietalPrecentralCortex, а також у лівому InferiorParietalCortex та активністю в бета-діапазоні, яка презентує мережу гальмування конкуруючих із релевантними стимулів та процеси забування. Отже, наявна синхронізація у фронто-центрально-парієтальних зонах у бета-діапазоні в контрольній групі (рис. 3), можливо, забезпечувала якісні процеси запам'ятовування асоціацій при пригніченні неадекватних стимулів.

На відміну від контрольної групи, у пацієнтів з ЧМТ при запам'ятовуванні асоціацій активувалась не тільки FG (BA37) лівої півкулі, але і FG (BA36) – гіпокампальна

зона правої півкулі (рис. 1, б). У [4] зазначається, що візуальне розпізнавання слів відбувається не тільки в лівій FG (BA37), але і у правій, причому інтеграція результатів їх діяльності відбувається за допомогою CorpusCallosum у мовних центрах лівої півкулі. На жаль, когерентний аналіз не виявив наявності фронто-парієтального зв'язку у правій півкулі (рис. 3), що могло б узгодити процеси візуального розпізнавання слів з їх семантичним аналізом.

Дослідження в дельта-діапазоні виявили дві системи: в парієтально-оципітальній зоні та фронто-скроневій зоні (рис. 3). Парієтально-оципітальна система включала в себе зони первинної та вторинної візуальної кори та тім'яну асоціативну область кори, в яких за виділеними

інформативними ознаками зображення, у тому числі графічного представлення слів, упізнаються та пов'язуються суб'єктивні уявлення. Фронтально-скроневіа система складалась із мовних структур лівої півкулі, де відбувається проговорювання фонем слів, розпізнавання їх сенсу та їхня актуалізація в образах письмової та усної мови та префронтальних зон обох півкуль, які здійснюють цілеспрямований контроль специфічної системи сприйняття та обробки вербальної інформації (рис. 3). Таким чином, при запам'ятовуванні обстежуваних у групі з ЧМТ більше спиралось на фонетичні та семантичні аспекти асоціативних пар слів, а також намагались запам'ятати їх як візуальний об'єкт, причому ці два процеси не були об'єднані в одну систему.

