МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

На правах рукопису

БОНДАРЕНКО МАРІЯ ПАВЛІВНА

УДК 612.821.2

НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ЇЇ МОНО- ТА БІНОКУЛЯРНОМУ СПРИЙНЯТТІ

03.00.13 - фізіологія людини і тварин

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Науковий керівник:
доктор біологічних наук, професор
Макарчук Микола Юхимович

Київ – 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ 4
ВСТУП 5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 12
1.1 Особливості мозкової обробки емоційно значущих стимулів 12
1.1.1 Класичний та емоційний ефект Струпа та структури головного мозку, що задіяні при виконанні завдань даного типу 12
1.1.2 Роль міжпівкульної асиметрії в аналізі емоційної вербальної інформації 14
1.1.3 Семантичні системи правої та лівої півкуль 16
1.2 Електрофізіологічні основи аналізу емоційних слів в головному мозку 19
1.2.1 Пізні компоненти ВП та захоплення уваги емоційним значенням слів 19
1.2.2 Ранні компоненти ВП та автономний аналіз емоційної інформації. ... 21
1.2.3 Структури лівої півкулі та автоматичний аналіз 23
1.2.4 Структури правої півкулі та контрольований аналіз 25
1.3 Особливості міжпівкульної асиметрії мозку правшів та лівшів 27
1.3.1 Морфологічна асиметрія мозку правшів та лівшів 28
1.3.2 Психофізіологічна асиметрія у правшів та лівшів 29
1.3.3 Електрофізіологічні маркери асиметрії мозку правшів та лівшів 29
1.4 Зорова домінантність, як визначальний фактор аналізу інформації 31
1.4.1 Способи визначення зорової домінантності 31
1.4.2 Докази зорового домінування 34
1.4.3 Локуси зорового домінування в зоровій корі 35
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 38
2.1 Методика психофізіологічного тестування 38
2.2 Методика комп'ютерного тестування 41
2.3 Визначення профілю функціональної асиметрії 42
2.4 Статистичний аналіз даних 42

РОЗДІЛ 3..... 43
Електрична активність мозку та латентні періоди сенсомоторних реакцій за умов бінокулярної презентації стимулів..... 43
РОЗДІЛ 4..... 69
Електрична активність мозку та латентні періоди сенсомоторних реакцій за умов монокулярної презентації стимулів через домінантне око 69
РОЗДІЛ 5..... 88
Електрична активність мозку та латентні періоди сенсомоторних реакцій за умов монокулярної презентації стимулів через недомінантне око 88
ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ……..…..……..……....112
УЗАГАЛЬНЕННЯ …….……....134
ВИСНОВКИ…….…….136
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ……..…….……138

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АПС – асинхронна поява стимулів

ДЛПФК – дорзально-латеральна префронтальна кора

ПП – права півкуля

ЛП – латентний період

МП – моторний період

ОФК – орбітофронтальна кора

КК – коефіцієнт когерентності

КА – коефіцієнт асиметрії

ЛПЗ – ліве поле зору

ППЗ – праве поле зору

ПЗ – передня поясна звивина

ППК – пізній позитивний компонент

ППП– потенціал пов'язаний з подією

ПСР – проста сенсомоторна реакція

ПФК – префронтальна кора

РМК – регіональний мозковий кровоток

СМР – сенсомоторна реакція

СП – спектральна потужність

ТЕ – тест з емоційно забарвленими та нейтральними словами

Тпс – тест з псевдословами

ЦНС – центральна нервова система

ЧР – час реакції

IAPS – Міжнародна система афективних зображень (Internstional Affective Pictures System)

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій мегабайти різнорідної інформації щосекунди надходять до аналізуючих систем головного мозку людини, які часто не справляються з подібними об’ємами, що може бути однією з причин виникнення хронічної втоми [1] втрати уваги [2] і як наслідок зниження продуктивності праці або техногенних катастроф, де головним виявляється так званий людський фактор.

Загальновизнаним є той факт, що через обмежену потужність ресурсів обробки інформації різнорідні стимули змагаються за мозкові ресурси сенсорного аналізу [3]. При цьому емоційні стимули здатні автоматично захоплювати ці ресурси, суттєво знижуючи увагу до емоційно-нейтральних стимулів [3], не зважаючи навіть на свідому установку до ігнорування емоційного контексту, що може викликати суттєве напруження регуляторних систем організму. Загалом же дотепер прийнято вважати, що аналіз та оцінка емоційно-значущих стимулів в мозку відбувається в 2 стадії [5]. На першій стадії емоційна значущість подразника оцінюється на рівні «передуваги» завдяки залученню підкіркових нервових мереж, включаючи нейромережі мигдалини. На другому етапі ті стимули, що були визначені як емоційно значущі, мають пріоритет у доступі до ресурсів вибіркової уваги. Цей процес реалізується входами до мигдалини як від нижче розташованих структур, так і низхідними впливам від лобних часток, залучених у цілеспрямовану поведінку та актуалізацію робочої пам‘яті [6].

Варто наголосити, що дотепер дослідження, присвячені вивченню розподілу ресурсів уваги, були проведені за умов бінокулярного зору, без врахування фактору зорової домінантності, яку визначають як тенденцію надавати перевагу візуальній інформації, що надходить з одного (домінантного) ока, на відміну від інформації з іншого (недомінантного) ока

[7]. Фізіологічні основи розподілу вхідної інформації від лівого та правого ока за зоровою домінантністю наразі є мало вивченими. Класичні фундаментальні дослідження організації зорового сприйняття у приматів показали, що у них більша частина волокон зорового тракту з лівого та правого ока закінчуються на монокулярній пластинці бічного колінчастого тіла. Від цих ядер далі йдуть проекції в первинну зорову кору (V1) і, відображаючи входи інформації від лівого чи правого ока, закінчуються в зоні С4, де організовуються в колонки зорової домінантності. У кортикальних пластах вище та нижче зони С4 нейрони варіюють у силі відповіді на стимуляцію сітківки обох очей, від відповіді лише на стимули з одного ока до однакових відповідей на подразники від двох зорових каналів [8]. Тобто можна стверджувати, що лише в зоні С4 клітини отримують іннервацію лише від одного ока. В дослідженнях з використанням методики функціональної магнітно-резонансної терапії (фМРТ) було показано, що зони, які отримують проекції від домінантного ока, в умовах монокулярного сприйняття більше активуються недомінантним оком, ніж зони, які отримують проекції від недомінантного ока під час стимуляції домінантного ока [9]. У обстежуваних з домінантним правим оком монокулярна стимуляція правого ока на відміну від стимуляції лівого ока активує більшу частину первинної зорової кори. Подібна асиметрія не спостерігалася у обстежуваних із домінантним лівим оком [10], ймовірно з причини більш амбілатерального представлення вербальних функцій у лівшів, порівняно з правшами [11].

На сьогодні відсутні дані, щодо комплексного дослідження нейрофізіологічних механізмів монокулярного сприйняття емоційної інформації, як основного дистрактора уваги. Відсутня інформація щодо порівняльного аналізу механізмів сприйняття через домінантне та недомінантне око, і як наслідок, обмежена кількість інформації щодо можливих механізмів супресії неактуальної до поточної діяльності людини інформації. Обмеження впливу інформації на аналізуючі системи головного мозку дасть можливість ефективно використовувати ресурси мозкового

аналізу для вирішення поточних задач, попередити передчасне їх виснаження, дасть змогу підвищити ефективність праці на робочому місці та усунути одну з причин виникнення хронічної втоми. Вищезгадане обумовило формування мети та постановки задач дослідження даної дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану наукових досліджень Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України в рамках науково-дослідної теми ННЦ «Інститут біології»: “Механізми реалізації адаптаційно-компенсаторних реакцій організму за умов розвитку різних патологій” (2011-2015 рр., № 11БФ036-01, № держреєстрації 0111U004648).

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи було з’ясувати нейрофізіологічні механізми сприйняття емоційної інформації за умови її бі- чи монокулярної презентації в залежності від домінантності ока та моторної асиметрії у людини.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Дослідити особливості електроенцефалографічних проявів та часових характеристик реагування (латентні періоди реакції) людиною на емоційно забарвлені, нейтральні слова та псевдослова при їх бінокулярному та монокулярному сприйнятті на чорному фоні.

2. Дослідити особливості електроенцефалографічних проявів та часових характеристик реагування людиною на вербальні стимули з різним емоційним навантаженням при їх монокулярному сприйнятті домінантним чи недомінантним оком на чорному фоні.

3. Оцінити вплив різних афективних зображень на процеси зсуву фокусу уваги при бінокулярному та монокулярному сприйнятті слів з різним емоційним навантаженням на фоні зображень IAPS.

4. Оцінити вплив різних афективних зображень на процеси зсуву фокусу уваги при монокулярному сприйнятті домінантним чи недомінантним оком слів з різним емоційним навантаженням на фоні зображень IAPS.

5. Оцінити вплив моторної асиметрії (лівші та правші) на характер електричної активності та швидкість реагування при бінокулярному та монокулярному сприйнятті слів з різним емоційним навантаженням на чорному фоні та на фоні зображень IAPS.

6. Оцінити вплив моторної асиметрії (лівші та правші) на характер електричної активності та швидкість реагування при монокулярному сприйнятті домінантним чи недомінантним оком слів з різним емоційним навантаженням на чорному фоні та на фоні зображень IAPS.

Об'єкт дослідження – електрична активність мозку людини та латентні періоди сенсомоторних реакцій.

Предмет дослідження – роль домінантного та недомінантного зорового каналу в процесах мозкового аналізу емоційної інформації людиною.

Методи дослідження. Електроенцефалографічні: аналіз когерентних зв'язків та спектральних потужностей основних ритмів ЕЕГ (θ, α, β1, β2); аналіз різниці латентних періодів реакції; методи математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено порівняння електрофізіологічних корелятів виконання емоційного Струп-тесту на чорному фоні та на фоні афективних зображень IAPS. Встановлено, що ефект Струпа виявляється лише в умовах узгодження семантичного значення слова з афективною картинкою фону. Доказом цього є те, що латентні періоди (ЛП) реакції на емоційно значущі слова на фоні еротичних зображень достовірно довші, ніж на нейтральні слова на фоні нейтральних зображень, в той же час як на чорному фоні ефект Струпа був відсутній.

Вперше досліджені механізми сприйняття емоційно забарвленої інформації в умовах її нерелевантності (неактуальності, щодо поточного завдання) у правшів з відкритим домінантним правим оком та у лівшів з відкритим домінантним лівим оком. Вперше було проведено дослідження механізму сприйняття емоційної інформації через домінантний та недомінантний зоровий канал. Було показано, що лівші виконують завдання швидше з відкритим домінантним оком, ніж з відкритим недомінантним

оком. Обстежувані з відкритим домінантним оком (правші та лівші) краще концентруються на поточному завданні, ефективно гальмують неактуальну для завдання інформацію, що свідчить про більш ефективну стратегію використання фільтрів уваги.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені дослідження мають практичне значення, оскільки розширюють теоретичні уявлення про механізми сприйняття емоційно забарвленої інформації за умов бі- чи монокулярного сприйняття, висвітлюють роль зорової домінантності в процесах фокусування та перемикання уваги, а також вказують на суттєву роль фону в процесах мимовільної та довільної уваги. Отримані експериментальні дані вказують, що при сприйнятті інформації домінантним зоровим каналом процеси фокусування уваги включають активне гальмування відповіді на нерелевантні подразники та відсутність активного пригнічення такої відповіді в умовах сприйняття недомінантним оком. Такі результати є вагомим підґрунтям в доцільності подальшого вивчення нейрофізіологічних механізмів, які лежать в основі розподілу уваги залежно від домінантності відкритого ока та забезпечення ефективних стратегій боротьби з відволікаючими увагу факторами для підвищення продуктивності праці. В свою чергу, це відкриває можливість створення психофізіологічних та психотерапевтичних методик та тестів для виявлення прихованих вподобань чи схильностей, стресових для кожної людини ситуацій, оскільки в умовах сприйняття через недомінантне око обстежувані гірше пригнічують реакції на емоційно значущу для них інформацію.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес кафедри фізіології людини і тварин ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто виконано весь обсяг експериментальних досліджень на базі кафедри фізіології людини і тварин Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Пошук та аналіз літературних джерел, проведення експерименту, зведення, статистична

обробка та теоретичне обґрунтування первинних результатів досліджень виконані дисертантом особисто. Весь матеріал опублікованих праць був одержаний здобувачем. Планування досліджень та розробка методичних підходів, формулювання висновків і редагування дисертації проведено за участю наукового керівника д.б.н, професора Макарчука М.Ю. та к.б.н., доцента Кравченко В.І.

Автор висловлює глибоку вдячність колегам за допомогу в проведенні досліджень, співучасть яких у виконанні роботи відмічена у спільних публікаціях.

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень було представлено на: Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, 2012, 2014), Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2012), Міжнар.наук.конф.приуроч. 170 річн. заснув. кафедри фізіології людини і тварин «Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології» (Київ, 2012), 7-ій Міжнародній конференції молодих натуралістів «Від біотехнології до захисту навколишнього середовища» (Зелена Гура, 2012), VII Міжнародній конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери» (Харків, 2012), 17-ой Международной Пущинской школы-конференции молодых учёных «Биология – наука XXI века» (Пущино, 2012, 2013), 5-ій Конференції литовського товариства нейронаук (Вільнюс, 2013), XII-ій Міжнародній науковій конференції студентів і молодих вчених «Шевченківська весна: біологія» (Київ, 2016), XIX-му з`їзді Українського фізіологічного товариства ім. П.Г. Костюка з міжнародною участю, присвяченому 90-річчю від дня народження академіка П.Г. Костюка (Львів, 2014), VI Конгресі Українського товариства нейронаук (Київ, 2014).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 22 наукові праці: 8 публікацій у наукових фахових виданнях України, серед яких 1 в наукометричних базах даних, в тому числі 1 іноземна, 14 тез у матеріалах

міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій, конгресів та симпозіумів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, чотирьох розділів результатів власних досліджень та їх обговорення, узагальнення результатів досліджень, висновків, списку використаних літературних джерел, який нараховує (244 посилань). Дисертація викладена на 162 сторінках і проілюстрована 18 рисунками.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості мозкової обробки емоційно значущих стимулів

Механізми обробки інформації, що містить емоційнозначущі для людини компоненти, є одним з досі невирішених питань сучасної психофізіології, оскільки стимули такого роду підлягають більш ретельному аналізу в сенсорних та асоціативних зонах, що надає їм “пріоритет” при розподілі ресурсів уваги [6].

1.1.1 Класичний та емоційний ефект Струпа та структури головного мозку, що задіяні при виконанні завдань даного типу. Класичною моделлю для дослідження мимовільної та вибіркової уваги вважається Струп-тест, запропонований Дж.Струпом в 1935 році [15]. Суть полягає в тому, що коли на екрані з'являється якесь слово, то обстежуваний розпізнає його як лексичну одиницю і автоматично аналізує його значення, навіть якщо цього не потрібно в завданні. На основі робіт Струпа феномен був названий на його честь — ефект Струпа — і полягає в збільшенні часу називання кольору, яким написано слово, за умови неузгодження з семантичним значенням цього слова. Так, якщо слово «червоний» написане чорнилом зеленого кольору, то час реакції на такий стимул буде довшим, ніж коли слово написане чорнилом червоного кольору [16-17]. В межах даної парадигми можливі три варіанти: - коли слово є назвою кольору і відповідає кольору чорнил, яким воно написане; коли значення слова не є назвою кольору; коли слово є назвою кольору і написане чорнилом іншого кольору. Загалом час реакції в останньому випадку є найдовшим, середнім в другому випадку і

найкоротшим в першому, де слово і колір чорнил співпадають [18-20]. Було показано, що людина не може ігнорувати семантичне значення слова. Вважають, що в основі цього явища лежать процеси автоматичної обробки інформації (мимовільна увага).У термінології Павловської школи маємо справу з явищем інтерференції між першою і другою сигнальними системами. Згідно з даними томографічних досліджень, у момент пред'явлення завдань із неузгодженням спостерігається активація передньої поясної звивини, яка відіграє провідну роль під час вирішення такого типу конфліктних завдань [22]. Припускають, що передня поясна звивина залучається у роботу в процесі виявлення неузгодження між семантичним значенням слова та його візуальним відображенням на екрані, як у ситуації з кольором написання [23]. Крім того, під час виконання класичного Струп-тесту в обстежуваних спостерігається зростання мозкового кровотоку в дорзальній та вентральній частині префронтальних ділянок, яким приписують роль розподілення уваги.

Достатньо поширеною моделлю для вивчення різних видів уваги, задіяних в обробку емоційних стимулів, є «емоційний Струп-тест» [24]. В найбільш розповсюдженому варіанті обстежуваному пропонується назвати колір написаного слова, ігноруючи його семантичне значення. Слова, які при цьому пред'являються, є як емоційно-нейтральними, так і емоційно-забарвленими. Для того, щоб виявити причини збільшення часу реакції на першосигнальні характеристики вербальних стимулів, Isenberg з колегами (1999) описали двобічну активацію мигдалини у МРТ дослідженні емоційного Струп-завдання, де використали слова загрози. В МРТ дослідженнях Whalen та інші (1998) побачили, що виконання емоційного Струп-завдання залучає вентральну частину передньої поясної звивини (ППЗ), тоді як неемоційний розрахунок Струп-завдання активізує більше дорзальну частину, підтримує твердження, що ППЗ складається із підрозділів, які по-різному залученні у пізнавання емоційних завдань. Контраргументом цих тверджень стали дослідження Whalen: ПЕТ

дослідження показали, що Струп-тести активізували ту саму ліву серединну поясну ділянку, що і кольорові слова Струп-тесту.

1.1.2 Роль міжпівкульної асиметрії в аналізі емоційної вербальної інформації. Як відомо, на сьогодні існують дві потужні гіпотези, що покликані логічно інтерпретувати процеси аналізу емоційної інформації, та третя теорія, що є результатом синтезу попередніх двох гіпотез. Правопівкульна гіпотеза свідчить про провідну роль правої півкулі в процесах аналізу, розуміння, вираження емоційної інформації [25]. Також відомо, що задні ділянки правої півкулі відіграють провідну роль при сприйнятті інтонаційних компонентів слів з емоційно забарвленим значенням незалежно від валентності стимулів [26]. Гіпотеза валентності припускає, що, залежно від валентності слова (позначає позитивну чи негативну емоцію), воно буде оброблятись в аналізуючих представництвах різних півкуль: ліва півкуля залучена до оброблення позитивних емоційних стимулів, а права півкуля - до обробки негативних [27]. Зокрема, при застосуванні емоційного Струп-тесту, час називання кольору чорнил, яким було написано слово, був більшим, коли емоційно-забарвлені слова з'являлись в лівому полі зору [28].

Синтетична «циркумплексна» теорія пропонує враховувати також рівень збудження (arousal), який емоційне слово може підвищити, в якості чинника в латералізації аналізу емоційної інформації [29]. Електрофізіологічні дані виокремлюють фронтальні регіони обох півкуль та скронево-тім'яну зону правої півкулі в систему, що відповідає за аспекти валентності, рівня збудження (arousal) та переживання емоцій [30]. Крім того, передні ділянки також беруть участь у вираженні емоцій, відповідно до теорії валентності, та розуміння емоційних сигналів завдяки роботі правої півкулі [31].