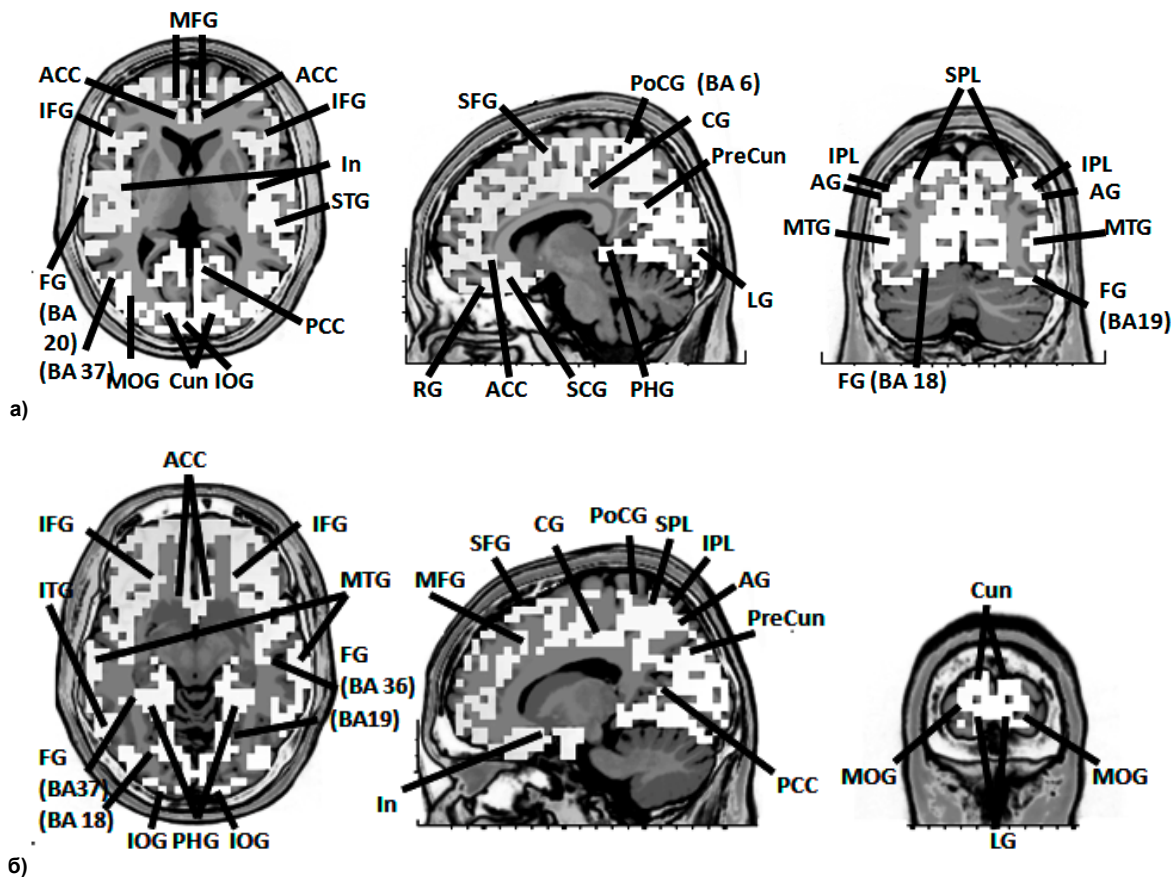


Рис. 1. Диполі активності головного мозку під час запам'ятовування асоціативних пар: а) у контрольній групі (n=10) білим виділено диполі, активність яких була значуще вища відносно нуля (поріг активності $t=2,416$, $p < 0,05$); б) у групі з ЧМТ (n=10) білим виділено диполі, активність яких була значуще вища відносно нуля (поріг активності $t=2,206$, $p < 0,05$)

При відтворенні пар слів у обстежуваних контрольної групи більшу активацію виявлено у правій півкулі, тобто вони більше спиралось на візуальний образ пари слів (рис. 2, а). При цьому виявлена активація лівої MTL та білатерально-FG (BA 37) (рис. 2, а), які, як показано в [13], забезпечують ефективне відтворення асоціацій. При цьому фронто-парієтальна синхронізація виявлена як у лівій, так і у правій півкулі (рис. 3), що забезпечило ефективний пошук слів відповідної асоціативної пари.

На відміну від контрольної групи, в обстежуваних ветеранів із ЧМТ вища активність була виявлена в лівій півкулі, що свідчить про більшу залученість вербального семантичного аналізу пред'явлених тестових слів (рис. 2, б). Пару до тестового слова треба було вибирати із множини слів, які включали і синоніми необхідного слова. Як показав аналіз відповідей, обстежувани з ЧМТ в більшості розуміли, приблизно яке слово є асоціативною парою до тестового, але не могли вказати точно, яке саме пред'являлось для запам'ятовування в першій

частині тесту. За даними [23], зона BA31, куди входить PosteriorCingulateCortex та PreCun, активується під час мовних завдань (лексико-семантичній обробці вербальної інформації) та відіграє значну роль у пов'язуванні емоцій та пам'яті (топографічної, епізодичної тощо) [24]. Оскільки ця зона є більш активною у групі з ЧМТ під час відтворення асоціативних пар (рис. 2, б), то можна припустити, що обстежувани краще запам'ятовували суб'єктивно пов'язані емоційно забарвлені асоціативні пари.

Крім того, на відміну від контрольної групи, когерентності у них виявлено тільки між мовними центрами в низькочастотних діапазонах, а в бета-діапазоні такі зв'язки були відсутні (рис. 3). Відсутність синхронізації в бета-діапазоні в центрально-парієтальній зоні може свідчити про погіршення процесів, які забезпечують гальмування після згадування (postretrieval processes) [17], що дає можливість більш точно налаштуватись на пригадування наступного слова та уникати інтерференції між тестовими словами.

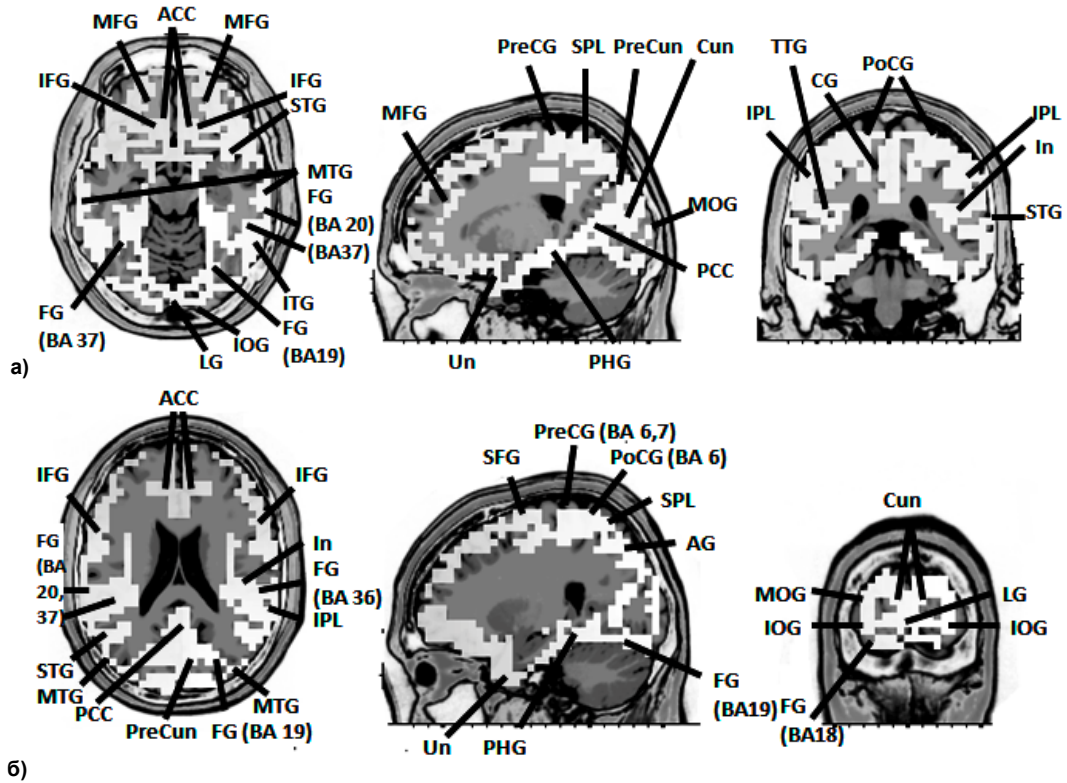


Рис. 2. Диполі активності головного мозку під час відтворення слів відповідних асоціативних пар: а) у контрольній групі (n=10) білим виділено диполі, активність яких була значуще вища відносно нуля (поріг активності $t=2,186$, $p < 0,05$); б) у групі з ЧМТ (n=10) білим виділено диполі, активність яких була значуще вища відносно нуля (поріг активності $t=2,260$, $p < 0,05$)

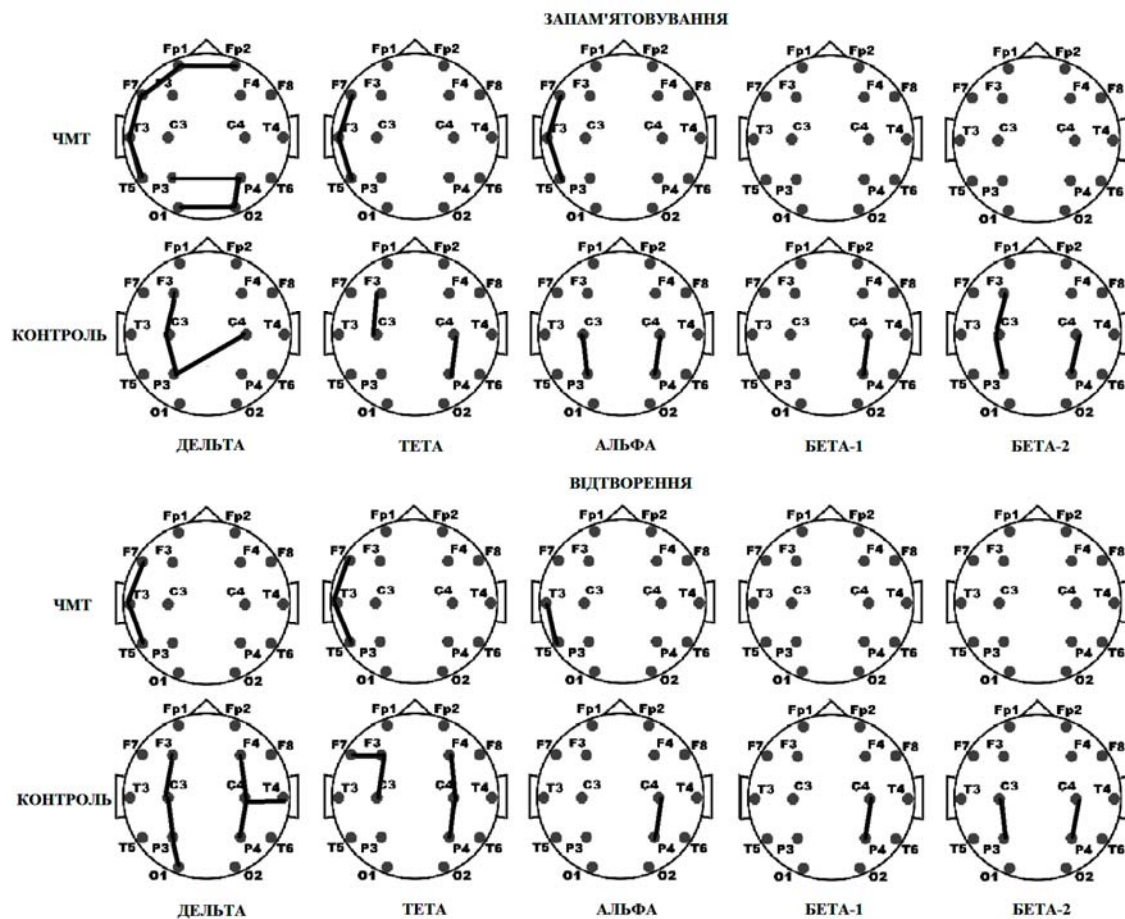


Рис. 3. Когерентності з $Me \geq 0,7$ в дельта-, тета-, альфа-, бета-1 та бета-2 діапазонах у контрольній групі (n=10) та групі із ЧМТ (n=10) під час тестування асоціативної пам'яті