Міжпівкульна асиметрія відіграє надзвичайну роль в обробці вербальних стимулів. Функцією лівої півкулі є читання і рахування, переважне оперування знаковою інформацією (словами, символами, цифрами). Ліва півкуля забезпечує можливість логічних побудов, без яких неможливе

аналітичне мислення [32]. Права півкуля оперує образною інформацією, забезпечує орієнтацію в просторі, сприйняття музики, емоційне ставлення сприйнятих та усвідомлених об'єктів [33].

Вперше спробував латералізувати аналіз емоційних слів в півкулях головного мозку Graves (1981). Дослідження проводилось з використанням парадигми розділення візуальних полів (РВП). Відповідно до даної концепції, стимули пред'являлись на короткий час (зазвичай менше, ніж 200 мс) в праве (ПЗП) чи ліве (ЛЗП) поля зору, що ініціювало аналіз інформації лівою (ЛП) та правою півкулями (ПП) відповідно, згідно з описаною вище зоровою парадигмою. В описаній методиці емоційні слова (страх, любов) пред'являлись по 150 мс в праве поле зору (ЛП) чи ліве поле зору (ПП), де оброблялись більш точно, ніж нейтральні слова в лівому зоровому полі. Результати свідчать на користь право-півкульної гіпотези [34].

Strauss (1983) тестував внесок кожної з півкуль в обробку емоційних слів в двох експериментах. Так як попередні дані висвітлювали відносну точність відповідей при короткочасній експозиції стимулів, автор знизив час пред'явлення стимулів до 25 мс в першому та до 50 мс в другому експериментах. В обох випадках емоційні та нейтральні слова розпізнавались більш точно, коли були направлені в праве візуальне поле. Автор інтерпретував отримані дані, як свідчення більшої ролі ЛП в обробці вербальної інформації, незалежно від емоційного контексту [34].

На противагу двом описаним вище дослідженням, Eviatar та Zaidel (1991) виявили значний внесок в аналіз емоційних слів обох півкуль з експозиційним часом в 80 мс. Відповідно до попередніх досліджень, короткий час пред'явлення стимулу (25 та 50 мс) показує роль ЛП, в той час як відносно довший час експозиції (150 мс) висвітлює домінування ПП, з середньою тривалість експозиції (80 мс) вклад півкуль був збалансованим, що не узгоджується з жодною з гіпотез [35]. Подібні результати отримали Ali та Cimino (1997). В лексичних завданнях емоційні слова (позитивні та негативні), нейтральні слова, та псевдослова пред'являли в кожне зорове

поле протягом 150 мс (завдання на сприйняття), була виявлена більша точність для позитивних слів в ПЗП, але не для негативних слів в ЛЗП; після 20 хвилинної затримки обстежувані повинні були згадати якомога більше слів, що зустрічались в тесті. Більша кількість правильних відповідей також показала згадування в більшій мірі для позитивних слів в ПЗП, але не для негативних слів в ЛЗП. Після цього обстежуваним видавали список реальних слів в змішаному порядку з таким же числом нових слів, їх завданням було обвести слова, які вони попередньо бачили. Точність для позитивних слів була вищою в ПЗП, а для негативних в ЛЗП, що є свідченням на користь теорії валентності [36]. Очевидно, що суперечливість результатів спонукає до пошуку інших методів досліджень, адже жодна з існуючих на сьогодні гіпотез досі не була абсолютно підтвердженою. Разом з тим, вклад кожної з півкуль в обробку емоційної вербальної інформації є достовірно підтвердженим.

1.1.3 Семантичні системи правої та лівої півкуль. Попередні дослідження підтверджують теорію, згідно якої ЛП та ПП демонструють паралельні, але окремі системи аналізу інформації. Найбільш переконливим доказом на підтримку даної теорії є роботи Sperry (1969), що тестував обстежуваних з перерізаним мозолистим тілом. Неймовірним виявився той факт, що кожна ізольована півкуля має повну інформаційно-аналізуючу систему, пам’ять, досвід сприйняття, семантичну систему і здатність виокремлювати необхідні поведінкові відповіді [37]. Крім того, численні дослідження із здоровими обстежуваними з використанням РЗП парадигми праймінгу показали, що слова є доступними для кожної з півкуль. Згідно цієї парадигми, прайм-слово та цільове слово демонструються в зорові поля, і ефект праймінгу полягає у швидшому аналізі цільового слова, коли воно має зв’язок з першим словом. Головною рисою цього дослідження є маніпуляції довжиною часу між появою першого та цільового слів, що має назву асинхронна поява стимулів (АПС). Ряд описаних досліджень наголошує, що час може бути визначним

фактором для певної частини семантичної системи в активації патерну слів в півкулях [38].

Burgess та Simpson (1988), використовуючи методику АПС (35мс, 750мс), досліджували двозначні слова (bank як перше слово), його домінуюче значення (money, як ціль) та субдомінуюче (river, як ціль) та їх аналіз в півкулях головного мозку. Дослідники виявили однакові відповіді для домінуючого значення для обох АПС в двох півкулях, субдомінантне значення було сприйняте лише в тесті АПС з затримкою в 35 мс лише ЛП, та в 750 мс лише в ПП. Автори описують отримані дані з точки зору дуалістичної теорії вербального аналізу, яка постулює автоматичний та контрольований аналіз. Отже, субдомінантне значення активує ЛП автоматично, але ця активація постійно пригнічується. Після цього активація захоплює і ПП, вірогідно, по причині необхідності певного часу, що б перемкнути увагу на значення, за яке відповідальна ПП [39].

Пізніші дослідження показали аналогічний патерн активації під час аналізу віддалено зв'язаних пар слів (наприклад: олень-поні). Використовуючи відносно довгий час АПС (575 мс), був знайдений праймінг ефект лише в ПП [40]. В дослідах Abernethy та Coney (1993) був знайдений праймінг ефект лише для ЛП з часом АПС в 250 мс. В описаних дослідах білатеральний патерн праймінг ефекту був виявлений за умов використання середнього часу АПС (450мс). Коли Abernethy та Coney детально перевірили свої попередні результати в АПС (250 мс) в світлі міжпівкульного перехресту в пред'явленні стимулів, дослідники виявили, що пред'явлення першого слова (прайму) в ЛП сприяло аналізу слова-цілі, що згодом презентувалось в ПП, в той час як презентація прайму в ПП не сприяла аналізу цілі, що згодом презентувалась в ЛП. Описані результати визначають, що ПП є повільною для активації віддалено зв'язаних пар слів [41]. Підсумовуючи описані результати, очевидною стає можливість переходу активації з ЛП на ПП під час процесу аналізу. Для тестів з використанням віддалено зв'язаних пар слів час початку активації є різним для ПП та ЛП. Koivisto (1997) в своїх

дослідженнях порівнював короткий, середній та довгий часовий вхід, використовуючи різні АПС : 165, 250, 500, 750 мс. Ці дослідження показали ефект праймінгу лише для ЛП для коротких АПС (165 мс), та лише для ПП для довгих АПС (750 мс). Крім того, для АПС з 250 мс був виявлений незначний праймінг в ЛП та відсутність його в ПП, в той час як в 500 мс АПС було менше праймінгу в ЛП, ніж у ПП. Сам автор пояснює ці ефекти, як різницю часового входу активації півкуль головного мозку для віддалено пов'язаних пар слів [42].

Описані вище дані, що підпорядковуються гіпотезі часового входу (time course hypothesis), мають зв'язок із аналізом емоційних слів. Семантичні дослідження наголошують, що в аналізі певної частини семантичної системи початок активації є визначальним фактором, що відокремлює автоматичний аналіз в ЛП від контрольованого аналізу в ПП. Доказом цього виступає гіпотеза автоматичного оцінювання (automatic evaluation hypothesis), згідно якої емоційна значущість слів виділяється швидко та автоматично [43]; автоматична стадія ймовірно змінюється наступною, в якій увага спрямована до емоційного контексту задля забезпечення адаптивної поведінки. Автоматичний аналіз, що, ймовірно, відбувається в ЛП, активує вузлові елементи пам'яті, але не змінює довготривалу пам'ять [44], а, отже, не потребує багато ресурсів. На противагу автоматичному, контрольований аналіз, що, вірогідно, відбувається в ПП, є повільним та чутливим до важкості завдання, потребує зусиль для пошуку в пам'яті та свідомого контролю. Відповідно до глибини аналізу та внеску аналізуючих ресурсів, концепція ранніх та пізніх рівнів обробки інформації також використовується для пояснення автоматичних та контрольованих процесів, відповідно [45].

1.2. Ектрофізіологічні основи аналізу емоційних слів в головному мозку

Методика потенціалів, пов'язаних з подією (ППП) є одним з інструментів аналізу, що дають змогу простежити, як швидко обробляється емоційний контекст слів [48]. Основною метою використання емоційних слів в таких дослідженнях було не виявлення латералізації функцій між півкулями головного мозку, а дослідження захоплення уваги значенням цих слів, та швидшим часом їх обробки. Найбільш визначним внеском методики ППП є забезпечення доказів щодо дихотомії автоматичного та контрольованого в аналізі цих слів [49]. Хоча в цих дослідах стимули переважно презентувались в центрі екрану, дана лінія досліджень пояснює латералізуючий ефект контрольованого та автоматичного аналізу [50].

ППП, пов'язані з емоційними словами, можуть бути розділені на ранні, що з'являються впродовж 300 мс після появи слова, і пізні компоненти, що з'являються після перших 300 мс з моменту появи стимулу. В той час як ранні компоненти з'являються автоматично під час експозиції емоційних слів [49], пізні компоненти в більшості випадків є маркерами направлення уваги до контексту емоційних слів [50].

1.2.1 Пізні компоненти ВП та захоплення уваги емоційним значенням слів. Компонент Р300, амплітуда якого є найбільшою при реєстрації на середній лінії центрально-тім'яної ділянки голови, зазвичай виникає, коли обстежувані звертають увагу та розрізняють стимули як емоційні, чи нейтральні [51]. Подібним до Р300 є пізній позитивний компонент (ППК), що з'являється під час аналізу емоційних слів, після 500 мс з появи стимулу; його можна спостерігати коли негативні слова вбудовані в послідовність позитивних, але не тоді, коли позитивні слова вбудовані в послідовність позитивних слів, і стимули презентуються один за одним. Завданням обстежуваних є відповідати на емоційні ознаки стимулів, наприклад рахувати число негативних слів [52]. Розподіл ППК був більш обширним в правих

регіонах [53]. Вважається, що вклад в продукування ППК вносять посилення уваги емоційними ознаками стимулу [54], уявлення подумки, індуковані емоційними словами [55], семантична сполученість категорій емоційних слів [56]. Різниця ефектів ППК та Р300 вказує на те, що емоційні слова посилюють увагу іншим способом, ніж нейтральні [14].

Компонент N400 з негативним відхиленням також є корелятом ППП, зазвичай реєструється в центрально-тім'яних ділянках правої півкулі [57, 45], зазвичай виникає, коли нова семантична інформація інтегрована слідами пам'яті. Так як менша амплітуда означає послаблення процесу, зменшення амплітуди N400 відображає послаблений аналіз емоційних слів відповідно до їх емоційного контексту. Вагомим є те, що неспівпадіння емоційної валентності, що виникає в парадигмі афективного праймінгу буде позначатись в компоненті N400. Згідно цієї парадигми, цільове слово з емоційним значенням пред'являється після першого емоційного слова. емоційний праймінг ідентифікується, якщо час, необхідний на оцінку цілі достовірно коротший, в умовах коли прайм і ціль мають однакову валентність (вбивство-смерть), ніж в умовах коли прайм і ціль мають протилежну валентність (вбивство – винагорода) [43].

Дослідники припускають, що пізні компоненти ППП є предметом впливу вимог завдання [46], що може бути доказом контрольованої природи виникнення пізніх компонентів. Наприклад, Fischler та Bradley зробили контрастні тести з використання різних кодованих завдань в серії з 5 експериментів і спостерігали різні патерни ППП в кожному випадку. Коли це було завдання на оцінку (визначити приємне чи не приємне слово) ППК виникав у відповідь як на негативні, так і позитивні слова, в той час як завдання на емоційне рішення (визначити слово є емоційним чи ні) N400 та ППК були виявлені у відповідь на негативні та позитивні слова [47]. Коли завдання було змінене на читання подумки, амплітуда ППК знизилась, але лишилась достовірною при відповіді на негативні та позитивні слова. В семантичному завданні (емоційність стимулу була поза фокусом) ППК був

знайдений лише для негативних слів, а в лексичному завданні ніяких ефектів ППП не було виявлено для жодного з стимулів. Семантичне завдання може стимулювати виникнення ППП на негативні слова, тому що вони підлягають до глибших рівнів аналізу, крім того негативні слова мають більшу здатність привертати увагу. В лексичному завданні, в якому вимагається відносно поверхневий рівень аналізу інформації, ефекту впливу емоційності стимулів не було виявлено [46]. Таким чином, на виникнення пізніх ППП, що є наслідком захоплення уваги емоційним значенням слів, впливають вимоги завдання.

1.2.2 Ранні компоненти ВП та автономний аналіз емоційної інформації. Дослідження емоційних слів з використанням методики ППП також виявляють компоненти, що з'являються вже після перших 100 мс [42]. Поєднання високого рівня збудження (arousal), негативної валентності та високої частоти вживання слів ведуть до появи ранніх компонентів, що легко з'являються в нескладних завданнях, таких як лексичні судження. Часто вживані слова, що викликають високий рівень збудження, аналізуються швидше, ніж часто вживані слова з низьким рівнем arousal, крім того валентність надає пріоритет негативним стимулам, певно з причини неприємних наслідків, що несуть в собі ці слова в реальному світі [46]. Ці дані свідчать на користь автоматичної оцінки валентності слів, тобто емоційні слова аналізуються рано та автоматично [43]. Ще одним з ефектів ППП, що демонструє ранню активацію, викликану емоційними словами, є ранній задній негативний компонент (РЗН) [49]. Цей негативний компонент виникає в задніх регіонах півкуль головного мозку, через 200-300 мс після появи сильно і слабко збуджуючих слів, він є маркером рівня збудження, викликаних емоційними словами, та з'являється переважно в лівому потилично-скроневому регіоні [1]. В більшості досліджень РЗН з'являється під час читання подумки, коли емоційні слова виникають пасивно, без будь-яких команд до привернення уваги до їх емоційного контексту, тобто

виникнення цього компоненту є автоматичним [68]. Потужним доказом автоматичної обробки емоційних слів, про яку свідчить поява ранніх компонентів, таких як P1, N1 і РЗН, можуть бути виявлені завдяки емоційного ефекту Струпа, який в першу чергу залучує увагу в аналіз [49]. В емоційному завданні Струпа, називання кольору емоційних слів займає більше часу, ніж називання кольору нейтральних слів, що відображує захоплення уваги емоційним змістом стимулів [69]. Таким чином, в такого роду завданнях, поява пізніх компонентів є очікуваним явищем, в той час як поява ранніх компонентів разом з пізніми компонентами ППП свідчать на користь подвійного процесу обробки інформації, автоматичного та контрольованого.

Серед даних про ППП на емоційні слова, є також докази щодо переходу активації з ЛП на ПП [45]. Ortigue в своєму дослідженні пропонує просторово-часове свідчення на користь такого переходу. Він використовував техніку РЗП разом з лексичними завданнями типу Go/No-Go. Слово (емоційне або нейтральне) та псевдослово, або ще два псевдослова, були представлені в два поля зору, завданням учасників було відповісти, коли вони побачили слово в будь-якому полі зору. В цілому, продуктивність на емоційні слова, представлені в ПЗП була кращою, ніж на емоційні слова, представлені в ЛЗП або нейтральні слова, представлені в кожне поле зору. Раннє розпізнавання емоційних слів порівняно з нейтральними з'являється після 100-140 мс демонстрації стимулу, коли топографія емоційних слів представлених в ПЗП демонструє двосторонню активацію в латеральних потиличних регіонах, з більшою активацією в ПП. Скальптопографія в інших умовах (емоційні слова пред'являються в ЛЗП, а нейтральні в кожне з зорових полів) показує активацію аналогічних регіонів але головним чином в ЛП [47].

Застосування методики ППП для емоційних слів виявило ранні та пізні компоненти активації, що є свідченням залучення автоматичних та контрольованих процесів обробки інформації, що відбуваються при обробці

емоційних слів. Дані візуалізації мозку зможуть висвітлити повну картину локалізації активації зон головного мозку під час обробки емоційної вербальної інформації

1.2.3 Структури лівої півкулі та автоматичний аналіз. Існує базисна ідея, що імпліцитні завдання перешкоджають аналізу значення слова, і якщо в таких умовах реєструється підвищення активації, то, скоріше за все, причиною цьому є автоматична активація змістом слова. Експліцитні ж завдання вимагають більш глибокого рівня аналізу, що залучає обробку семантичного аспекту експозиційного слова [45].

Вцілому, збільшення активності в багатьох ділянках мозку є нормальним явищем при презентації слів, особливо емоційних. Роботи, присвячені порівнянню мозкових субстратів, що беруть участь в аналізі емоційних і нейтральних слів, виявили підвищення активації в області ЛП, яка в основному пов'язана з семантичними властивостями слів. Нижня лобова звивина (за Бродманом поля 44 і 45) є прикладом регіону, що реагує на майже всі слова [46]. Посилена активація в лівій скроневій і потиличній областях також є невід’ємною частиною системи розпізнавання слів [47]. Це особливо важливо, так як ЛП домінує в аналізі слів, а як емоційні слова, так і нейтральні слова є частиною семантичної системи. Дані спостереження протирічать твердженню, що ПП самостійно відповідає на емоційні слова (ПП теорія). Однак, емоційні слова викликають активацію і в інших областях ЛП, таких, як мигдалина, орбітофронтальна кора, задня поясна звивина. Ці регіони є частиною лімбічної системи, яка грає ключову роль в аналізі емоційної інформації [47]. У зв'язку з цим, дослідження аналізу емоційних слів за допомогою методів візуалізації, ймовірно, продемонструють взаємозалежність між нейронними структурами, активізація яких викликана семантичними особливостями емоційних слів і нейронних структур, які акивуються в першу чергу на емоційні атрибути слова. Ці структури

вступають в гру на початку обробки під час менш складних завдань, і їх активація простежується здебільшого в ЛП [27].

Серед структур лімбічної системи мигдалина є найбільш вивченою структурою, яка відіграє ключову роль в обробці емоційних стимулів. Так як дослідження, що займались обробкою невербальної емоційної інформації (наприклад, міміка, зображення) неодноразово відводили центральну роль мигдалині при аналізі негативних емоцій, таких, як страх [49], частина емоційних досліджень зосередилась на дослідженні нейронних змін активності в мигдалині у відповідь на слова з негативними значеннями [50]. Однак, вчені вважають, що зв'язок мигдалини і негативних слів не може бути ексклюзивним, так як існують дослідження, в яких активація мигдалини спостерігалась у відповідь на позитивні слова [51]. Це відкриття, ймовірно, підтверджує роль зв'язку рівня збудження із ступенем активації мигдалини [52]. Непропорційно висока відповідь на негативні стимули, ймовірно, відбувається з причини того, що негативні і позитивні стимули розрізняються за своєю функціональною значущістю, іншими словами, швидка реакція на негативні стимули має життєво важливі наслідки для організму в навколишньому світі [47]. За наявними даними, припускають, що мигдалина активується при пред'явленні емоційних слів. На підтримку даного твердження дослідження показали сильну кореляцію між характером активації в мигдалині та потиличній корі під час читання подумки [47]. Ці спостереження підримують тезу, що мигдалина модулює обробку візуальної інформації в потиличній корі через зворотні проекції. Деякі дослідники вважають, що мигдалина впливає на емоційну обробку за допомогою зворотних проекцій на всіх рівнях зорової кори, що перевищує ефект емоційного входу, отриманого зоровою корою. Ці зв'язки можуть мати перевагу в збільшенні чутливості зорової кори до емоційних стимулів [53] .

Подальші докази того, що активація мигдалини відбувається без великих затрат аналізуючих систем, виявились в дослідженнях, що не відмітили активацію в даних структурах під час завдань з залученням уваги.

Наприклад, під час Go/No-Go, в якому оцінюючого завдання, учасники повинні були відповідати, наприклад, на позитивні слова, стримуючи свої відповіді на негативні, активація мигдалини, як повідомляється, була незначною [52]. Подібні дослідження, проведенні Costafreda (2008), виявили, що імпліцитні завдання пов'язані з вищою ймовірністю активації в мигдалині, ніж експліцитні, що вказує на роль мигдалини на ранніх етапах аналізу емоційних стимулів. Що стосується латералізації мигдалини, була показанна правостороння активація [47], а також двостороння активація, [42] але найбільш вираженою була лівостороння активація [53]. Так як модель підвищеної активації в лівій мигдалині спостерігається також у невербальних емоційних дослідженнях [54], Hamann і Mao стверджували, що ліво-латералізований ефект мигдалеподібного тіла під час аналізу емоційних слів виникає, швидше за все, у зв'язку з перевагою обробки емоційних стимулів в цілому, а не словесних аспектів емоційного слова. Costafreda (2008) в своїх дослідженнях, навпаки, відзначає можливість того, що лівобічна перевага мигдалини пов'язана з словесним характером емоційних слів. Беручи до уваги результати методики ППП, за якими відповідь на негативні слова сильного рівня збудження простежується вже після 100 мс з початку експозиції (Scott та співавт., 2009), роль лівої мигдалини в автоматичній стадії обробки, в якій активація відбувається швидко і без особливих зусиль, стає все більш імовірною. Таким чином, ліва півкуля, вірогідно, залучена в автоматичний аналіз емоційних слів.

1.2.4 Структури правої півкулі та контрольований аналіз. Привілейований статус обробки емоційних слів, з точки зору їх участі у стимулюванні пам’яті [55], може бути свідченням залучення більшої кількості мозкових структур. Дійсно, лімбічна система, яка формує внутрішній кордон кори, включає в себе частини усіх часток півкуль головного мозку. Якщо ця система вносить свій внесок у перебіг багатьох функцій, в тому числі інтерпретації емоційних реакцій, залучення уваги,

зберігання спогадів і навчання, то це, ймовірно, завдяки додатковим зв’язкам, які служать для регулювання емоційних і когнітивних процесів. Ці зв’язки залучаються пізніше через контрольовану увагу, коли роль ПП стає більш значною [47].

Мабуть, зв'язок між емоційно-пов'язаними структурами лімбічної системи, такими, як мигдалина, з одного боку, і системи уваги, такими, як ПЗ і ДЛПФК, з іншого боку, є основним в аналізі емоційних слів. Відповідно, ПЗ і ДЛПФК розглядаються як частини когнітивної системи [40]. Наприклад, ПЗ є частиною префронтальної кори і має два підрозділи: когнітивний та емоційний. Недавні дослідження показують, що когнітивна і емоційна інформація обробляється в цих структурах окремо, але взаємопов'язано. Когнітивний підрозділ є частиною мережі розподілення уваги, що має реципрокні зв’язки з бічною префронтальною, тім'яною і додатковою моторною корою і грає важливу роль в модуляції уваги, на відміну від афективних підрозділів (наприклад, задня поясна звивина), що вносять свій вклад у виявлення емоційних особливостей вхідної інформації. Таким чином, тип розташування двох частин ПЗ є нейронною основою для взаємодії між емоціями і увагою [52]. Мова йде про довільну увагу, що є контрольованим процесом і керується концентрацією інтересів і потреб. Цей тип уваги, очевидно, включає в себе зусилля і вибір, на яку інформацію відповідати, а яку ігнорувати [53]. Таким чином, цілком імовірно, що в обробці емоційної вербальної інформації увага є частиною більш пізнього аналізу, що підсилює ефект ранніх стадій [57]. Цей факт може бути причиною зсуву активації з ЛП на ПП.

Як згадувалося раніше, взаємодія між емоціями і увагою в цілому вивчені за допомогою емоційних завдань Струпа (Williams і співавт., 1996). Дослідження з використанням томографії показали розширену активацію правої ПЗ в ході виконання цього завдання [58]. Цей висновок узгоджується з право-латералізованим емоційним Струп-ефектом, що був показаний в поведінкових методиках. Дослідження показали участь загальної системи ПП

для підтримки уваги до кольору емоційного слова та кольору неконгруентного слова в емоційному та стандартному Струп-завданнях відповідно. Цей результат підтримує роль ПП в завданнях, що вимагають уваги [47]. На підтримку цього факту виступають дослідження, що показали підвищений рівень активності в правих префронтальних і верхніх тім'яних областях, коли учасники зосереджували і підтримували свою увагу на сенсорні сигнали, що надходили в мозок [59]. Крім того, неможливість до концентрації, що вважається є причиною порушення системи уваги, виникає після пошкодження відповідних регіонів ПП [70]. Ці результати не тільки стверджують, що компоненти людської уваги являються право-латералізованими, а також підвищують можливості взаємозв'язку між внеском ПП в обробку емоцій та її роллю у виконанні завдань, що вимагають уваги [47].

Отже, за більшістю літературних тверджень, при обробці ЛП емоційних слів виникає активація не тільки в семантичних областях, а й у структурах лімбічної системи, таких як мигдалина. Цей рівень активації, ймовірно, автоматичний, тому що він виникав насамперед на імпліцитні завдання. З іншого боку, експліцитний аналіз емоційних слів відбувався з підвищеною активацією інших структур, таких як ППЗ і ДЛПФК, які вважаються частинами системи уваги в головному мозку. Активація в цих структурах, вірогідно, право-латералізована і виникає, коли увага спрямована на емоційний контекст слова.

1.3 Особливості міжпівкульної асиметрії мозку правшів та лівшів

За даними різних літературних джерел число праворуких в людській популяції коливається в межах 80-95%, в той час як решту складають неправорукі - ліворукі і амбідекстери, що і є причиною недостатньої уваги в науковому світі до останніх. Вивчення особливостей функціонування мозку

лівшів сприяє кращому їх пристосуванню до «праворукого світу», адже відомо, що лівші мають низку анатомічних та фізіологічних відмінностей порівняно з правшами. Далі коротко про основні.

1.3.1 Морфологічна асиметрія мозку правшів та лівшів. Міжпівкульна асиметрія цікавить науковий світ вже давно, з часів робіт П.Брока [11] в яких було показано, що пошкодження лівої півкулі, як правило, супроводжується афазією, в той час як при ураженні правої півкулі втрата мови не спостерігається. У ліворуких домінантою за мовою вважалася права півкуля, проте клінічні дослідження показали, що нерідко у лівшів афазія спостерігалася і при ураженні лівої півкулі. Ці дані вказували на відсутність прямої залежності між "рукістю" і мовною домінантністю. Мовне представництво у них значно варіює і свідчить про існування у них різних типів: лівопівкульного, правопівкульного і білатерального. Важливо відзначити, що нейроанатомічні відмінності праворуких характерні не тільки для "мовних" зон, але поширюються і на інші структури - зорові, задні асоціативні - тім'яні, які мають більші розміри в правій півкулі в порівнянні з лівою [61]. Для цієї ж групи визначена різниця в кровонаповненні півкуль, зокрема більші розміри внутрішньої сонної артерії зліва та більш високий в ній артеріальний тиск, в той час як у лівшів така асиметрія характерна для правої півкулі. Не зважаючи на це, нейроанатомічна асиметрія мозку лівшів не є "дзеркальним" відображенням тієї, яку описують у правшів, і варіантів асиметрії у них значно більше. Слід зазначити також, що у взаємодії півкуль особливу роль грають багаточисельні комісури, зокрема мозолисте тіло, яке за своєю організацією розрізняється у правшів і лівшів. Показано, що перерізання мозолистого тіла порушує обмін сенсо-моторної, тактильної та інших форм інформації між півкулями [60]. Відомо також, що у лівшів розміри мозолистого тіла більші, ніж у правшів [61]. В останні роки це підтверджено даними МРТ-досліджень, де було показано, що у лівшів менший діаметр волокон, але більша їх кількість з'єднує різні відділи кори

[62,63,64]. Отже, низка анатомічних відмінностей між правшами та лівшами, зокрема в розташуванні мовного центру, може бути предиктором фізіологічних відмінностей в аналізі семантичної інформації.

1.3.2 Психофізіологічна асиметрія у правшів та лівшів. При аналізі здібності кожної з півкуль виконувати функції іншої було встановлено, що у правшів ураження лівої півкулі на ранніх етапах онтогенезу не призводить до виникнення афазії, і мова розвивається завдяки збереженню функції правої гемісфери. Разом з тим, порушення невербальних форм поведінки, що виникає при ураженні правої півкулі, не компенсується за рахунок функціонування інтактної лівої гемісфери. Для лівшів є характерною відсутність виразної кореляції між стороною мозкового ураження і виникненням латералізованних розладів [65]. Було висловлене припущення, що у правшів в процесі еволюції в лівій півкулі відбулась кортикалізація психічних процесів, а підкіркові структури почали грати роль пейсмекерів. У правій півкулі цього не сталося, і забезпечення психічних процесів продовжує здійснюватися при більш важливій участі глибинних структур, зокрема діенцефальних, що мають мають більш тісні функціональні зв'язки з правою півкулею, ніж з лівою [115]. Таким чином, нейроанатомічні і функціональні особливості мозку ліворуких свідчать про більш амбілатеральну, ніж у правшів, представленість вербальних і конструктивних функцій.

1.3.3 Електрофізіологічні маркери асиметрії мозку правшів та лівшів. Найбільш часто міжпівкульні відмінності досліджувалися при порівнянні амплітудно-частотних характеристик альфа-ритму ЕЕГ: виявлено, що у правшів в стані спокійного неспання альфа-ритм має меншу амплітуду в лівій півкулі [66]. Щодо лівшів дані більш суперечливі, але найбільш часто вказується на меншу амплітуду альфа-ритму в потилично-тім'яних відділах правої півкулі. При вивченні функції когерентності у лівшів спостерігаються

більш низькі значення когерентності альфа-діапазону в порівнянні з правшами як для між- , так і для внутрішньопівкульних когерентностей. При аналізі інших частотних складових, зокрема бета-діапазону, зміни при виконанні рухів спостерігались в обох півкулях. На підставі отриманих результатів було зроблене припущення про меншу латералізацію і більшу дифузність реактивності когерентності альфа-ритму у лівшів [67]. Аналіз комплексу параметрів когерентності ЕЕГ у правшів і лівшів в стані спокійного неспання свідчить про наступне: 1) максимальні відмінності спектрів когерентності ЕЕГ між правшами і лівшами проявляються у вигляді більш високих значень в домінуючій півкулі, більшою мірою для альфа-діапазону; 2) збільшення міжпівкульної різниці середніх рівнів когерентності ЕЕГ як у правшів, так і у лівшів наростає при русі від медіальної лінії в латеральному напрямку, з максимальними розбіжностями у відведеннях з скроневим електродом (в "латеральних" парах); 3) в центрально-лобових ("медіальних") парах відведень виявлено перевищення значень когерентності в правій півкулі як у правшів, так і у лівшів, переважно за рахунок поєднання тета-діапазону. Зазначені вище ЕЕГ-феномени, ймовірно, можуть свідчити про те, що у правшів в характері міжпівкульної і корково-підкіркової взаємодій переважають конкурентні або сумарні реципрокні взаємодії з елементами негативного зворотного зв'язку. У лівшів, для яких характерний однонаправленний, синфазний характер поведінки як частих, так і повільних діапазонів ритмів ЕЕГ, мабуть, переважаючим є принцип додатковості, узгодженості з елементами позитивного зворотного зв'язку [115].

Підсумовуючи описану інформацію в межах даного розділу, можна припустити, що анатомічні відмінності між правшами та лівшами в розташуванні мовного центру, різниця амплітудно-частотних характеристик альфа-ритму в стані спокійного неспання, зменшення амплітуди в лівій півкулі для правшів та потилично-тім'яних відділах правої півкулі для лівшів свідчать про неоднакові нервові механізми, що лежать в основі

функціонування центрів семантичного аналізу в межах двох груп, і, можливо, про різні стратегії оброблення такої інформації.

1.4 Зорова домінантність як визначальний фактор аналізу інформації

Зорова домінантність визначається як тенденція надавати перевагу візуальній інформації, що надходить з одного (домінантного) ока, на відміну від інформації з іншого (не домінантного) ока [7].

1.4.1 Способи визначення зорової домінантності. Існує декілька суперечливих точок зору щодо зв'язку зорової домінантності та фізіологічних особливостей конкретної особи, а саме: 1) зорова домінантність пов'язана з ведучою рукою чи гемісферним домінуванням; 2) для кожної особи існує лише одне домінантне око; 3) домінантне око визначається заново для кожного нового тестування [68]. Далі висвітлимо основні положення приведених вище тверджень.

1) Аференти від однієї кінцівки та еференти до тієї самої кінцівки пов'язані з однією півкулею мозку: на відміну від цього, аференти від одного ока проектуються одночасно в дві гемісфери, а еференти до м'язів одного ока можуть мати правопівкульне чи лівопівкульне походження, в залежності від бажаного напрямку руху очей. Описані факти свідчать на користь латералізації мозку для кінцівок, але не для очей [69,70], тобто, зорова домінантність не пов'язана з мозковою латералізацією.

2) Coren та Kaplan (1973) за допомогою різних методів визначення зорової домінантності (54 обстежувані брали участь в 13 різних тестуваннях), визначили три статистично незалежні фактори, що лежать в визначенні домінантного ока, а саме: (1) око з кращою гостротою зору, (2) око, що домінує під час бінокулярного суперництва, і (3) око, що використовується при прицілюванні. Дослідники виявили, що три фактори є незалежними, і що

зорова домінантність, вирахувана за допомогою одного критерію, не співпадала з такою за допомогою іншого критерію [71].

Rombouts і співавт. (1996) в фМРТ дослідженні, в якому мали за мету знайти нейрональну основу «єдиного домінантного ока», повідомили, що у обстежуваних з «домінантним правим оком», монокулярна стимуляція правого ока активує більшу частину первинної зорової кори, на відміну від стимуляції лівого ока. Подібна асиметрія не спостерігалась для обстежуваних з «домінантним лівим оком» [72]. Крім того, Menon із співавт. (1997) виявли присутність "невеликої переваги пікселів від правого домінантного ока" [73]. Ці твердження збігаються з думкою про існування деякої асиметрії у входах від двох очей для деяких спостерігачів, але не надають переконливу інформацію щодо зв'язку з концепцією унітарного домінуючого ока. Описані нейронні відповіді можуть бути пов’язані з оком, що домінує в прицілюванні (sighting-dominant eye), але не з унітарним домінуючим оком, так як домінування було визначене за допомогою тесту на прицілювання Порта (Porta Sighting Test).

3) А)Визначення домінантного ока за допомогою асиметрії.

Для обстежуваних з амбліопією чи повністю сліпих на одне око очікуваним був би результат співпадіння домінантного ока по всіх критеріях (прицілювання, краща гострота зору, пригнічення амбліопічного ока при суперництві) [74]. Але подібні ефекти наразі описані лише для невеликої субпопуляції, дослідники вживають термін «зорове домінування» (*ocular dominance)* в клінічному контексті, а термін «домінантне око» не використовується («нормальне око», «амбліопічне око»), екстраполювати подібні результати на здорових обстежуваних було б недоцільно. Роль асиметрії гостроти або контрастної чутливості зору ще не визначена для населення в цілому. Є дослідження, в яких окорухові асиметрії були розглянуті під час одночасного та синхронного повороту очей у одному напрямку [75,72], протягом вергенції (vergence) [76,72] і під час рухів очей, які вимагали залучення двох цих процесів [77], однак кореляції між руховою

асиметрією та асиметрією гостроти зору не були розглянуті. Якщо різні асиметрії не корелюють, домінантна асиметрія, як єдине поняття, стає сумнівною.

Б)Визначення домінантного ока за допомогою суперництва (rivalry). Зорове суперництво в сприйнятті форм, контурів і кольору може здійснюватись за допомогою різних механізмів. Wolfe J.M. в своєму дослідженні виявив повторювальний патерн локального "домінування" для входів від одного ока, на відміну від іншого. Однак, патерни домінування були різні для різних завдань (колір та форма) [78]. Факт того, що існує суперництво між конкуруючими подразниками для двох очей "нормальних" обстежуваних, вказує на те, що супресія не обмежується одним оком.

В) Визначення домінантного ока за допомогою прицілювання.

Прицільне домінування визначалось за допомогою спостереження цілі через отвір в картці [79] або через отвір в вузькому кінці конуса [80,72], спостереження за близьким стимулом (олівцем або пальцем), що був на одній лінії з більш віддаленим стимулом [81]. Обстежувані показували чітке домінування одного ока над іншим в описаних ситуаціях. Кожне прицілювання чітко ідентифікувало око, що буде використовуватись в завданні. При повторному тестуванні результати характеризувались високим ступенем відтворюваності [72]. Крім того, кореляції між результатами з трьох випробувань на прицілювання є високими [71,72]. Це говорить про те, що існує єдине прицільно-домінуюче око для кожної протестованої людини в групі тестів на прицільне домінування.

Отже, на сьогодні відомо, що латералізація зорових функцій не визначається мозковим домінуванням, та зорове домінування не є єдиним однозначним поняттям. Прицільно-домінантне око демонструє перевагу одного ока над іншим в межах характерних тестувань. Роль такого домінування в візуальних та окорухових процессах на сьогодні не є чітко визначеною.