Таким чином, в обстежуваних контрольної групи формування асоціативної пам'яті забезпечувала узгоджена система висхідного та низхідного контролю запам'ятовування асоціативних пар слів та формування їх образів як в правій (клин, кутова звивина, середня скронева звивина, передня поясна кора, веретеноподібна звивина, медіальна лобова звивина, нижня лобова звивина, задня поясна кора), так і в лівій півкулях (клин, приклинарна ділянка, кутова звивина, середня скронева звивина, передня поясна кора, веретеноподібна звивина, медіальна лобова звивина, верхня лобова звивина та нижня лобова звивина), тоді як у ветеранів АТО/ООС із черепно-мозковими травмами до процесів формування асоціативної пам'яті більшою мірою залучалась ліва півкуля (нижня потилична звивина, клин, приклинарна ділянка, кутова звивина, нижня скронева звивина, середня скронева звивина, веретеноподібна звивина, парагіпокампулярна звивина, медіальна лобова звивина, передня поясна кора, медіальна лобова звивина, верхня лобова звивина, нижня лобова звивина, верхня тім'яна часточка, нижня тім'яна часточка, задня поясна кора), ніж права (нижня потилична звивина, клин, середня скронева звивина, веретеноподібна звивина, парагіпокампулярна звивина, передня поясна кора та нижня лобова звивина), що свідчило про переважний внесок семантичного аналізу слів до формування зв'язку між ними.

Після пред'явлення першого слова асоціативної пари згадування другого слова в контрольній групі забезпечувала збалансована нейромережа у правій (верхня скронева звивина, нижня скронева звивина, нижня потилична звивина) та лівій півкулях (клин, приклинарна ділянка, середня потилична звивина, верхня тім'яна часточка та задня поясна кора) при білатеральній активності в передній поясній корі, веретеноподібній звивині, медіальній лобовій звивині та нижній лобовій звивині. У той же час, у групі з черепно-мозковими травмами була виявлена підвищена активність у лівій півкулі (верхня лобова звивина, верхня скронева звивина, парагіпокампулярна звивина, прецентрально звивина, верхня тім'яна часточка, задня поясна кора та кутова звивина) та відповідна нейромережа в низькочастотному діапазоні, що вказувало на більшу залученість вербального семантичного аналізу асоціативних пар слів. При цьому відсутність у них синхронізації в бета-діапазоні в центрально-парієтальній зоні може свідчити про погіршення процесів, які забезпечують гальмування після згадування відповідних слів (postretrieval processes).

Висновки. Тестування стану асоціативної пам'яті виявило зниження ефективності асоціативного запам'ятовування у ветеранів АТО/ООС, які зазнали ЧМТ, про що свідчили більша кількість зроблених ними помилок та довша тривалість проходження ними тесту порівняно з обстежуваними контрольної групи.

В обстежуваних контрольної групи формування асоціативної пам'яті забезпечувала узгоджена система висхідного та низхідного контролю запам'ятовування асоціативних пар слів та формування їх образів як у правій, так і в лівій півкулях, тоді як у ветеранів АТО/ООС із черепно-мозковими травмами до процесів формування асоціативної пам'яті більшою мірою залучалась ліва півкуля, що свідчило про переважний внесок семантичного аналізу слів до формування зв'язку між ними.

Після пред'явлення першого слова асоціативної пари згадування другого слова в контрольній групі забезпечувала збалансована нейромережа у правій та лівій півкулях, тоді як у групі з черепно-мозковими травмами була виявлена підвищена активність у лівій півкулі та відповідна нейромережа в низькочастотному діапазоні,

що вказувало на більшу залученість вербального семантичного аналізу асоціативних пар слів. При цьому відсутність у них синхронізації в бета-діапазоні в центрально-парієтальній зоні може свідчити про погіршення процесів, які забезпечують гальмування після згадування відповідних слів (postretrieval processes).

Таким чином, у контрольній групі при запам'ятовуванні асоціативних пар слів виявлено узгоджені процеси сприйняття окремих слів, їх розпізнавання, семантичний аналіз та формування між ними смислових зв'язків та їх зв'язків із відповідними образами, що є відображенням узгоджених міжпівкульних інформаційних процесів. На відміну від цього, обстежувані з черепно-мозковими травмами переважно спирались на фонетичні та семантичні аспекти асоціативних пар слів.

Умовні позначення. ACC – AnteriorCingulateCortex (передня поясна кора); AG – AngularGyrus (кутова звивина); BA – BrodmannArea (зона за Бродманом); CG – CingulateGyrus (поясна звивина); Cun – Cuneus (клин); FG – FusiformGyrus (веретеноподібна звивина); IFG – InferiorFrontalGyrus (нижня лобова звивина); In – Insula (острівцев); IOG – InferiorOccipitalLobule (нижня тім'яна часточка); ITG – InferiorTemporalGyrus (нижня скронева звивина); LG – LingualGyrus (язикова звивина); MFG – MedialFrontalGyrus (медіальна лобова звивина); MOG – MiddleOccipitalGyrus (середня потилична звивина); MTG – MiddleTemporalGyrus (середня скронева звивина); MTL – MedialTemporalLobe (медіальна скронева частка); PCC – PosteriorCingulateCortex (задня поясна кора); PHG – ParahippocampalGyrus (парагіпокампулярна звивина); PoCG – PostcentralGyrus (зацентрально звивина); PreCG – PrecentralGyrus (прецентрально звивина); PreCun – Precuneus (приклинарна ділянка); RG – RectusGyrus (пряма звивина); SCG – SubcallosalGyrus (підмозоліста звивина); SFG – SuperiorFrontalGyrus (верхня лобова звивина); SPL – SuperiorParietalLobule (верхня тім'яна часточка); STG – SuperiorTemporalGyrus (верхня скронева звивина); TTG – TransverseTemporalGyrus (поперечна скронева звивина); Un – Uncus (зачок).