1.4.2 Докази зорового домінування. Отже, підсумовуючи описану вище інформацію, можна зазначити, що існує декілька типів зорового домінування, найточнішим і найбільш вивченим з яких є прицільне домінування. Існує низка доказів, що підтверджують ці твердження. Schoen та Scofield (1935) відмічали більшу стабільність фіксації прицільного ока [82], в той час як Clark (1935) повідомив, що рухи прицільно домінантного ока були більш точними [75]. Існують також докази того, що обробка інформації в залежності від домінування прицільного ока значно відрізняється у візуальних завданнях, що вимагають рухів очей. Наприклад, Money (1972) показав більшу активність від прицільно-домінуючого ока під час пошукових завдань [75]. Porac та Coren (1977) також повідомляли про асиметрію обробки інформації в залежності від домінуючого ока в завданні з використанням парадигми декременту ілюзії (illusion-decrement paradigm), в якій око відскановує загальні візуально-геометричні ілюзії фігур. Їх результати показали, що перевага прицільно-домінуючого ока присутня тільки за умов, коли обидва ока стимулюються одночасно. Коли одне око закрите, асиметрія відсутня [69].

Існує ще один напрямок досліджень, який дозволяє припустити, що праве і ліве око функціонують по-різному. Ряд дослідників використовують поняття «око бінокулярного контролю» (binocular controlling eye), яке відіграє провідну роль у процесі бінокулярної координації, а його контралатеральний партнер працює з меншою потужністю у якості помічника [83,84,85,7]. Загалом, неконтролююче око показує зниження зорових функцій (пригнічення входу) під час стимуляції бінокулярного перегляду [86]. Brod та Hamilton припустили, що характер звичної моделі читання в західних культурах (зліва направо) диктує створення правого контролюючого ока, оскільки це може привести до більш ефективної системи скануючого контролю. На користь теорії правого контролюючого ока свідчить також те, що спотворення візуального внеску з правого ока викликає більше порушень під час читання, ніж спотворення вхідного внеску з лівого

ока [85]. Porac та Coren в черговому своєму дослідженні пред'являли обстежуваним стимули на розпізнання (горизонтальні чи вертикальні лінії) одразу після саккадичних рухів в право чи вліво (завданням обстежуваних було фіксувати погляд в центрі кола, що переміщалося вправо чи вліво). Прицільно-домінантне та не домінантне око показали однакову здатність до розпізнання цільового стимулу при монокулярному сприйнятті. За умов бінокулярного сприйняття обидва ока стимулювались одночасно різними стимулами і було відмічено, що, незалежно від типу прицільного домінування (ліве око чи праве), праве око демонструє кращу розпізнавальну здатність в таких завданнях одразу після руху очей. Також було виявлено меншу розпізнавальну точність лівого ока за умов бінокулярного сприйняття, на відміну від монокулярного, в той час як подібний ефект не спостерігається для правого ока як в групах з прицільно-домінуючим правим оком, так і в групах з таким лівим оком. Це говорить про те, що присутність стимулу на вході в праве око пригнічує визнання внеску лівого ока та можливість існування контралатерального гальмування між двома монокулярними каналами. Таке гальмування, на думку авторів, може відбуватись в точці конвергенції цих каналів. Подібний інгібуючий процес може пояснювати феномен бінокулярного суперництва. На основі отриманих даних припускається, що таке гальмування не може бути повністю реципрокним і симетричним при певних обставинах. Швидше за все, відбувається селективне пригнічення каналу від лівого ока, при бінокулярному спостереженні в момент часу відразу після саккад [10]. В завданнях на розпізнавання одразу після саккадичних рухів, при бінокулярному перегляді, праве око демонструє домінування над лівим, що не спостерігається в умовах монокулярного виконання завдань.

1.4.3 Локуси зорового домінування в зоровій корі. Як відомо, у приматів аксони з лівого та правого ока закінчуються на монокулярних пластинках бічного колінчатого тіла. Від цих ядер далі йдуть проекції в первинну зорову

кору (V1), і відображаючи входи інформації від лівого чи правого ока, закінчуються в зоні С4, де організовуються в колонки зорової домінантності. В кортикальних пластах вище та нижче зони С4 нейрони варіюють за силою відповіді на входи від обох очей, від відповіді лише на інформацію з одного ока до однакових відповідей на входи від двох зорових каналів [87]. Таким чином, лише в зоні С4 клітини отримують іннервацію ексклюзивно від одного ока, тому класичні патерни колонок зорової домінантності спостерігають лише в цій зоні. Goodyear та Menon вивчали відповіді первинної зорової кори (V1) під час монокулярної та бінокулярної стимуляції. Тестування складалось з 9 залпів пред'явлення зорових стимулів, кожне тривалістю по 3,5 с, і з інтервалом між кожним наступним стимулом 18,5 с. В межах 9 пред'явлень обстежувані виконували завдання монокулярно (лівим оком (Л), чи правим (П)) чи бінокулярно (Б), в наступному порядку: Б-Л-П-Б-Л-П-Б-Л-П. Середнє значення активації пікселів було більшим при виконанні завдання лівим домінантним оком на 2,6%. В середньому, ці області також активується на 40% менше при відкритому лівому оці. Середнє значення активації пікселів від правого ока в умовах виконання завдання правим оком суттєво не відрізняється від 2,6%. Тим не менш, середня активація цих пікселів в умовах споглядання домінуючим лівим оком тільки на 24% менша. Аналогічні результати відзначались для обстежуваних з правим домінантним оком. Не відзначалось істотної різниці в активації під час бінокулярних чи відповідних монокулярних умов, і немає істотної різниці у числі активованих пікселів для кожного ока. Також було показано, що зони, які отримують проекції від домінантного ока, більше активуються в умовах монокулярного споглядання недомінантним оком, ніж зони, які отримують проекції від недомінантного ока під час стимуляції домінантного ока [88].

Вивчаючи аспекти зорової домінантності, науковці постійно натрапляють на проблему адекватного методу визначення ведучого ока. Як було зазначено на початку даного розділу, домінантним оком за деякими

джерелами вважається прицільно-домінантне, за іншими – око з кращою гостротою зору. Mendola та Conner в фМРТ дослідженні спробували порівняти альтернативні способи визначення зорової домінантності з метою визначення методу, що буде більш точно прогнозувати BOLD сигнали, викликані простими стимулами пів полів. Аналогічно до результатів інших авторів, вчені не виявили співпадіння між прицільним домінуванням та оком з кращою гостротою зору. Використовуючи дані, отримані в такий спосіб, провели фМРТ порівняння збільшення BOLD сигналу в залежності від домінантності стимульованого ока. У викликаних фМРТ сигналах спостерігалась більша активація у зонах V1v та V2v за рахунок подання сигналу в домінантне око (з кращою гостротою зору), порівняно з недомінантним. Ці дані були додатково проаналізовані шляхом обчислення індексу зорового домінування, що визначається як міжокова різниця відсотку сигналу, поділена на суму проценту сигналу кожного ока. Цей індекс був значуще більшим за нуль для зон V1v, V2v, VP, та V4v. За умови визначення зорової домінантності за методом прицілювання чіткого зв'язку між BOLD сигналами та зоровим домінуванням не було виявлено. Також були виявлені кореляції між гостротою зору та сигналом у вентральних зорових зонах [80]. Отже, на основі описаних вище даних можна підсумувати, що зорова домінантність існує як поняття та як фізіологічний факт, що неодноразово було підтверджено експериментально, нез'ясованим лишається метод адекватного її вимірювання, адже стійких кореляцій між результатами різних способів визначення домінантного ока на сьогодні не було встановлено.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика психофізіологічного тестування

У обстеженні взяли участь 210 обстежуваних (105 праворуких студентів з правим домінантним оком та 105 ліворуких студентів з лівим домінантним оком) обох статей (105 жінок та 105 чоловіків), віком від 19 до 22 років. Домінантне око та ведучу руку визначали згідно профілю міжпівкульної асиметрії [89].

Таблиця 2.1

Загальна схема дослідження

Перший етап					
n = 90					
Правші (n = 45)			Лівші (n = 45)		
I n = 15	II n = 15	III n = 15	I n = 15	II n = 15	III n = 15
Тпс ТЕ	Тпс ТЕ	Тпс ТЕ	Тпс ТЕ	Тпс ТЕ	Тпс ТЕ

Другий етап					
n = 120					
Правші (n = 60)			Лівші (n = 60)		
I n = 20	II n = 20	III n = 20	I n = 20	II n = 20	III n = 20
Т1 Т2 Т3 Т4	Т1 Т2 Т3 Т4	Т1 Т2 Т3 Т4	Т1 Т2 Т3 Т4	Т1 Т2 Т3 Т4	Т1 Т2 Т3 Т4

Примітки:
I – група (бінокулярне сприйняття);
II – група (сприйняття лише домінантним оком);
III – група (сприйняття лише недомінантним оком);
Тпс – тест з псевдословами;
ТЕ – емоційний Струп-тест;
Т1 – ТЕ на фоні позитивних зображень;
Т2 – ТЕ на фоні еротичних зображень;
Т3 – ТЕ на фоні нейтральних зображень;
Т4 – ТЕ на фоні негативних зображень.

Експеримент складався з 2 етапів. На першому етапі обстежувані (n= 90: 45 правшів, 45 лівшів) виконували 2 тести: 1) емоційний Струп-тест (ТЕ), що складався із суміші емоційно забарвлених (*наприклад:* порно, зрада, труна) та нейтральних слів (*наприклад:* чашка, жакет, ложка); 2) друге завдання (Тпс) було аналогічним, лише складалось із «псевдослів» – набору літер, що нагадували слова, проте були позбавлені сенсу (*наприклад:* кагат, никуд). На другому етапі інші обстежувані (n= 120: 60 правшів, 60 лівшів) виконували 4 завдання (Т1-Т4). У 4 тестах завдання було однакове – виконати емоційний Струп-тест (ТЕ), але на фоні 4 різних блоків картинок. У якості фонових картинок використовували зображення з банку Міжнародної системи афективних зображень (IAPS). З цього ряду зображень були відібрані чотири групи стимулів: позитивні (для першого тесту (Т1)), еротичні (для другого тесту (Т2)), нейтральні (для третього тесту ((Т3) та негативні (для четвертого тесту ((Т4). У всіх тестах (Тпс,ТЕ,Т1,Т2,Т3,Т4) єдиним завданням обстежуваних було натискати клавішу “Р” на клавіатурі комп’ютера правою рукою, якщо слово було написане червоними літерами або лівою рукою – клавішу “Q”, якщо слово було написане зеленими літерами. В обох тестах обстежуваним слід було визначити яким кольором написане слово, не читаючи його. Через 10 хв. після закінчення виконання ТЕ (1-ий етап) та Т4 (2-ий етап) обстежуваних просили відтворити по пам‘яті слова, що вони бачили на екрані. Після Т4 обстежуваних просили дали суб’єктивну оцінку зображень IAPS, що використовувались в тесті на 2 етапі дослідження.

Реєстрували латентні періоди реакцій (ЛП) (середній, для правої та лівої рук, окремо для різних типів стимулів (нейтральних, емоційно забарвлених слів, псевдослів), для емоційно забарвлених слів на фоні 4 різних блоків картинок) та кількість помилкових реакцій в кожному тесті.

В ході 1-го етапу експерименту при виконанні двох тестів у всіх обстежуваних реєстрували ЕЕГ за наступною схемою: в стані спокою (закриті очі) - 5 хв., стан спокою (відкриті очі) – 2 хв., під час виконання ТЕ –

2 хв., перерва між тестами (відкриті очі) – 2 хв., під час виконання Тпс – 2хв., стан спокою (закриті очі) – 2 хв.

В ході 2-го етапу експерименту при виконанні 4 тестів у всіх обстежуваних реєстрували ЕЕГ за наступною схемою: стан спокою (СП 1) – 2 хв., під час виконання Т1 – 2 хв., стан спокою (СП 2) – 2 хв., під час виконання Т2 – 2 хв., стан спокою (СП 3) – 2 хв., під час виконання Т3 – 2 хв., стан спокою (СП 4) – 2 хв., під час виконання Т4 – 2 хв.

Для роботи використовувався діагностичний комплект «Нейрон-Спектр» (ТОВ «Нейрософт», Росія). ЕЕГ реєстрували монополярно, як референтний використовувався іпсілатеральний вушний електрод. Електроди розміщувались за міжнародною системою 10-20% у 16 симетричних точках поверхні голови: префронтальних (Fp1/Fp2), середньофронтальних (F3/F4), латеральнофронтальних (F7/F8) , центральних (C3/C4), передніх (T3/T4) та задніх скроневих (T5/T6), тім'яних (P3/P4) та потиличних (O1/O2). Для аналізу ЕЕГ-показників використовувались лише безартефактні фрагменти запису. З допомогою програмного забезпечення «Нейрон Спектр» на основі алгоритму швидкого перетворення Фур'є обчислювали спектральну потужність (СП) для наступних частотних діапазонів: тета (4,0 – 7,9 Гц), альфа (8,0 – 12,9 Гц), бета-низькочастотний (13,0 – 19,9 Гц), бета-високочастотний (20,0 – 35,0 Гц). Епоха аналізу становила 2,56 с, епоха перекриття 1,28 с, смуга пропускання від 1 до 35 Гц. Визначали коефіцієнт когерентності (КК) в діапазонах вказаних вище ритмів. В аналіз брали коефіцієнти когерентності, що перевищували 0,5. Для оцінки рівня внутрішньопівкульної інтеграції використовували наступні пари відведень: Fp1–F3, Fp2–F4, F7–T3, F3–C3, F4–C4, F8–T4, T3–T5, C3–P3, C4–P4, T4–T6, P3–O1, P4–O2. C4–O2, Fp1–T3, Fp2–T4, T3–O1, T4–O2; міжпівкульну інтеграцію оцінювали на основі КК між наступними парами відведень: Fp1–Fp2, F3–F4, C3–C4, P3–P4, O1–O2, F7–F8, T3–T4, T5–T6.

2.2 Методика комп'ютерного тестування

Комп'ютерне тестування складалося з серії слів (240), написаних червоним або зеленим кольором, що з'являлись в центрі екрану. Завданням обстежуваних було натискати правою рукою на клавішу "P", якщо слово написане червоним кольором, лівою рукою на "Q" – якщо зеленим. На 1-му етапі обстежуваним пропонувалось виконати завдання, що складалось із суміші емоційно забарвлених (порно, зрада, труна) та нейтральних слів (чашка, жакет, ложка) (ТЕ), потім інше завдання (Тпс), що було аналогічним, лише складалось із "псевдослів" – набору літер, що нагадували слова, проте були позбавлені сенсу (кагат, никуд). Всі слова, що використовувались в завданні були однакової довжини, – складались з 5 літер. На 2-му етапі експерименту слова із ТЕ з'являлись на фоні 4 блоків зображень IAPS (позитивні, негативні, нейтральні, еротичні). Кожного разу слова подавались в новому порядку. Малюнки подавались в блоках в чітко визначеній послідовності – спочатку позитивні (Т1), потім еротичні (Т2), потім нейтральні (Т3) і в кінці негативні (Т4), але порядок подачі зображень в межах блоку кожен раз різний – генерувався випадково при кожному новому проходженні тесту. В момент старту тесту кожному слову автоматично призначався свій колір, але 50% слів біли червоного кольору, 50% – зеленого. Затримка між подачею сусідніх стимулів – 300 ± 200 мс, визначалась кожен раз випадково. Тест запускався клавішею "Enter". Після її натискання йшла 5-ти секундна затримка – чорний екран. Потім починали з'являтись стимули. Від обстежуваного очікували натиснення клавіш P або Q в залежності від слова. Якщо обстежуваний встигав зреагувати на стимул в межах часу експозиції стимулу (5 с), то ЛП його реакції записувався, якщо не встигав – то фіксувалась помилка, і тест автоматично переходив до наступного стимулу. При натисканні невірної клавіші подавався звуковий сигнал. Кількість стимулів у блоках – 15. Між 4 блоками стимулів на 2 хв. вставлявся мигаючий сірий фон (стан спокою).

2.3 Визначення профілю функціональної асиметрії

Профіль функціональної асиметрії визначався за методикою Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. [89]. Обстежувані проходили тестування на візуальні сенсо-моторні реакції (6), виконували завдання на одночасні рухи, напрямок і точність рухів рук (6), та визначали яка частина тіла (ліва чи права) була домінантною в кожному конкретному завданні. Далі по формулі обчислювали коефіцієнт асиметрії (КА). Для роботи обирались обстежувані з високим коефіцієнтом асиметрії мозку (71-80%). У праворуких КА має позитивний знак, у ліворуких – негативний. Домінантною визначалась рука, якій надається перевага при письмі. Домінантне око визначалось за допомогою тесту на прицілювання через зрізаний верх паперового конусу.

2.4 Статистичний аналіз даних

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою пакету STATISTICA 7.0 (Statsoft, USA, 2004). Оскільки розподіли більшості показників, отриманих в цих дослідженнях, був відмінним від нормального (за критерієм Лілліфора), при порівнянні залежних вибірок застосували непараметричний Т-критерій знакових рангів Вілкоксона, при порівнянні незалежних – Мана-Уітні. Критичний рівень значущості міжгрупових відмінностей при перевірці статистичної гіпотези приймався рівним $p=0,05$. Для опису вибіркового розподілу вказували медіани та міжквартильний розкид (Me [25%; 75%]).

РОЗДІЛ 3
ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ МОЗКУ ТА ЛАТЕНТНІ ПЕРІОДИ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ ЗА УМОВ БІНОКУЛЯРНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ СТИМУЛІВ

Латентні періоди реакції. Розглянемо латентні періоди (ЛП) реакції в групі правшів, під час бінокулярного виконання тестів Тпс та ТЕ (таблиця 3.1.А). Нагадаємо, що в ТЕ в якості стимулів використовувались емоційно забарвлені та нейтральні слова, тому в таблиці представлені як усереднені значення ЛП, так і ЛП окремо на емоційно забарвлені слова та окремо на нейтральні слова. Оскільки в Тпс презентувались однорідні стимули – псевдослова, описаний вище поділ в даному випадку відсутній. Під час Тпс ЛП реакції лівою рукою достовірно більший, ніж ЛП реакції правою рукою. Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою достовірно більший, ніж ЛП реакції правою рукою для середнього значення ЛП та для реакції на емоційно забарвлені слова. Різниця в ЛП реакції на нейтральні слова між правою та лівою руками зникає. Достовірна різниця ЛП реакції на емоційно забарвлені слова та нейтральні слова (ефект Струпа) відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс ($p = 0,04$) (Додаток А).

Розглянемо латентні періоди (ЛП) реакції в групі лівшів, під час бінокулярного виконання тестів (таблиця 3.1.Б). Під час Тпс ЛП реакції лівою рукою достовірно більший, ніж ЛП реакції правою рукою. Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою достовірно, більший ніж правою рукою лише на емоційно забарвлені слова, в той час, як на нейтральні слова та для ЛП (сер.) така реакція відсутня. ЛП реакції правої руки на нейтральні слова достовірно більший, ніж ЛП реакції правої руки на емоційно забарвлені слова (реверсія ефекту Струпа). Для середнього значення ЛП та для лівої руки – значуща

різниця відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс (p = 0,02) (Додаток А).

Таблиця 3.1

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів та правшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	А. Правші		Б.Лівші	
	ТЕ	Тпс	ТЕ	Тпс
Сер.	533 [481;623] ^	484 [478; 540]	573 [521;634] ^	521 [474;562]
Ліва рука	565 [496;624]**	502 [491;564]**	580 [523;664]	532 [466;577]**
Права рука	520 [460;599]	475 [447;516]	538 [495;615]	483 [460;560]
Нейт. (сер.)	548 [487;614]		567 [496;637]	
Ліва рука	561 [479;636]		563 [520;668]	
Права рука	532 [464;590]		562 [503;629] #	
Емоц. (сер.)	525 [476;617]		564 [515;615]	
Ліва рука	556 [496;611]**		592 [527;650]*	
Права рука	507 [443;608]		550 [480;598]	

Примітки:
*– значущі відмінності між правою та лівою руками (p < 0,05)
** – значущі відмінності між правою та лівою руками (p < 0,01)
# – значущі відмінності між нейтральними та емоційно забарвленими словами (p < 0,05)
^ – значущі відмінності між ТЕ та Тпс (p < 0,05)

Якщо порівнювати ЛП реакції правшів та лівшів в ТЕ та Тпс – значуща відмінність відсутня.

Таблиця 3.2

Кількість помилок (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість помилок					
	Тпс	ТЕ	Т1	Т2	Т3	Т4
Правші	3 [2;5]	5 [3;11]	5 [4;8]	5 [4;8]	6 [5;8]	5 [4;8]
Лівші	4 [0;6]	5 [2;6]	5 [2;7]	4 [2;7]	4 [1;7]	5 [2;9]

Достовірна різниця в кількості помилок між групами правші-лівші, та тестами ТЕ-Тпс – відсутня (таблиця 3.2).

Таблиця 3.3

Кількість вірно відтворених слів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість вірно відтворених слів, шт.			
	Слова на чорному фоні			Слова на фоні IAPS
	Емоційно забарвлені слова	Нейтральні слова	Всього	Всього
Правші	5 [2;6] **	1 [0;2]	5 [3;8]	6 [2;8]
Лівші	4 [2;6] **	0 [0;1]	4 [2;6]	6 [3;8]

Примітки:
** – значущі відмінності між кількістю пригаданих слів ($p < 0,01$)

Обстежувані пригадували достовірно більшу кількість емоційно забарвлених слів, ніж нейтральних слів у групах лівшів та правшів. Достовірна різниця між кількістю вірно відтворених слів між групами лівшів та правшів відсутня (таблиця 3.3).

Правші. Права-ліва рука. Під час тестів Т1,Т2,Т3,Т4 достовірна різниця між правою та лівою руками відсутня (таблиця 3.4).

Ефект Струпа. Час називання емоційно забарвлених слів в Т1 достовірно більший, ніж нейтральних в Т1 (#), тобто на фоні позитивних картинок спостерігається ефект Струпа.

Таблиця 3.4

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі правшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Правші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	572 [495;746] #	635 [514;750] *	572 [534;642]^,”	613 [477;837]
Ліва рука	566 [492;881]	634 [505;927] *	571 [488;691]	589 [473;970]
Права рука	586 [515;730]	609 [508;763]	557 [542;633]	637 [481;715]
Емоц. (сер.)	633 [526;745]	632 [546;882]$,*	582 [498;670] &	596 [492;661]
Ліва рука	671 [587;800]	626 [515;789] *	580 [483;660]	578 [505;676]@
Права рука	597 [527;775]	621 [519;975]	599 [513;664]	642 [478;759]

Примітки:
– значущі відмінності між нейтральними та емоційно забарвленими словами в межах одного тесту ($p < 0,05$)
$ – значущі відмінності між нейтральними (Т1) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,05$)
& – значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)
^ – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,01$)
” – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,01$)
* – значущі відмінності між нейтральними або емоційно забарвленими словами у Т2 та Т3 ($p < 0,05$)
@ – значущі відмінності між емоційно забарвленими словами у Т2 та Т4 ($p < 0,05$)

Далі в тестах Т2, Т3, Т4 ефект Струпа не проявляється. Якщо порівнювати ЛП реакції на слова з різних тестів, то знову отримуємо ефект Струпа – достовірно довший час називання емоційно забарвлених слів в Т2 відносно нейтральних слів з Т3 (”), емоційно забарвлених в Т2 відносно

нейтральних слів в Т1 ($) та емоційно забарвлених слів в Т1 відносно нейтральних слів Т3 (^).

Таблиця 3.5

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі лівшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Лівші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	630 [517;764]$,^	698 [594;833]&,*	670 [509;785]#,”	687 [531;823]%
Ліва рука	603 [527;737]	668 [571;829]	596 [538;784]	612 [537;802]
Права рука	661 [511;729]	707 [582;838]	645 [522;861]	651 [55;1874]
Емоц. (сер.)	646 [550;723]*	686 [593;772]*	597 [500;741]*	700 [578;861]*
Ліва рука	622 [514;784]*	653 [610;786]	524 [493;706]	642 [546;876]*
Права рука	586 [537;787]	662 [544;760]*	590 [513;686]	678 [553;876]*

Примітки:
– значущі відмінності між нейтральними та емоційно забарвленими словами в межах одного тесту ($p < 0,05$)
$ – значущі відмінності між нейтральними (Т1) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,05$)
^ – значущі відмінності між нейтральними (Т1) та емоційно забарвленими словами (Т4) між різними тестами ($p < 0,01$)
&– значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,01$)
” – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т4) між різними тестами ($p < 0,05$)
% – значущі відмінності між нейтральними (Т4) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)
* – значущі відмінності між нейтральними або емоційно забарвленими словами ($p < 0,05$)

ЛП реакції достовірно більший на нейтральні слова з Т2 відносно емоційно забарвлених слів з Т3 (&), тобто спостерігаємо явище обернене до ефекту Струпа.

Вплив фонового зображення. ЛП реакції на *нейтральні* та *емоційно забарвлені* слова достовірно більший на фоні еротичних зображень відносно нейтральних (*), на емоційно забарвлені слова достовірно більший на фоні еротичних зображень відносно негативних для лівої руки (@).

Достовірна різниця в кількості помилок відсутня (таблиця 3.2).

Лівші. Права-ліва рука. Під час тестів Т1,Т2,Т3,Т4 достовірна різниця між правою та лівою руками відсутня (таблиця 3.5).

Ефект Струпа. Час називання нейтральних слів достовірно більший, ніж час називання емоційно забарвлених слів на фоні нейтральних зображень в Т3 (#), тобто реверсія ефекту Струпа. Далі в тестах Т1, Т2, Т4 ефект Струпа не проявляється. Якщо порівнювати ЛП реакції на слова з різних тестів, то спостерігаємо ефект Струпа – достовірно довший час називання емоційно забарвлених слів в Т2 відносно нейтральних слів з Т1 ($), емоційно забарвлених в Т4 відносно нейтральних слів в Т1 (^) та емоційно забарвлених слів в Т4 відносно нейтральних слів Т3 (”). ЛП реакції на нейтральні слова достовірно більший в Т2 відносно емоційно забарвлених слів в Т1 (&), на нейтральні слова в Т4 достовірно більший ніж на емоційно забарвлені слова в Т3 (%) – реверсія ефекту Струпа.

Вплив фонового зображення. ЛП реакції на *емоційно забарвлені* слова достовірно більший на фоні позитивних (Т1) зображень відносно нейтральних (Т3), на фоні негативних (Т4) зображень відносно позитивних (Т1), на фоні еротичних (Т2) відносно нейтральних (Т3), на фоні негативних (Т4) зображень відносно нейтральних (Т3). ЛП реакції правої руки достовірно більший на емоційні слова на фоні еротичної картинки (Т2) відносно нейтральної (Т3), на фоні негативної картинки (Т4) відносно нейтральної (Т3). ЛП реакції лівої руки достовірно більший на емоційні слова на фоні позитивної картинки (Т1) відносно нейтральної (Т3), на фоні негативної картинки (Т4) відносно нейтральної (Т3). Достовірна різниця в кількості помилок відсутня (таблиця 2). Для *нейтральних* слів різниця відсутня.

Електрична активність мозку. Оцінка показників спектральної потужності та коефіцієнтів когерентності під час проходження ТЕ показала, що в групі правшів (Рис. 3.1.А.1) за умов бінокулярного зору при виконанні завдання з емоційними словами спостерігається збільшення СП тета-ритму в обох лобних та тім‘яно-скроневій зонах правої півкулі на фоні зростання СП бета-ритму в префронтальних, потиличних та правій лобній зонах. Під час завдання з такими словами зростав коефіцієнт когерентності на частотах тета-ритму в центральній та тім’яній парах (рис. 3.1.Б.1), зниження когерентності тета-ритму в тім’яно-потиличній парі та бета-низькочастотного в префронтально-фронтальній парі правої півкулі, альфа-ритму в фронтально-скроневій парі лівої півкулі.

Оцінка показників спектральної потужності та коефіцієнтів когерентності під час проходження тесту з псевдословами (Тпс) показала, що в групі правшів (Рис. 3.1.А.2) за умов бінокулярного сприйняття спостерігається лише тенденція (p=0,06) до зниження потужності низькочастотного бета-діапазону в центральних та скроневих ділянках правої півкулі порівняно із попереднім станом спокою із відкритими очима. Спостерігається зниження СП альфа ритму в Р4. КК (Рис. 3.1.Б.2) зменшується в бета-низькочастотному діапазоні в центральній та тім’яній парах. В цілому у правшів результати змін як СП, так і когерентності свідчать про значно нижчий рівень навантаження при виконанні цього завданням порівняно із сприйняттям вербальної емоційної інформації першого тесту.

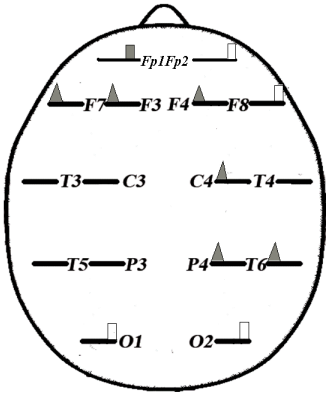
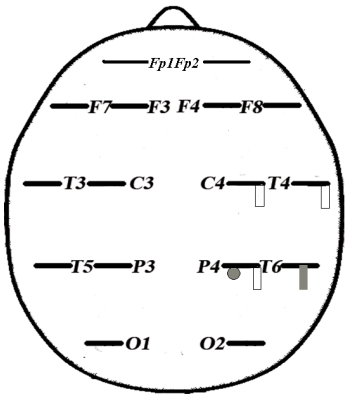
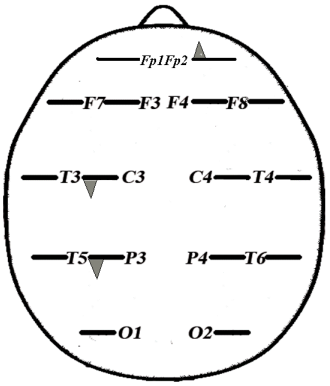
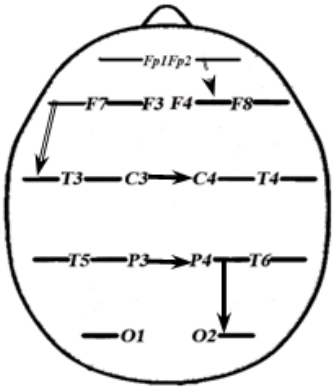
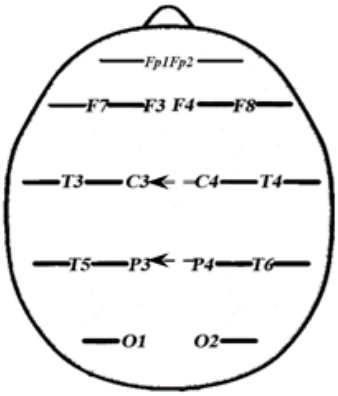
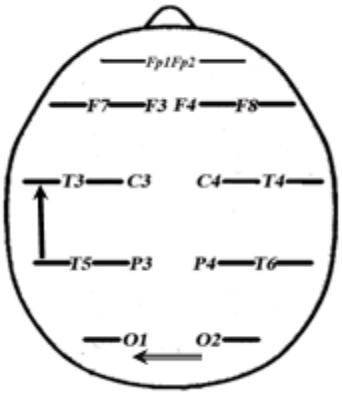
Тест	1.	2.	3.
А.			
Б.			

Рис. 3.1. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів (n = 15) в ході виконання тестових завдань.

Примітки:
На цьому та послідуючих рисунках:
1 – ТЕ відносно стану спокою, 2 – Тпс відносно стану спокою, 3 – Тпс відносно ТЕ.
А. Горизонтальність лінії – відсутність вірогідної різниці між значеннями СП у відповідних відведеннях. Знак над лінією – збільшення СП, знак під лінією – зменшення СП.
Трикутником позначені зміни СП коливань θ-діапазону, колом позначені СП коливань α-діапазону, зафарбованим прямокутником – β-низькочастотного діапазону, білим прямокутником – β-високочастотного діапазону.
Б.
—— – зміни показника когерентності θ-діапазону,
═══ – зміни показника когерентності α-діапазону,
– – – зміни показника когерентності β-низькочастотного діапазону,
····· – зміни показника когерентності β-високочастотного діапазону.
Стрілка направлена вгору (або вліво) – зростання показника когерентності, стрілка направлена вниз (або вправо) – зниження показника когерентності.

Порівняння показників спектральної потужності та коефіцієнтів когерентності під час проходження тесту із справжніми словами (ТЕ) та тесту з псевдословами (Тпс) показало (Рис. 3.1.А.3) зменшення СП тета-ритму в лівих центрально-тім‘яних зонах. Таке зниження найймовірніше може бути пов’язане з відсутністю емоційних слів в завданні. При цьому зростає СП тета-ритму в правій префронтальній ділянці, що цілком може вказувати на використання оперативної пам‘яті при виконанні даного завдання. КК (Рис. 3.1.Б.3) достовірно зростає в діапазоні тета-ритму в скроневій парі лівої півкулі та достовірно зменшується в діапазоні альфа-ритму в потиличній парі.

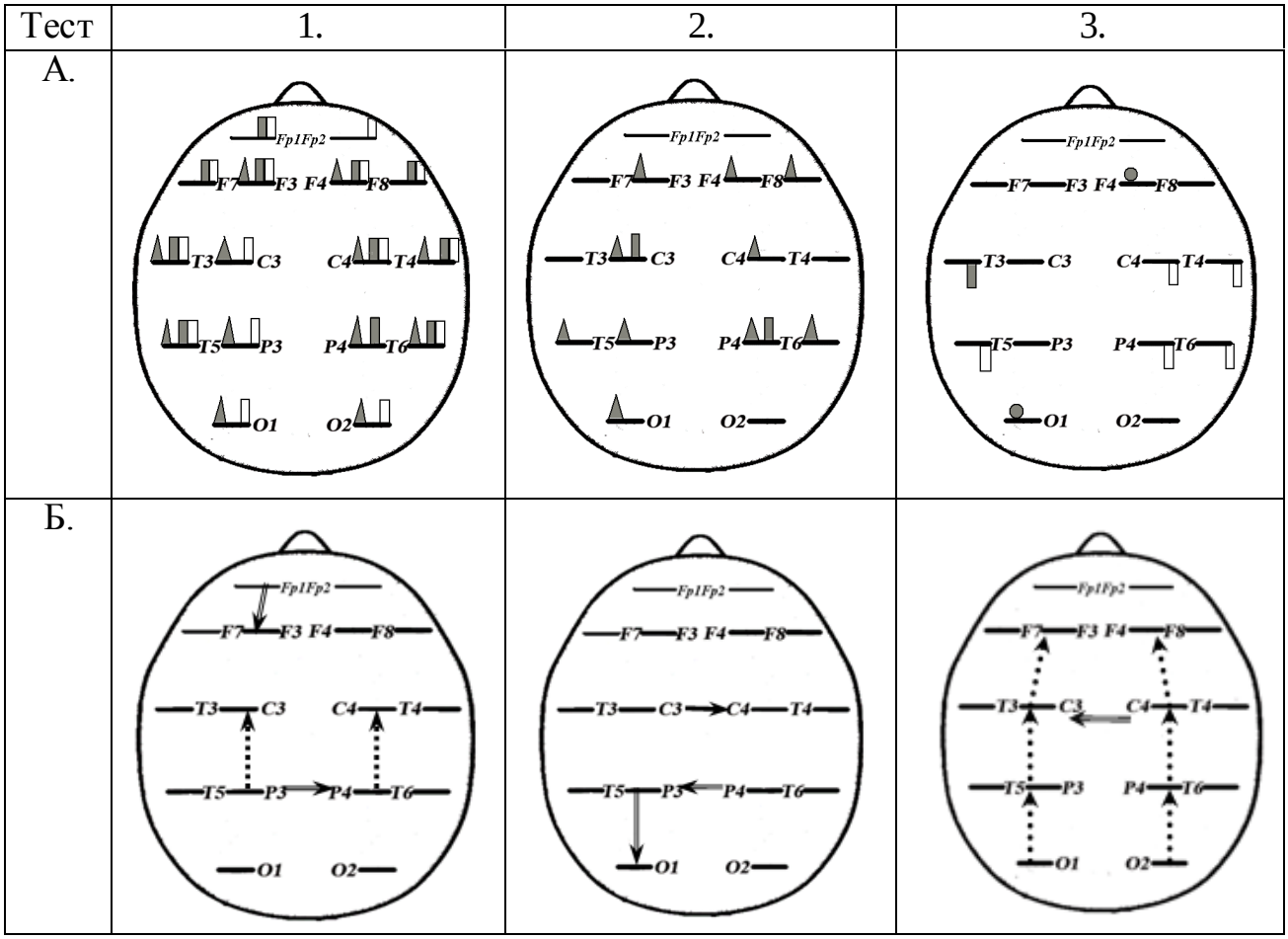


Рис. 3.2. Топокарти значущих змін спектральної потужності (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів (n = 15) в ході виконання тестових завдань.

Примітки, як на рис.3.1.

У лівшів під час ТЕ реєстрували суттєву активність мозку по всьому скальпу, що виражалась у зростанні СП в тета діапазоні (у всіх відведеннях окрім префронтальних та латерофронтальних) і бета-діапазоні (Рис. 3.2.А.1). Коефіцієнт когерентності (Рис. 3.2.Б.1) в діапазоні альфа ритму достовірно збільшився в тім'яній парі, бета-високочастотного ритму в центрально-тім'яних парах обох півкуль, зменшився в діапазоні альфа ритму в префронтально-фронтальній парі лівої півкулі.