Список використаних джерел:

- Кулаичев А.П. Об информативности когерентного анализа / А. П. Кулаичев // Журнал высшей нервной деятельности. – 2009. – Вып. 59. – С. 766–775.
- Столяренко Л.Д. Основы психологии / Л.Д. Столяренко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1966. – 290 с.
- Взаємозв'язки між показниками асоціативної оперативної пам'яті у жінок та чоловіків // Н. Філімонова, М. Макачук, Т. Мірошник, К. Качуріна // Вісник Київ. уні-ту імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія. – 2009. – Вип. 54. – С. 6–9.
- Ardila A. Language and visual perception associations: meta-analytic connectivity modeling of Brodmannarea 37 / A. Ardila, B. Bernal, M. Rosselli // Behavioural Neurology. – 2015:565871. doi: 10.1155/2015/565871.
- Atienza M. Semantic congruence enhances memory of episodic associations: role of theta oscillations / M. Atienza, M. Crespo-Garcia, J.L. Cantero // Journal of Cognitive Neuroscience. – 2011. – Vol. 23, № 1. – P. 75–90.
- Ballesteros S. Ageing, cognition, and neuroscience: An introduction / S. Ballesteros, L.G. Nilsson, P. Lemaire // European Journal of Cognitive Psychology. – 2009. – Vol. 23, № 2–3. – P. 161–175.
- The right angular gyrus combines perceptual and response-related expectancies in visual search: TMS-EEG evidence / F. Bocca, T. Tollner, H.J. Muller et al. // Brain Stimulation. – 2015. – Vol. 8, № 4. – P. 816–822.
- Visual word recognition in the left and right hemispheres: anatomical and functional correlates of peripheral alexias / L. Cohen, O. Martinaud, C. Lemer et al. // Cerebral Cortex. – 2003. – Vol. 13, № 12. – P. 1313–1333.
- Functional neural networks underlying semantic encoding of associative memories / M. Crespo-Garcia, J.L. Cantero, A. Pomyalov et al. // NeuroImage. – 2010. – Vol. 50, № 3. – P. 1258–1270.
- Harmony T. The functional significance of delta oscillations in cognitive processing / T. Harmony // Frontiers in Integrative Neuroscience. – 2013. – № 7. – P. 83.
- Functional segregation of the right inferior frontal gyrus: evidence from coactivation-based parcellation / G. Hartwigsen, N.E. Neef, J.A. Camilleri et al. // Cerebral Cortex. – 2019. – Vol. 29, № 4. – P. 1532–1546.
- Revisiting the functional specialization of left inferior frontal gyrus in phonological and semantic fluency: the crucial role of task demands and individual ability / M. Katzev, J. Hennig et al. // Journal of Neuroscience. – 2013. – Vol. 33, № 18. – P. 7837–7845.

13. Kirwan C.B. Medial temporal lobe activation during encoding and retrieval of novel face-name pairs / C.B. Kirwan, C.E.L. Stark // *Hippocampus*. – 2004. – Vol. 14, № 7. – P. 919–930.

14. Neural correlates of verbal associative memory and mnemonic strategy use following childhood traumatic brain injury / M.E. Kramer, P.C.-Y. Chiu, P.K. Shear et al. // *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. – 2009. – Vol. 2, № 4. – P. 255–271.

15. Leech R. Echoes of the brain within the posterior cingulate cortex / R. Leech, R. Braga, D.J. Sharp // *Journal of Neuroscience*. – 2012. – Vol. 32, № 1. – P. 215–222.

16. Mashal N. The role of the precuneus in metaphor comprehension: evidence from an fMRI study in people with schizophrenia and healthy participants / N. Mashal, T. Vishne, N. Laor // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2014. – № 8. – P. 818.

17. Nyhus E. Brain networks related to beta oscillatory activity during episodic memory retrieval / E. Nyhus // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2018. – Vol. 30, № 2. – P. 174–187.

18. Pascual-Marqui R.D. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details / R.D. Pascual-Marqui // *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*. – 2002. – № 4. – P. 5–12.

19. Prince C. Evaluation and treatment of mild traumatic brain injury: the role of neuropsychology / C. Prince, M.E. Bruhns // *Brain Sciences*. – 2017. – Vol. 7, № 8. – P. 105.

20. Is traumatic brain injury associated with reduced inter-hemispheric functional connectivity? a study of large-scale resting state networks following traumatic brain injury / A. Rigon, M.C. Duff, E.J. McAuley et al. // *Neurotrauma*. – 2016. – Vol. 33, № 11. – P. 977–989.

21. Rugg M.D. Ventral lateral parietal cortex and episodic memory retrieval / M.D. Rugg, D.R. King // *Cortex*. – 2018. – № 107. – P. 238–250.

22. Delta rhythm in wakefulness: evidence from intracranial recordings in human beings / R.N.S. Sachdev, N. Gaspard, J.L. Gerrard et al. // *Journal of Neurophysiology*. – 2015. – Vol. 114, № 2. – P. 1248–1254.

23. Sakurai Y. Brodmann areas 39 and 40: human parietal association area and higher cortical function / Y. Sakurai // *Brain and Nerve*. – 2017. – Vol. 69, № 4. – P. 461–469.

24. Early and sustained supramarginal gyrus contributions to phonological processing / M.W. Sliwinka, M. Khadilkar, J. Campbell-Ratcliffe et al. // *Frontiers in Psychology*. – 2012. – Vol. 3, № 161.

25. Thakral P.P. A role for the left angular gyrus in episodic simulation and memory / P.P. Thakral, K.P. Madore, D.L. Schacter // *Journal of Neuroscience*. – 2017. – Vol. 37, № 34. – P. 8142–8149.

26. Vilberg K.L. Lateral parietal cortex is modulated by amount of recollected verbal information / K.L. Vilberg, M.D. Rugg // *Neuro Report*. – 2009. – Vol. 20, № 14. – P. 1295–1299.

27. Visser M. Both the middle temporal gyrus and the ventral anterior temporal area are crucial for multimodal semantic processing: distortion-corrected fMRI evidence for a double gradient of information convergence in the temporal lobes / M. Visser, E. Jefferies, K.V. Embleton // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2012. – Vol. 24, № 8. – P. 1766–1778.

Reference

1. Kulaichev AP. On the informative value of coherence analysis in EEG studies. *Journal of Higher Nervous Activity*. 2009;59:766-775. (in Russian).

2. Stoljarenko L.D. *Fundamentals of Psychology*. Rostov-on-Don. Publishing House "Phoenix". 1966; 290. (in Russian).

3. Filimonova N, Makarchuk M, Miroshnyk T, Kachurina K. Relations between indicators of associative and working memory of males and females. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*. 2009; 54: 6-9. (in Ukrainian).

4. Ardila A, Bernal B, Rosselli M. Language and visual perception associations: meta-analytic connectivity modeling of Brodmann area 37. *Behav Neurol*. 2015; 2015:565871.

5. Atienza M, Crespo-Garcia M, Cantero JL. Semantic congruence enhances memory of episodic associations: role of theta oscillations. *J Cogn Neurosci*. 2011 Jan; 23(1):75-90.

6. Ballesteros S, Nilsson LG, Lemaire P. Ageing, cognition, and neuroscience: An introduction. *Eur J Cogn Psychol*. 2009 Mar; 21(2-3):161-175.

7. Bocca F, Tollner T, Muller HJ, Taylor PC. The right angular gyrus combines perceptual and response-related expectancies in visual search: TMS-EEG evidence. *Brain Stimul*. 2015 Jul-Aug; 8(4):816-22.

8. Cohen L, Martinaud O, Lemer C, Leh'ricy S, Samson Y, Obadia M, et al. Visual word recognition in the left and right hemispheres: anatomical and functional correlates of peripheral alexias. *Cereb Cortex*. 2003 Dec 12; 13(12):1313-1333.

9. Crespo-Garcia M, Cantero JL, Pomyalov A, Boccaletti S, Atienza M. Functional neural networks underlying semantic encoding of associative memories. *NeuroImage*. 2010; 50(3):1258-70.

10. Harmony T. The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Front Integr Neurosci*. 2013 Dec 5; 7:83.

11. Hartwigsen G, Neef NE, Camilleri JA, Margulies DS, Eickhoff SB. Functional segregation of the right inferior frontal gyrus: evidence from coactivation-based parcellation. *Cereb Cortex*. 2019 Apr 1; 29(4):1532-1546.

12. Katzev M, Tuscher O, Hennig J, Weiller C, Kaller CP. Revisiting the functional specialization of left inferior frontal gyrus in phonological and semantic fluency: the crucial role of task demands and individual ability. *J Neurosci*. 2013 May 1; 33(18):7837-45.

13. Kirwan CB, Stark CEL. Medial temporal lobe activation during encoding and retrieval of novel face-name pairs. *Hippocampus*. 2004; 14(7):919-930.

14. Kramer ME, Chiu PC-Y, Shear PK, Wade LS. Neural correlates of verbal associative memory and mnemonic strategy use following childhood traumatic brain injury. *J Pediatr Rehabil Med*. 2009 Jan 1; 2(4):255-271.

15. Leech R, Braga R, Sharp DJ. Echoes of the brain within the posterior cingulate cortex. *J Neurosci*. 2012 Jan 4; 32(1):215-22.

16. Mashal N, Vishne T, Laor N. The role of the precuneus in metaphor comprehension: evidence from an fMRI study in people with schizophrenia and healthy participants. *Front Hum Neurosci*. 2014; 8:818.

17. Nyhus E. Brain networks related to beta oscillatory activity during episodic memory retrieval. *J Cogn Neurosci*. 2018 Feb; 30(2):174-187.