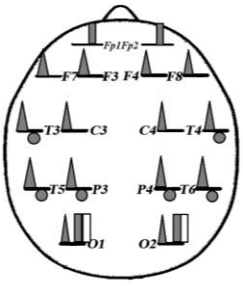
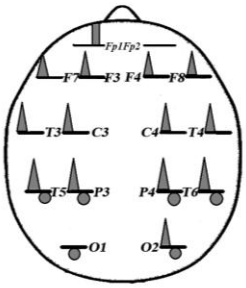
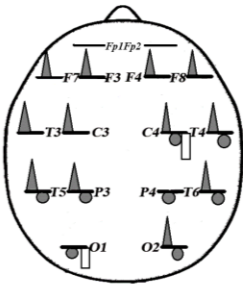
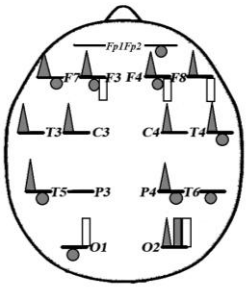
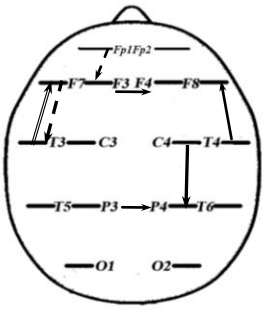
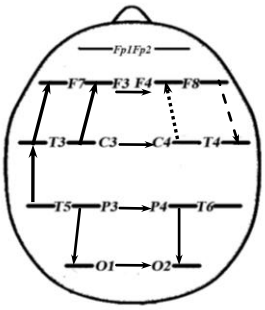
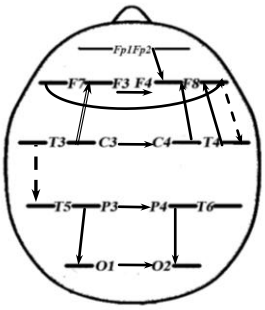
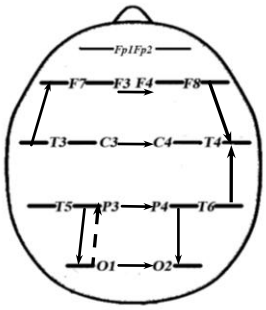
Тест	1.	2.	3.	4.
А.				
Б.				

Рис. 3.3. Топокарти значущих змін спектральної потужності (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів під час ТЕ на фоні зображень IAPS (n = 20).

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою. Примітки, як на рис.3.1.

Під час Тпс (Рис. 3.2.А.2) спостерігається зростання СП тета-ритму в фронтальних, центральних, тім'яних, задніх скроневих зонах обох півкуль і потиличній зоні лівої півкулі, а також бета-низькочастотного діапазону в зонах С3, Р4. КК (Рис. 3.2.Б.2) достовірно зростає в діапазоні тета-ритму в

центральній парі і зменшується в діапазоні альфа-ритму в тім'яній парі та тім'яно-потиличній парі лівої півкулі.

В групі лівшів (Рис. 3.2.А.3) СП бета-діапазону знижувалася в скроневих зонах обох півкуль, а також в центральній та тім'яній зоні правої півкулі, а СП альфа-ритму збільшувалася в правій фронтальній, та лівій потиличній зонах, що також свідчить на користь зменшення когнітивного навантаження в завданні з псевдословами, порівняно з завданням з справжніми словами. КК (Рис. 3.2.Б.3) в діапазоні альфа ритму також достовірно зменшувався в центральній парі та достовірно збільшувався в бета-високочастотному субдіапазоні в фронтально-центральних, центрально-тім'яних, та тім'яно-потиличних парах обох півкуль.

У групі правшів під час Т1 (Рис. 3.3.А.1) спостерігаємо збільшення СП тета ритму у всіх відведеннях окрім префорантальних, піддіапазонів бета ритму в префронтальних та потиличних зонах, зниження СП альфа ритму в скроневих та тім'яних зонах обох півкуль. КК (Рис. 3.3.Б.1) тета ритму зростає в фронтальних та тім'яних парах, та знижується в тім'яно-скроневій парі правої півкулі. КК альфа ритму зростає в фронтально-скроневих парах обох півкуль. КК бета-низькочастотного діапазону знижується в префронтально-фронтальній та фронтально-скроневій зонах лівої півкулі.

Під час Т2 (Рис. 3.3.А.2) спостерігаємо збільшення СП тета ритму у всіх відведеннях окрім префорантальних та лівого потиличного, зменшення СП альфа ритму в задніх скроневих, тім'яних та потиличних зонах обох півкуль, бета-низькочастотного діапазону в лівій префронтальній зоні. КК (Рис. 3.3.Б.2) тета ритму збільшується майже у всій центральній зоні скальпу (F3-F4, C3-C4, P3-P4, O1-O2), а також у скроневій парі, фронтально-скроневій та фронтально-центральній парі лівої півкулі, зменшується в P4-O2. КК альфа ритму зменшується в P3-O1, бета-низькочастотного ритму – в F8-T4. КК бета-високочастотного ритму збільшується в F4-C4.

Під час Т3 (Рис. 3.3.А.3) спостерігаємо збільшення СП тета ритму у всіх відведеннях окрім префорантальних, лівого потиличного та правого

тім'яного, зниження альфа ритму в задніх скроневих, тім'яних та потиличних зонах обох півкуль, центральній та передньо-скроневій зоні правої півкулі. Зменшення СП бета-високочастотного ритму ми отримали в С4 та О1. КК (Рис. 3.3.Б.3) тета ритму збільшується майже у всій центральній зоні скальпу (F3-F4, C3-C4, P3-P4, O1-O2), а також в F7-F8. Зниження когерентності альфа ритму спостерігається в тім'яно-потиличних парах, в префронтально-фронтальній зоні правої півкулі, її збільшення в фронтально-центральних парах, в F4-T8. Зменшення КК бета-низькочастотного діапазону в скроневій парі лівої півкулі та фронтально-скроневій парі правої півкулі.

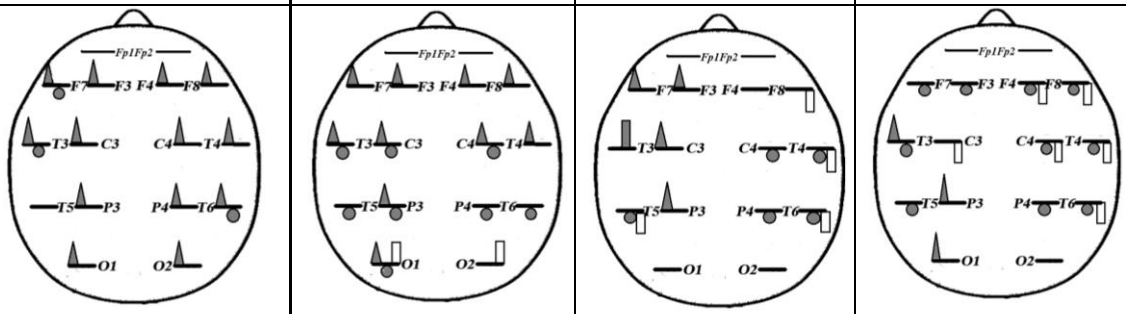
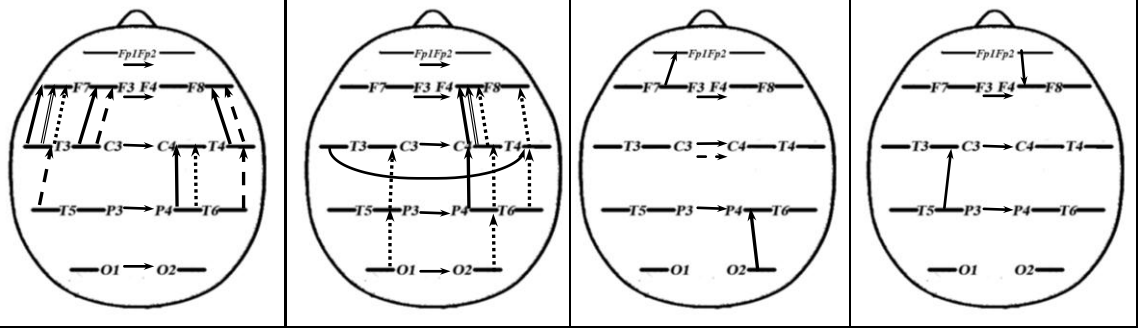
Тест	1.	2.	3.	4.
А.				
Б.				

Рис. 3.4. Топокарти значущих змін спектральної потужності (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів під час ТЕ на фоні зображень IAPS (n = 20).

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою. Примітки, як на рис.3.1.

Під час Т4 (Рис. 3.3.А.4) спостерігаємо ріст СП тета ритму в фронтальних, центральних та передніх скроневих зонах обох півкуль, тім'яній та потиличній зоні правої півкулі та задній скроневій зоні лівої

півкулі. Зниження СП альфа ритму в F3, F4, F7, Fp2, T4, T5, T6, P4, O1. Збільшення СП піддіапазонів бета ритму в потиличних відведеннях, її зниження в F3, F4, F8. КК (Рис. 3.3.Б.4)) тета ритму збільшується майже у всій центральній зоні скальпу (F3-F4, C3-C4, P3-P4, O1-O2), а також в T4-T6, зменшується в F8-T4. Зниження КК альфа-ритму в тім'яно-потиличних парах, його збільшення в F7-T3. Збільшення когерентності бета низькочастотного діапазону в тім'яно-потиличній зоні лівої півкулі.

В групі лівшів під час Т1 (Рис. 3.4.А.1) збільшується СП тета діапазону у всіх відведеннях, окрім префронтальних та скроневого заднього відведень лівої півкулі. СП альфа ритму зменшується в F7, T3, T6. КК (Рис. 3.4.Б.1) тета ритму збільшується у всій центральній зоні скальпу, а також в фронтально-скроневих зонах обох півкуль, фронтально-центральній парі лівої півкулі, центрально-тім'яній парі правої півкулі. Когерентність альфа ритму збільшується в фронтально-скроневій зоні лівої півкулі. Когерентність піддіапазонів бета ритму зростає в скроневих парах та фронтально-скроневих парах обох півкуль, в центрально-тім'яній парі правої півкулі та фронтально-центральній парі лівої півкулі.

Під час Т2 (Рис. 3.4.А.2) СП тета ритму збільшується у фронтальних, центральних, передніх скроневих зонах обох півкуль, а також в тім'яній та потиличній зоні лівої півкулі. СП альфа ритму збільшується в центральних, задніх скроневих, тім'яних відведеннях обох півкуль, передньому скроневому та потиличному відведеннях лівої півкулі. СП бета-високочастотного ритму збільшується в потиличній зоні. КК (Рис. 3.4.Б.2) тета ритму збільшується у всій центральній зоні скальпу, а також в T3-T4, F4-C4, C4-P4. Когерентність альфа ритму збільшується в лівій фронтально-центральній парі. КК бета-високочастотного ритму зростає в центрально-тім'яних, тім'яно-потиличних парах обох півкуль, а також в фронтально-центральній, фронтально-скроневій та скроневій парах правої півкулі.

Під час Т3 (Рис. 3.4.А.3) СП тета ритму збільшується лише в фронтальних, центральній та тім'яній зонах лівої півкулі. СП альфа ритму

знижується зонально здебільшого в правій півкулі, а саме в центральному, тім'яному та скроневих відведеннях, а також в задній скроневій зоні лівої півкулі. СП бета-низькочастотного ритму збільшується в лівій передній скроневій зоні, та СП бета-високочастотного ритму зменшується в задній скроневій зоні лівої півкулі, а також в скроневих та фронтальній зонах правої півкулі. КК (Рис. 3.4.Б.3) тета ритму збільшується в фронтальній, центральній, тім'яній парах, а також в тім'яно-потиличній зоні правої півкулі та префронтально-фронтальній зоні лівої півкулі. Когерентність бета-низькочастотного ритму збільшується в центральній парі.

Під час Т4 (Рис. 3.4.А.4) ріст СП тета ритму спостерігається лише в лівій півкулі в зонах: потиличній, тім'яній, передній скроневій. Зменшення СП альфа ритму спостерігається в фронтальних та скроневих зонах обох півкуль, а також в центральній та тім'яній зонах правої півкулі. Зменшення СП бета-високочастотного ритму ми отримали в центральних відведеннях обох півкуль, а також фронтальних та скроневих відведеннях правої півкулі. КК (Рис. 3.4.Б.4) тета ритму збільшується в фронтальній, центральній, тім'яній парах. Когерентність альфа ритму збільшується в центрально-тім'яній зоні лівої півкулі та зменшується в префронтально-фронтальній парі лівої півкулі.

Таким чином, судячи з результатів електричної активності мозку всі завдання можна поставити в ряд від менш складного до більш складного:

$$\text{Тпс} \rightarrow \text{ТЕ} \rightarrow \text{ТЕ} + \text{IAPS}$$

Тест з псевдословами (Тпс) викликає менше зон активації порівняно з тестом із справжніми словами (ТЕ), що справедливо як для правшів, так і для лівшів та може свідчити про його відносно менше когнітивне навантаження. До того ж, ЛП реакції на справжні слова достовірно більший, ніж на псевдослова для всіх груп. Виконання ТЕ на фоні картинок з різною валентність та різним рівнем активації (arousal) спричиняє появу більшої кількості когерентних зон, що свідчить про мільтимодальність завдання – обстежуваним необхідно не лише слідкувати за точністю виконання

завдання, утримувати в пам’яті інструкції до завдання, гальмувати читання слів (як в ТЕ), а ще й гальмувати перемикання уваги на фон. Описані обставини спричиняють достовірне збільшення ЛП реакції на слова на фоні картинок (ТЕ + IAPS), відносно тих самих слів на чорному фоні (ТЕ). Різниця в кількості помилок відсутня, що свідчить про сталу точність виконання завдання у всіх тестах.

Як у правшів, так і у лівшів бінокулярне сприйняття і виконання тестів супроводжувалися змінами міжпівкульної когерентності, тоді як в умовах монокулярного бачення зміни синхронізації нейронної активності відбувались у межах лише однієї півкулі. Загалом можна припустити, що тест-завдання із псевдословами потребує більшої синхронізації активності локальних нервових мереж у межах лівої півкулі у правшів, а у лівшів – в обох півкулях при послабленні міжпівкульної взаємодії. Мозкова нейродинаміка в умовах монокулярної стимуляції провідного ока в перебігу виконання завдань із справжніми словами та псевдословами практично не розрізнялася. Це може свідчити про ігнорування нерелевантного семантичного контексту стимулів під час обробки інформації, що надходить через домінантний зоровий канал. Завдання із псевдословами виконуються при меншій мозковій активації та з меншою кількістю помилок, ніж завдання зі справжніми словами (це є більш характерним для правшів). Натомість емоційно забарвлені слова мимоволі захоплюють увагу обстежуваних, про що свідчать більша частка пригаданих емоційних слів та більші значення ЛП моторних реакцій на емоційні слова, виконаних лівою рукою. Основним підсумком нашої роботи є те, що виконання лівшами завдань обох типів супроводжується більшою церебральною активацією та вищим емоційним напруженням порівняно з таким у правшів. Це, вірогідно, є свідченням певної функціональної специфіки організації мозку лівшів.

ТЕ на чорному фоні. При аналізі патернів ЕЕГ-активності мозку правшів і лівшів під час виконання завдань із кольоровою диференціацією слів в умовах використання звичайного бінокулярного зору слід брати до

уваги встановлені дотепер дані про те, що в перебігу виконання емоційного Струп-тесту відбувається неусвідомлена активація регіонів мозку, залучених в аналіз семантичного значення слова, а також зон, залучених в обробку емоційної інформації, можливо, закодованої в значенні тестових слів. Із функцією розпізнавання слів найчастіше пов'язують задню ділянку скронево-потиличної кори лівої півкулі, прилеглу до веретеноподібної звивини – visual word form area (VWFA). Активація цієї зони відбувається при появі стимулів, що складаються з літер, причому незалежно від їх розташування в просторі [105]. В автоматичний (мимовільний) аналіз лексичних одиниць також залучена задня нижня скронева звивина разом із VWFA [108].

Вважають, що аналіз емоційного контексту стимулів загалом і слів зокрема забезпечується значною мірою тім'яноскроневими ділянками неокортексу та амігдалярним комплексом. Ці структури впливають одна на одну через реципрокні зв'язки. Також показано, що при обробці емоційно значущих слів відбувається інтенсивніша активація лівої екстрастріарної кори порівняно з тим, що спостерігається в разі використання нейтральних стимулів. З появою на екрані цільових слів із негативним забарвленням реєструвалась активність дорсолатеральної префронтальної кори та передньої поясної звивини [109].

Отже, як свідчать наші дані, когнітивне навантаження з емоційним прихованим змістом реалізується у правшів і лівшів за допомогою досить специфічних зв'язків. У перших (рис.3.1.А) воно забезпечується взаємодією кортикальних нейронів на частотах тета-ритму, причому переважно в правій півкулі, та білатеральним зростанням потужності високочастотних компонентів ЕЕГ (бета-активності) в лобних і потиличних ділянках. Оскільки збільшення СП бета-ритму пов'язують зі складною обробкою мультимодальних стимулів [110] та фокусуванням уваги [111], можна дійти висновку, що у правшів кодування вербальних стимулів відбувається більш локально, ніж у лівшів, а саме переважно в лобних і потиличних частках. Зв'язок між цими фокусами активації та загальний рівень уваги у праворуких

забезпечується на основі відносно низькочастотної активності (тета-ритму) [112]. У лівшів же (рис.3.2.А.1) відбувається вельми широка активація майже всього неокортексу на частотах як тета-, так і бета-ритмів. Такий патерн, ймовірно, може бути пов'язаним із більш амбілатеральним, ніж у правшів, представленням вербальних та конструктивних функцій [114].

Аналіз когерентності ЕЕГ-коливань виявив відмінності між правшами і лівшами щодо вказаної характеристики у симетричних центральних і тім'яних ділянках, які є зонами кортикальних проекцій діенцефальних структур, задіяних в організацію циклів сон–неспання [115]. Наші дані загалом свідчать, що у правшів (рис.3.1.Б.1) підвищення когнітивного навантаження супроводжується зростанням міжгемісферної когерентності в згаданих ділянках на частоті тета-ритму, тоді як у лівшів (рис.3.2.Б.1) збільшуються внутрішньопівкульні прояви когерентності на відносно високих частотах. Цей факт може вказувати на різні механізми міжпівкульної взаємодії нейронів при функціональному навантаженні у правшів і лівшів. Проте в обох обстежених групах когнітивне навантаження щодо визначення кольору написання слів викликало посилення міжпівкульної взаємодії, на користь чого свідчило зростання КК.

Тпс на чорному фоні. Аналіз змін ЕЕГ в умовах використання бінокулярного зору для сприйняття псевдослів на кшталт «роукса», «шнамек» і т. п., тобто коли обстежуваним потрібно було диференціювати їх лише за кольором, показав у групі лівшів (рис.3.2.Б.2) вірогідне зростання КК у діапазоні тета-ритму в центральній парі відведень, зменшення в діапазоні альфа-ритму в тім'яній парі та тім'яно-потиличній парі лівої півкулі. За даними Жаворонкової [115], міжпівкульна взаємодія на частоті альфа-ритму зменшується при стресі; значення міжпівкульних КК є меншими в осіб з вищим рівнем кортизолу в крові. В нашій роботі ми не контролювали рівень стресу в обстежуваних. Проте за картиною змін ЕЕГ у лівшів (посилення тета-ритму (рис.3.2.А.2) по всьому скальпу, зменшення когерентності в тім'яних зонах двох півкуль в альфа-діапазоні) можна припустити, що лівші

зазнавали більшого напруження під час виконання цього тесту. Іншими словами, виконання завдання із псевдословами вірогідно викликало більшу мозкову активацію і напруження у лівшів, аніж у правшів. Зниження міжпівкульної синхронізації в центральних та тім'яних зонах на частотах бета ритму у правшів (рис.3.1.А.2) та зниження його СП в правих центрально-тім'яних та скроневих зонах говорить про відсутність переходу від автоматичного аналізу слова в лівій півкулі до контрольованого аналізу в правій півкулі, як ми спостерігали для справжніх слів в ТЕ.