18. Pascual-Marqui R.D. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*. 2002; 24 Suppl D:5-12.

19. Prince C, Bruhns ME. Evaluation and treatment of mild traumatic brain injury: the role of neuropsychology. *Brain Sciences*. 2017; 7(8):105.

20. Rigon A, Duff MC, McAuley E, Kramer AF, Voss MW. Is traumatic brain injury associated with reduced inter-hemispheric functional connectivity? a study of large-scale resting state networks following traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2016; 33(11):977-89.

21. Rugg MD, King DR. Ventral lateral parietal cortex and episodic memory retrieval. *Cortex*. 2018 Oct; 107:238-250.

22. Sachdev RNS, Gaspard N, Gerrard JL, Hirsch LJ, Spencer DD, Zaveri HP. Delta rhythm in wakefulness: evidence from intracranial recordings in human beings. *J Neurophysiol*. 2015 Aug; 114(2): 1248-1254.

23. Sakurai Y. Brodmann areas 39 and 40: human parietal association area and higher cortical function. *Brain Nerve*. 2017 Apr; 69(4):461-469.

24. Sliwinka MW, Khadilkar M, Campbell-Ratcliffe J, Quevenco F, Devlin JT. Early and Sustained Supramarginal Gyrus Contributions to Phonological Processing. *Front Psychol*. 2012; 3:161.

25. Thakral PP, Madore KP, Schacter DL. A role for the left angular gyrus in episodic simulation and memory. *J Neurosci*. 2017 Aug 23; 37(34):8142-8149.

26. Vilberg KL, Rugg MD. Lateral parietal cortex is modulated by amount of recollected verbal information. *Neuroreport*. 2009 Sep 23; 20(14):1295-1299.

27. Visser M, Jefferies E, Embleton KV, Lambon Ralph MA. Both the middle temporal gyrus and the ventral anterior temporal area are crucial for multimodal semantic processing: distortion-corrected fMRI evidence for a double gradient of information convergence in the temporal lobes. *J Cogn Neurosci*. 2012 Aug; 24(8):1766-78.

Надійшла до редколегії 7.05.19

Отримано виправлений варіант 10.06.19

Підписано до друку 10.06.19

Received in the editorial 7.05.19

Received a revised version on 10.06.19

Signed in the press on 10.06.19

С. Корж, студ., Н. Филимонова, канд. физ.-мат. наук, М. Макарчук, д-р биол. наук, И. Зима, д-р биол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
В. Кальниш, д-р биол. наук
ГУ "Інститут медицини труда імені Ю.І. Кундієва НАМН України", Київ, Україна

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ У ВЕТЕРАНОВ АТО / ООС, КОТОРЫЕ ПОЛУЧИЛИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВУЮ ТРАВМУ

Тестирование состояния ассоциативной памяти методом парных ассоциаций выявило снижение эффективности ассоциативного запоминания у ветеранов Антитеррористической операции (АТО) / операции Объединённых сил (ООС) с черепно-мозговыми травмами, о чем свидетельствовало большее количество сделанных ими ошибок и большая продолжительность прохождения ими теста по сравнению с обследуемыми контрольной группы. У обследуемых контрольной группы формирование ассоциативной памяти обеспечивала согласованная система восходящего и нисходящего контроля запоминания ассоциативных пар слов и формирования их образов как в правом, так и в левом полушариях, тогда как у ветеранов АТО/ООС с черепно-мозговыми травмами в процессы формирования ассоциативной памяти в большей степени было вовлечено левое полушарие, что свидетельствовало о подавляющем вкладе

де семантичного аналізу слів в формування зв'язу між ними. Після пред'явлення першого слова асоціативної пари припоминання другого слова в контрольній групі забезпечувала сбалансована нейросеть в правому і лівому півшаріях. В отличие от этого, в групі з черепно-мозговими травмами обнаружена підвищена активність в лівому півшаріях і відповідуюча нейросеть в низькочастотному діапазоні, що указувало на більшу вовлеченість вербального семантичного аналізу слів при виробленні другого слова пари. При цьому відсутність у них синхронізації в бета-діапазоні в центрально-парієтальній зоні може свідчити про погіршення процесів, забезпечуючих торможение після вшодження відповідуючих слів (postretrieval processes). Таким образом, в контрольній групі при запоминанні асоціативних пар слів обнаружены согласованные процессы восприятия отдельных слів, их распознавания, семантичного аналізу і формування між ними смислових зв'язів і їх зв'язів з відповідуючими образами, що являється отражением согласованных міжпівшарних інформаційних процесів, в то время как обследуемые с черепно-мозговими травмами преимущественно опирались на фонетические і семантические аспекты асоціативних пар слів.

Ключевые слова: асоціативна пам'ять, ЕЕГ, когерентний аналіз, LORETA, черепно-мозгова травма.