Тпс відносно ТЕ. Порівняння ЕЕГ-параметрів у тесті із псевдословами з такими в тесті із справжніми словами у бінокулярів-правшів (рис.3.1.А.3) виявило зменшення СП тета-ритму в лівих центрально-тім'яних зонах, що, ймовірно, пов'язано з відсутністю емоційних слів у відповідному завданні. У цьому випадку СП тета-ритму в правій префронтальній ділянці зростало, що може свідчити про використання оперативної пам'яті при виконанні даного завдання (оскільки в обстежуваних вже була сформована найбільш ефективна стратегія). В групі лівшів також було зафіксовано падіння СП, але переважно в бета-діапазоні. Такі зміни відбувались у скронево-тім'яних ділянках обох півкуль; також зростала СП альфа-ритму в лівому потиличному та правому лобному відведеннях. Отже, кількість мозкових зон, залучених у виконання першого завдання, у лівшів порівняно з правшами була більшою. Таким чином, виконання тесту із псевдословами відбувалося при відносно меншій активації мозкових механізмів, що було краще виражено у лівшів.

Загалом, наші результати, отримані з використанням псевдослів, дають всі підстави констатувати наступне. Диференціація слів-стимулів за кольором потребує більшої синхронізації локальних нервових мереж у межах півкуль (лівої – у правшів і обох – у лівшів) при паралельному зниженні міжпівкульної взаємодії.

ТЕ на фоні IAPS. Нагадаємо, що в ході 2-го етапу експерименту обстежувані виконували аналогічний емоційний Струп-тест, але на фоні 4

різних блоків картинок. З рисунків 3.3 та 3.4 одразу видно більшу кількість зон активації та когерентних зв’язків під час тесту на фоні зображень IAPS порівняно з тестом на чорному фоні (рис.3.1, 3.2), що більш виражено у правшів. Генералізований ріст СП тета ритму спостерігається для всіх блоків зображень (рис.3.3. 1,2,3,4), з деяким послабленням для 4-го блоку (негативні зображення), що може бути пов’язаний з фокусуванням уваги, розумовим напруженням і ефективною обробкою стимулів. Було описано, що генератором активності тета ритму у середньо-фронтальних зонах є передня поясна кора [116], що залучається у роботу в процесі виявлення неузгодження між семантичним значенням слова, та його візуальним відображенням на екрані, як у ситуації з кольором написання [116]. Посилена активація тета ритму в скронево-потиличних зонах також була показана під час перегляду афективних зображень з негативною валентністю [117]. Під час першого блоку картинок (рис.3.3.1) спостерігаємо ріст піддіапазонів бета-ритму в перфронтальних та потиличних зонах обох півкуль, що за даними різних авторів, свідчить про обробку мультимодальних стимулів при об'єднанні характеристик подразників в єдине ціле [118]. Також спостерігаємо збільшення цього показника в лівій префронтальній зоні під час 2-го блоку картинок, зменшення в С4 та О1 під час 3-го блоку картинок, збільшення в потиличній зоні та зменшення в фронтальній зоні (F3, F4, F8) під час 4-го блоку картинок. Бета ритм більш виражений в лобних ділянка та інших зонах під час інтенсивної розумової роботи [119], що в 1-му блоці не пов’язане з кольоровим фоном, оскільки аналогічний результат був отриманий в попередній серії експерименту, де фон був чорний (рис.1А). Під час всіх блоків картинок спостерігається зменшення СП альфа ритму переважно в тім’яно-скроневих (рис. 3.3.А 1,2,3,4), потиличних (рис.3.3.А 2,3,4) зонах. Альфа-ритм частотою 8-13 Гц реєструється у стані спокійного неспання і звичайно є більш вираженим над потиличною і тім’яною зонами [119]. Блокування чи послаблення альфа-ритму спостерігається при зростанні уваги, особливо до зорових стимулів, та при розумовому навантаженні [120].

Оскільки стимули в експерименті були мультимодальними, обстежувані мали ігнорувати не тільки семантичне значення слів (рис.1,2), а ще й фонову картинку, що в різних блоках відрізнялась валентністю та рівнем збудження (arousal), зниження СП альфа ритму можна пов’язати з аналізом цієї картинки, оскільки таких змін не спостерігалось під час першого етапу дослідження.

Зниження рівня синхронізації на частоті альфа ритму в тім’яно-потиличній зоні також видно на рис.3.3.Б, починаючи з 2-го завдання видно білатеральне зниження когерентності в цих зонах. Ймовірно позитивна картинка 1-го завдання не викликала подібного ефекту через низький рівень збудження (arousal), що їй притаманний. Значними міжпівкульними взаємодіями характеризуються завдання на фоні афективних зображень на частоті тета ритму, що може відображати активне синхронне залучення обох півкуль в аналіз кольору слів та гальмування фонових зображень. Відомо, що зв'язок між емоційно-пов'язаними структурами лімбічної системи, такими як мигдалина, з одного боку, і системи уваги, такими як передня поясна звивина (ППЗ) і дорзолатеральна префронтальна кора (ДЛПФК), з іншого боку, є основним в аналізі емоційних слів. Відповідно, ППЗ і ДЛПФК розглядаються як частини когнітивної системи [40]. Наприклад, ППЗ є частиною префронтальної кори і має два підрозділи: когнітивний та емоційний. Недавні дослідження показують, що когнітивна і емоційна інформація обробляється в цих структурах окремо, але взаємопов'язано. Когнітивний підрозділ є частиною мережі розподілення уваги, що має реципрокні зв’язки з бічною префронтальною, тім'яною і додатковою моторною корою і грає важливу роль в модуляції уваги. На відміну від афективних підрозділів (наприклад, задня поясна звивина), що вносять свій вклад у виявлення емоційних особливостей вхідної інформації. Таким чином, тип розташування двох частин ППЗ є нейронною основою для взаємодії між емоціями і увагою [44]. Мова йде про довільну увагу, що є контрольованим процесом і керується концентрацією інтересів і потреб. Цей тип уваги, очевидно,

включає в себе зусилля і вибір, на яку інформацію відповідати, а яку ігнорувати [45] (відповідати на колір слова, семантичне значення слова та фонове зображення ігнорувати). Таким чином, цілком імовірно, що в обробці емоційної вербальної інформації увага є частиною більш пізнього аналізу, що підсилює ефект ранніх стадій [49]. Цей факт може бути причиною зсуву активації з лівої на праву півкулю.

ЛП реакції. Розглянемо середні латентні періоди реакції (ЛП) окремо на нейтральні та емоційно-значущі слова на фоні 4 різних блоків картинок (рис.3.5). Ми не отримали різниці для нейтральних та емоційно-значущих слів в межах одного тесту, тобто ефект Струпа не спостерігався, але під час аналогічного порівняння на фоні різних блоків картинок різниця була достовірною. ЛП на нейтральні слова на фоні позитивної картинки достовірно більший, ніж на емоційні слова на фоні позитивної та еротичної картинок, на нейтральне слово на фоні еротичної картинки більший, ніж на емоційне слово на фоні нейтральної картинки. Водночас, ЛП на емоційне слово на фоні еротичної та позитивної картинок більше ніж на нейтральне слово на фоні нейтральної картинки. Відомо, що в «емоційних Струп-завданнях» було продемонстровано довший час називання кольору заборонених слів проти емоційно-нейтральних слів [121], ми ж отримали протилежний результат, - в окремих випадках час називання нейтрального слово більший ніж емоційно-забарвленого. Отримані результати можна пояснити двома шляхами: 1) обстежувані читали нейтральні слова, підсилені позитивною картинкою, та ігнорували емоційно-забарвлені (як в Т1) – з рис. 3.3.А видно збільшення когерентних зв’язків на частоті альфа ритму в зоні F7-T3, яка відповідає зоні Брока, в той час як під час тесту на чорному фоні когерентний зв'язок зменшується (рис.1А); 2) фон грає ключову роль в подовженні ЛП реакції (як в Т3), оскільки і нейтральні слова, і еротично-забарвлені на фоні нейтральної картинки мають найменший ЛП реакції (табл.1).

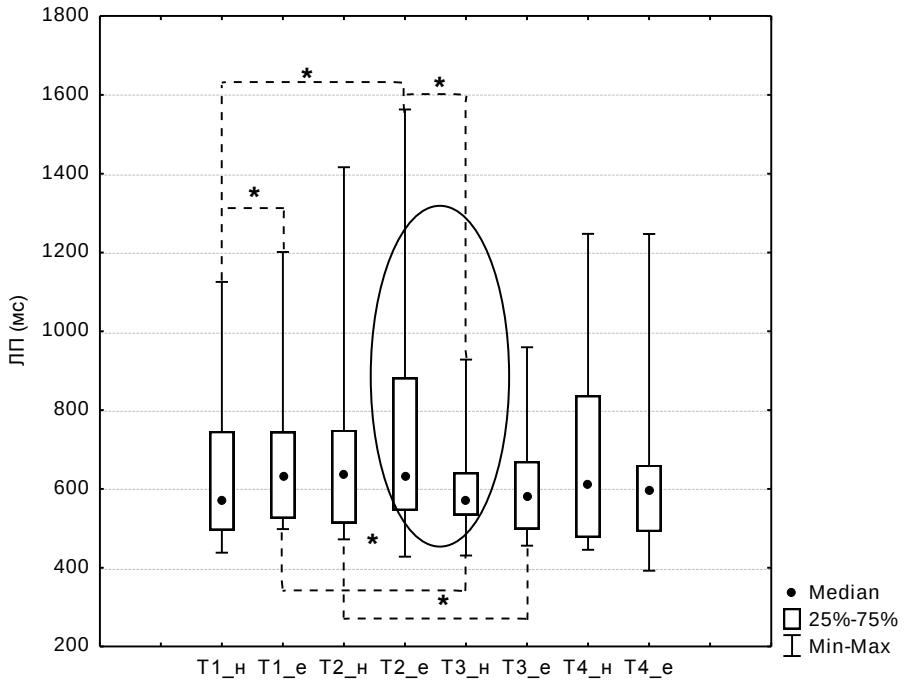


Рис. 3.5 Латентні періоди реакції на нейтральні та емоційні слова при виконанні тестових завдань на фоні різних зображень в групі правшів

Примітки:
На цьому та послідуючих рисунках:
* - p<0,5;
T1_н – нейтральні слова в T1;
T1_е – емоційно-забарвлені слова в T1;
T2_н – нейтральні слова в T2;
T2_е – емоційно-забарвлені слова в T2;
T3_н – нейтральні слова в T3;
T3_е – емоційно-забарвлені слова в T3;
T4_н – нейтральні слова в T4;
T4_е – емоційно-забарвлені слова в T4.

Ми отримали ефект Струпа, подовження часу називання емоційно-забарвленого слова лише за умови його демонстрації на фоні еротичної картинки та відносно нейтрального слова на фоні нейтральної картинки. Отже, обстежувані не можуть ігнорувати фонову картинку, беручи її в аналіз разом з семантичним значенням слова. Якщо рівень активації (arousal), що несе картинка низький (нейтральна картинка) реакція на слова на її фоні відбувається швидше, ніж на фоні картинки з високим рівнем активації (еротична картинка).

У лівшів спостерігається схожий паттерн активації під час Т1 (рис.3.4), але тут спостерігаємо поступовий ефект звикання та впрацьовування, що виражається у зменшенні зон активації та когерентних зв’язків поступово від Т1 до Т4, чого не спостерігалось у правшів. Аналіз комплексу параметрів когерентності ЕЕГ у правшів і лівшів в стані спокійного неспання свідчить про наступне: 1) максимальні відмінності спектрів когерентності ЕЕГ між правшами і лівшами проявляються у вигляді більш високих значень в домінуючій півкулі, більшою мірою для альфа-діапазону; 2) збільшення міжпівкульної різниці середніх рівнів когерентності ЕЕГ як у правшів, так і у лівшів наростає при русі від медіальної лінії в латеральному напрямку, з максимальними розбіжностями у відведеннях з скроневим електродом (в "латеральних" парах); 3) в центрально-лобових ("медіальних") парах відведень виявлено перевищення значень когерентності в правій півкулі як у правшів, так і у лівшів, переважно за рахунок поєднання тета-діапазону. Зазначені вище ЕЕГ-феномени ймовірно, можуть свідчити про те, що у правшів в характері міжпівкульної і корково-підкіркової взаємодій переважають конкурентні або сумарні реципрокні взаємодії з елементами негативного зворотного зв'язку. У лівшів, для яких характерний однонаправленний, синфазний характер поведінки як частих, так і повільних діапазонів ритмів ЕЕГ, мабуть, переважаючим є принцип додатковості, узгодженості з елементами позитивного зворотного зв'язку [115].

Можна припустити, що анатомічні відмінності між правшами та лівшами в розташуванні мовного центру, різниця амплітудно-частотних характеристик альфа-ритму в стані спокійного неспання, зменшення амплітуди в лівій півкулі для правшів, та потилично-тім'яних відділах правої півкулі для лівшів, свідчать про неоднакові нервові механізми, що лежать в основі функціонування центрів семантичного аналізу в межах двох груп, і можливо про різні стратегії оброблення такої інформації.

ЛП на нейтральні слова на фоні позитивної картинки менше, ніж на емоційно-забарвлені слова на фоні еротичної та негативної картинок

(рис.3.5), що логічно з огляду на більш високий рівень активації (arousal) двох останніх картинок, відносно позитивної картинки. На нейтральні слова на фоні нейтральної картинки ЛП менше, ніж на емоційно-забарвлені слова на фоні негативної картинки. На нейтральні слова на фоні еротичної картинки ЛП більший, ніж на емоційно-забарвлені слова на фоні нейтральної картинки, що узгоджується з отриманими даними для групи правшів, та припущенням щодо ключової ролі фонової картинки з високим рівнем активації (arousal) в такого роду завданнях. На нейтральні слова на фоні негативної картинки ЛП більше, ніж на емоційно-забарвлені слова на фоні нейтральної картинки. На нейтральні слова ЛП більше, ніж на емоційно-забарвлені слова на фоні нейтральної картинки, аналогічний результат ми спостерігали у правшів, але на фоні позитивної картинки – реверсія ефекту Струпа.

Таким чином, хоча у лівшів та правшів нервові механізми, що лежать в основі функціонування центрів семантичного аналізу мають деякі відмінності та дві групи можливо мають різні стратегії оброблення такої інформації, загальні спільні риси прослідковуються. Отже, під час виконання емоційного Струп-тесту на фоні картинок IAPS розподіл уваги та контроль точності виконання завдання у правшів забезпечується, ймовірно, передньою поясною звивиною на частотах тета ритму, що присутній під час всіх чотирьох тестів, оскільки під час виконання аналогічного завдання на чорному фоні такого генералізованого зростання СП тета ритму по всьому скальпу не спостерігалось. Для лівшів характерний ефект звикання та зменшення зон активації поступово від Т1 до Т4. Еротичні та негативні картинки підсилюють активуючий ефект емоційно-забарвленого слова, що відображається в подовженні часу реакції на такі слова. Всі слова на фоні зображень IAPS аналізувались довше (табл.3.4 та табл.3.5), ніж аналогічні слова на чорному фоні (табл.3.1), що говорить про одночасний аналіз зображень. Звертає на себе увагу той факт, що хоча картинки в тесті і спричиняють більше навантаження та залучення більшої кількості

аналізуючих зон головного мозку, вони не впливають на точність виконання завдання, що відображається в відсутності різниці в кількості помилок між 4-ма тестами в обох групах. Це говорить про фокусування уваги на точність виконання завдання, не дивлячись на подвійну кількість відволікаючих факторів (картинки, семантичне значення слова).

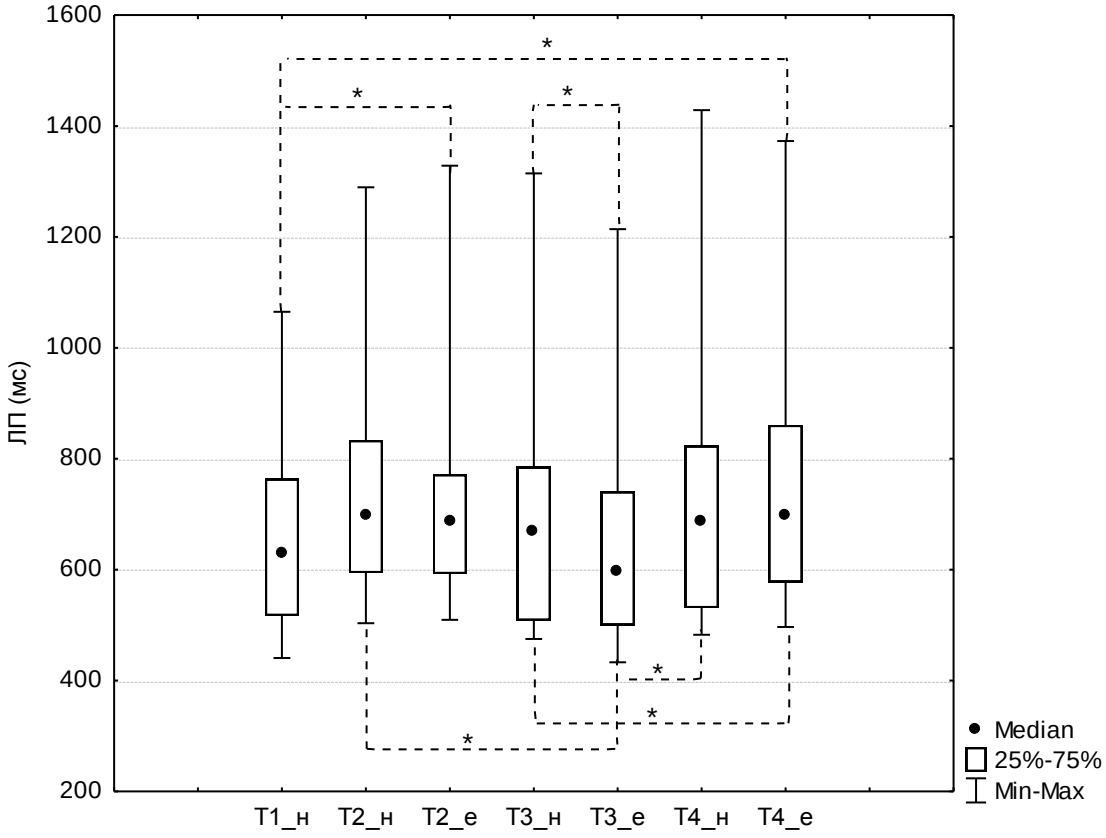


Рис.3.6 Латентні періоди реакції на нейтральні та емоційні слова при виконанні тестових завдань на фоні різних картинок в групі лівшів
Примітки, як на рис.3.5.