S. Korzh, stud., N. Filimonova, Ph.D., M. Makarchuk, Dr.Sc., I. Zyma, Dr.Sc.,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,
V. Kalnysh, Dr.Sc.
Yu.I. Kundiyeva Institute for occupation health NAMS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF THE ASSOCIATIVE MEMORY REALIZATION IN THE VETERANS ATO / JFO

Testing the state of associative memory using the paired associates method revealed a significant decrease in the effectiveness of associative memorization in veterans of the Anti-Terrorist Operation (ATO) / Joint Forces Operation (JFO) with traumatic brain injuries, as evidenced by a larger number of errors made by them and a longer duration of their passing the test compared to the subjects of the control group. In the examined control group, the formation of associative memory was provided by a consistent system of top-down and bottom-up control of memorizing associative pairs of words and forming their images in both right and left hemispheres, while in veterans of the ATO/JFO with traumatic brain injuries in the formation of associative memory was more involved the left hemisphere than the right one, which indicated the overwhelming contribution of the semantic analysis of words to the formation of a connection between them. After the presentation of the first word of an associative pair, the retrieval of the second word in the control group provided a balanced neural network in the right and left hemispheres. At the same time, increased activity in the left hemisphere and the corresponding neural network in the low-frequency range were found in the group with traumatic brain injuries, which indicated a greater involvement of verbal semantic analysis of words when reproducing the second word. At the same time, the lack of synchronization in the beta-range in the central-parietal zone may indicate a deterioration of the postretrieval processes that ensure the processes of inhibition after recalling the corresponding words. Thus, in the control group, when memorizing associative pairs of words, coordinated processes of perception of individual words, their recognition, semantic analysis and the formation of semantic connections between them and their connections with the corresponding images were found, which is a reflection of coordinated inter-hemispheric information processes while subjects with traumatic brain injuries predominantly relied on the phonetic and semantic aspects of associative word pairs.

Key words: associative memory, EEG, coherent analysis, LORETA, traumatic brain injury.

УДК 597.6:598.1:502.172 (477.54)

О. Некрасова, канд. біол. наук, О. Марущак, асп.
Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Київ, Україна,
О. Осирко, студ.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ГЕРПЕТОФАУНА ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА "СЛАНЕЦЬКИЙ СТЕП" ТА ЙОГО ОКОЛИЦЬ

У результаті моніторингу, проведеного у 2015–2017 роки на території Природного заповідника "Сланецький степ" і прилеглих ділянках було виявлено 5 видів амфібій (кумка червоночерева, ропуха зелена, часничниця звичайна, жаба озерна, райка східна) і 7 видів рептилій (ящірка прудка, ящірка зелена, полоз сарматський, полоз жовточеревий, вуж звичайний, вуж водяний, черепаха болотяна). Наявність деяких (із зазначених у проекті створення заповідника) видів, а саме черепахи болотяної, ящірки зеленої, полоза жовточеревого, гадюки степової, ропухи сірої та тритона звичайного на території заповідника підтверджена не була. Безпосередньо на території заповідника зареєстровано наявність 8 видів і ще 4 зареєстровано в околицях біля річок Громоклія та Гнилий Сланець. Найчисленнішими серед виявлених земноводних є напівназемні види: землянка і зелена жаба, а з рептилій – прудка ящірка, популяція якої характеризується в межах заповідника винятковою різноманітністю морфології забарелення. Слід зазначити, що за більш ніж 30-річний період збереглася унікальна численна популяція сарматського полоза. Відповідно до оригінальних даних, понад 20 особин полоза зареєстровано в околицях балки Роза. У зв'язку із кліматичними змінами пропонується розширити територію заповідника до екотонних річкових ділянок, де є знахідки сарматського та жовточеревого полоза (ЧКУ, 2009), зеленої ящірки (ЧКУ, 2009) і черепахи болотяної (МСОП (LR/NT)) для збереження біорізноманіття та охорони рідкісних видів.

Ключові слова: герпетофауна, заповідна справа, охорона природи, біорізноманіття, Сланецький степ.

Вступ. Україна є однією з небагатьох країн Європи, де попри інтенсивне сільськогосподарське освоєння залишилися цілині степові ділянки, які охороняються на державному рівні. Саме на цих територіях збереглися унікальні природні геоботанічні комплекси, а особливо кліматичні умови створюють необхідні умови для життя степової біоти. У зв'язку з інтенсивними змінами клімату [10], появою інвазійних видів [9], фрагментацією природних ареалів, іншим прямим та опосередкованим антропогенним впливом багато груп тварин опиняються під загрозою зникнення чи зміщення сприятливих для них кліматичних показників на територіях, що не перебувають під охороною і не входять до природно-заповідного фонду України [10]. Одними з найвразли-

віших груп у цьому плані є земноводні (Amphibia) та рептилії (Reptilia), які першими реагують на зміни в оточуючому середовищі зниженням чисельності популяцій, проявом морфологічних аномалій та зміною свого видового складу тощо. Тому актуальним нині є проведення моніторингових досліджень складу батрахо- та герпетофауни заповідних територій із метою відслідковування трендів зміни їх видового складу та чисельності, прогнозування таких змін у майбутньому та створення відповідних планів управління заповідними територіями, як це передбачено, наприклад, розробкою так званої Смарагдової мережі.

Герпетофауна територій степу Миколаївської області на цей час недостатньо вивчена. Так, за літератур-