Таким чином, за однакових умов емоційний Струп тест на фоні зображень IAPS (позитивних, еротичних, нейтральних, негативних) викликає більше зон активації та більшу кількість когерентних зв'язків, ніж на чорному фоні. Аналіз картинки здатний інтерферувати з аналізом слова, що відображається в виникненні реверсії ефекту Струпа, але не впливає на точність виконання завдання. Ефект Струпа, що виражається в подовженні

часу називання емоційно-забарвленого слова проявляється лише за умови його демонстрації на фоні еротичної картинки та відносно нейтрального слова на фоні нейтральної картинки. Розподіл уваги та контроль точності виконання завдання у правшів забезпечується на частотах тета ритму. Всі слова на фоні зображень IAPS аналізувались довше, ніж аналогічні слова на чорному фоні.

РОЗДІЛ 4
ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ МОЗКУ ТА ЛАТЕНТНІ ПЕРІОДИ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ ЗА УМОВ МОНОКУЛЯРНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ СТИМУЛІВ ЧЕРЕЗ ДОМІНАНТНЕ ОКО

Латентні періоди реакції. Розглянемо латентні періоди (ЛП) реакції в групі правшів, під час виконання тестів Тпс та ТЕ монокулярно, використовуючи домінантне око (таблиця 4.1.А). Нагадаємо, що в ТЕ в якості стимулів використовувались емоційно забарвлені та нейтральні слова, тому в таблиці представлені як усереднені значення ЛП, так і ЛП окремо на емоційно забарвлені слова та окремо на нейтральні слова. Під час Тпс ЛП реакції лівої руки достовірно більший ніж правої. Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою на емоційно забарвлені слова достовірно більший ніж правою рукою, що справедливо і для середнього ЛП, однак для нейтральних слів така різниця відсутня. Аналогічний результат ми отримали в бінокулярній групі (таблиця 3.1.А). Достовірна різниця ЛП реакції на емоційно-забарвлені слова та нейтральні слова (ефект Струпа) відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс ($p = 0,01$) (Додаток Б).

Розглянемо латентні періоди (ЛП) реакції в групі лівшів, під час виконання тестів Тпс та ТЕ монокулярно, використовуючи домінантне око (таблиця 4.1.Б). Під час Тпс достовірна різниця між ЛП реакції правою та лівою рукою відсутня. Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою на емоційно забарвлені слова достовірно більший ніж правою рукою, подібна різниця відсутня для нейтральних слів та для середнього ЛП, що є аналогічним до бінокулярної групи (таблиця 3.1.Б).

Таблиця 4.1

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів та правшів з відкритим домінантним оком (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	А. Правші		Б.Лівші	
	ТЕ	Тпс	ТЕ	Тпс
Сер.	580[527;670] ^^	520 [429;602]	571[501;657] ^^	543 [503;569]
Ліва рука	608[528; 685]**	534 [450;606] *	582[505;667]	555 [537;582]
Права рука	566 [516; 652]	507 [407;582]	560[497;640]	525 [469;5650]
Нейт. (сер.)	588 [526; 654]		560[504;654]	
Ліва рука	611 [531; 643]		569[513;667]	
Права рука	567 [516; 677]		551[507;633] #	
Емоц. (сер.)	572 [532; 686]		583[497;652]	
Ліва рука	597[534; 717]**		596[488;686]*	
Права рука	559 [516; 632]		569[490;634]	

Примітки:
*– значущі відмінності між правою та лівою руками ($p < 0,05$)
** – значущі відмінності між правою та лівою руками ($p < 0,01$)
# – значущі відмінності між нейтральними та емоційно забарвленими словами ($p < 0,05$)
^^ – значущі відмінності між ТЕ та Тпс ($p < 0,01$)

ЛП реакції правої руки на емоційно забарвлені слова достовірно більший, ніж ЛП реакції правої руки на нейтральні слова (ефект Струпа). Для середнього значення ЛП та для лівої руки – значуща різниця відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс ($p = 0,01$) (Додаток Б). Цікавим є той факт, що як в групі правшів, так і в групі лівшів ЛП реакції лівою рукою довший, ніж правою, що є логічним для правшів, оскільки права рука у них є ведучою, і не зовсім

зрозуміло для лівшів, оскільки мало б бути навпаки. Аналогічну картину ми бачимо для бінокулярної групи. Водночас, у обстежуваних лівшів з відкритим домінантним оком проявився ефект Струпа для правої руки, а в бінокулярній групі лівшів ми спостерігали реверсію ефекту Струпа для правої руки.

Якщо порівнювати ЛП реакції правшів та лівшів в ТЕ та Тпс – значуща відмінність відсутня.

Достовірна різниця в кількості помилок між групами правші-лівші, та тестами ТЕ-Тпс – відсутня (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Кількість помилок (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість помилок					
	Тпс	ТЕ	Т1	Т2	Т3	Т4
Правші	6 [4;8]	4 [1;5]	7[6;9]	7[5;9]	6[4;7]	7[5;8]
Лівші	4 [2;6]	3 [2;6]	6[5;8]	6[4;7]	5[4;7]	7[4;7]

Обстежувані пригадували достовірно більшу кількість емоційно забарвлених слів, ніж нейтральних слів у групах лівшів та правшів. Достовірна різниця між кількістю вірно відтворених слів між групами лівшів та правшів відсутня (таблиця 4.3).

Правші. Права-ліва рука. В групі правшів під час тестів Т1,Т2,Т3,Т4 достовірна різниця між правою та лівою руками відсутня (таблиця 4.4).

Ефект Струпа. В межах одного тесту ми не отримали ефекту Струпа, але при порівнянні ЛП реакції на емоційно забарвлені слова та нейтральні слова в різних тестах ефект проявився. Час називання емоційно забарвлених слів лівою рукою в Т1 достовірно більший, ніж нейтральних в Т2 ($) та в Т3 (&). Середній ЛП реакції на нейтральні слова в Т3 достовірно менший ніж на емоційно забарвлені слова в Т1 (^) та Т2 (”).

Таблиця 4.3

Кількість вірно відтворених слів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість вірно відтворених слів, шт.			
	Слова на чорному фоні			Слова на фоні IAPS
	Емоційно забарвлені слова	Нейтральні слова	Всього	Всього
Правші	4 [4;5] **	1 [1;2]	5 [5;7]	6 [2;8]
Лівші	3 [1;5] **	1 [0;2]	4 [1;7]	6 [3;8]

Примітки:
** – значущі відмінності між кількістю пригаданих слів ($p < 0,01$)

Вплив фонового зображення. ЛП реакції лівою рукою на *емоційно забарвлені* слова достовірно більший на фоні позитивних зображень відносно нейтральних (*). Для правої руки та середнього ЛП різниця відсутня. Різниця для *нейтральних* слів відсутня.

Достовірна різниця в кількості помилок відсутня (таблиця 4.2).

Лівші. Права-ліва рука. В групі лівшів лише під час Т4 спостерігається достовірна різниця ЛП реакції між правою та лівою рукою (ліва рука реагує швидше) на нейтральні слова (*). В Т1, Т2, Т3 достовірна різниця між правою та лівою руками відсутня (таблиця 4.5).

Ефект Струпа. В межах Т4 ми отримали ефект Струпа для лівої руки (#), також при порівнянні ЛП реакції на емоційно забарвлені слова та нейтральні слова в різних тестах ефект проявився. Час називання емоційно забарвлених слів правою рукою в Т3 достовірно менший, ніж нейтральних в Т1 ($$) та Т4 (^) (реверсія ефекту Струпа), в Т1 ЛП реакції на емоційно забарвлені слова достовірно більший, ніж на нейтральні в Т3 (&) (ефект Струпа).

Таблиця 4.4

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі правшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Правші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	634[555;664]	646[514;726]	598[505;667] ^	593 [535;731]
Ліва рука	643[531;710]	603[519;645] $	587[507;664] &	607 [530;755]
Права рука	630[557;665]	643[508;801]	605[502;682]	649 [483;699]
Емоц. (сер.)	691[507;803] ^	628[534;713] ”	590[505;708]	614 [486;713]
Ліва рука	693[522;812] *	600[502;777]	560[494;629]	604 [475;693]
Права рука	642[513;804]	603[519;739]	619[522;727]	615 [496;657]

Примітки:
$ – значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,05$)
& – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,05$)
^ – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,01$)
” – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,01$)
* – значущі відмінності між нейтральними або емоційно забарвленими словами у Т1 та Т3 ($p < 0,05$)

Час називання емоційно забарвлених слів лівою рукою в Т3 достовірно менший, ніж нейтральних в Т1 ($$) (реверсія ефекту Струпа). Час називання емоційно забарвлених слів в Т2 достовірно більший ніж нейтральних слів в Т4 (”) (ефект Струпа).

Таблиця 4.5

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі лівшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Лівші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	574[551;634] $$	568[501;672]	544[492;606] &	539[515;603] ^
Ліва рука	584[558;631] $$	583[502;646]	549[508;655]	536[484;568] *
Права рука	606[548;631] $$	552[488;679]	519[466;604] &	564[530;647] ^
Емоц. (сер.)	565[530;593]	578[514;595]	524[504;566]	579[500;644] @
Ліва рука	548[535;588]	586[521;655] ”	529[473;552]	572[522;659] #
Права рука	583[528;606]	549[511;630]	521[765;834]	579[490;642]

Примітки:
* – значуща відмінність між правою та лівою руками в межах Т4 ($p < 0,05$)
# - значуща відмінність між нейтральними та емоційно забарвленими словами в Т4 ($p < 0,05$)
$$ – значущі відмінності між нейтральними (Т1) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,01$)
& – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т1) між різними тестами ($p < 0,05$)
^ – значущі відмінності між нейтральними (Т4) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)
” – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,01$)
* – значущі відмінності між нейтральними або емоційно забарвленими словами у Т1 та Т3 ($p < 0,05$)

Середній ЛП реакції на емоційно забарвлені слова в Т3 достовірно менший, ніж нейтральних в Т1 ($$), ЛП реакції на емоційно забарвлені слова в Т3 достовірно менший, ніж на нейтральні в Т4 (^) (реверсія ефекту Струпа). В Т1 ЛП реакції на емоційно забарвлені слова достовірно більший, ніж на нейтральні в Т3 (&), ЛП достовірно більший на емоційно забарвлені слова в Т4, ніж на нейтральні в Т3 (@) (ефект Струпа).

Вплив фонового зображення. ЛП реакції правою рукою на *нейтральні слова* достовірно більший на фоні позитивного (Т1), еротичного (Т2) та негативного (Т4) зображень, ніж на фоні нейтрального (Т3). Для лівої руки така різниця відсутня. Середній ЛП реакції на нейтральні слова достовірно більший на фоні позитивних (Т1) та еротичних (Т2) зображень відносно нейтральних (Т3).

ЛП реакції правою рукою на *емоційно забарвлені* слова достовірно більший на фоні позитивних зображень (Т1) відносно нейтральних (Т3). ЛП реакції лівою рукою на емоційно забарвлені слова на фоні нейтральних картинок (Т3) достовірно менший, ніж на фоні всіх інших зображень (Т1, Т2, Т4). Середній ЛП реакції на емоційно забарвлені слова достовірно більший на фоні позитивних (Т1) та еротичних (Т2) зображень відносно нейтральних (Т3).

Достовірна різниця в кількості помилок відсутня (таблиця 4.2).

Електрична активність мозку. В групі правшів (рис.4.1.А.1) під час ТЕ за монокулярного сприйняття домінантним оком спостерігалось збільшення СП бета-високочастотного субритму в префронтальних, потиличних та тім'яних зонах обох півкуль, а також задній скроневій ділянці лівої півкулі, та латеральнофронтальній і передній скроневій ділянках правої півкулі, що може відображати зосередження на завданні при ігноруванні емоційного контексту, доказом чого може бути відсутність при цьому зростання тета-ритму, яке чітко виявлялось за таких умов у обстежуваних в бінокулярній групі (рис.3.1.А.1). Коефіцієнт когерентності (рис.4.1.Б.1) достовірно зменшився в діапазоні альфа ритму в префронтально-фронтальній парі правої півкулі, що може вказувати на ріст загального рівня активації мозку порівняно із станом спокою. Відзначимо також, що у правшів сприйняття слів домінантним правим оком викликає ріст СП бета-ритму в потиличних зонах обох півкуль.

Виконання тесту з використанням псевдослів (рис.4.1.А.2) (за умов монокулярного зору домінантним оком) досить істотно активувало мозок

обстежуваних обох експериментальних груп. Зокрема в групі обстежуваних з відкритим правим оком спостерігається збільшення СП тета-ритму в лобних та скроневих зонах обох півкуль; збільшення СП бета-низькочастотного субритму в зонах F7, O2; та бета-високочастотного субритму в зонах F7, T5, P3, P4, O1, O2., зменшення СП альфа ритму в P4. Коефіцієнт когерентності (рис.4.1.Б.2) достовірно зменшувався в діапазонах альфа та тета-ритму в фронтально-скроневій, фронтально-центральній, тім'яно-потиличній парах, альфа-ритму в центрально-тім'яній парі та бета-низькочастотного ритму в тім'яно-потиличній та фронтально-скроневій парах лівої півкулі.

За умов монокулярного зору домінантним оком порівняння характеру ЕЕГ в обох тестах (рис.4.1.А.3) у обстежуваних всіх груп не виявило будь-яких достовірних змін СП основних ритмів. Разом з тим, виконання другого тесту у правшів супроводжувалося зниженням КК (рис.4.1.Б.3) в групі правшів на частотах тета-, альфа-, бета-низькочастотного ритмів в фронтально-скроневій парі та альфа ритму в тім'яно-потиличній парі лівої півкулі.

У лівшів у ТЕ при сприйнятті слів домінантним оком спостерігаються відмінні від правшів зміни ЕЕГ (рис.4.2.А.1). При цьому у мозку обстежуваних зростає СП тета-ритму в центрально-парієтальних зонах та СП бета-ритму, що має здебільшого правосторонню локалізацію. КК (рис.4.2.Б) достовірно збільшується в діапазонах тета-, альфа-, бета-високочастотного ритмів в центрально-тім'яній парі та в тета-діапазоні в фронтально-скроневій парі лівої півкулі, в тета-діапазоні та бета-високочастотному діапазоні в тім'яно-потиличній парі правої півкулі. Порівняно з виконанням цього завдання із використанням бінокулярного зору (рис.3.2.Б.2) спостерігається очевидна відсутність міжпівкульної взаємодії. В обох монокулярних групах зміни КК на усіх частотах відбувалися тільки в одній півкулі.

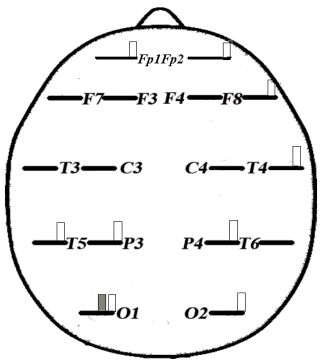
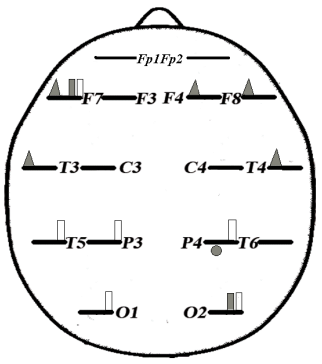
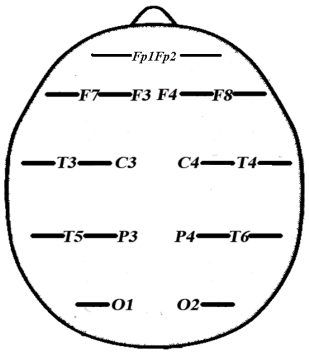
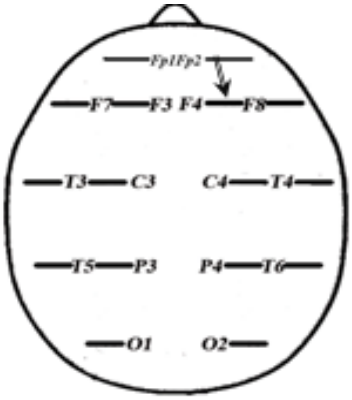
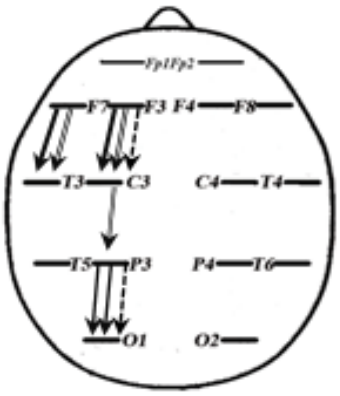
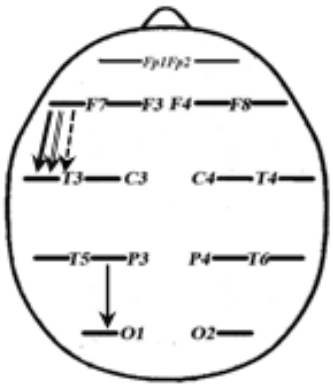
Тест	1.	2.	3.
А.			
Б.			

Рис. 4.1. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів з відкритим домінантним правим оком (n = 15) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – ТЕ відносно стану спокою, 2 – Тпс відносно стану спокою, 3 – Тпс відносно ТЕ. Примітки, як на рис.3.1.

В групі лівшів під час Тпс (рис.4.2.А.2) на фоні зростання потужності тета-ритму, зростає СП бета-високочастотного діапазону в правих скроневих та лівій латерально-фронтальній зонах. КК (рис.4.2.Б.2) достовірно збільшується в діапазоні тета-ритму в центрально-тім'яній парі правої півкулі, зменшується в діапазоні альфа ритму в префронтально-фронтальній парі лівої півкулі та в діапазонах альфа- та тета- ритму в префронтально-фронтальній та скроневій парах правої півкулі.

За умов монокулярного зору домінантним оком порівняння характеру ЕЕГ в обох тестах (рис.4.2.А.3) у обстежуваних всіх груп не виявило будь-яких достовірних змін СП основних ритмів. В групі лівшів (рис.4.2.Б.3) КК

збільшився на частоті альфа ритму в тім'яній парі, зменшився в діапазоні тета-ритму в скроневих ділянках та бета-низькочастотного субритму в фронтально-центральній парі правої півкулі.

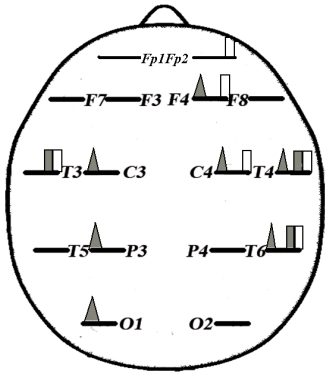
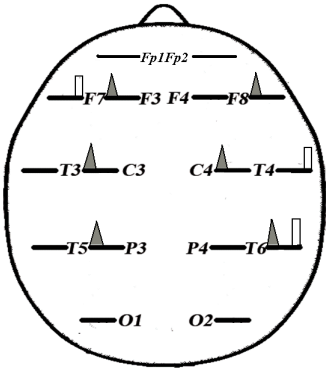
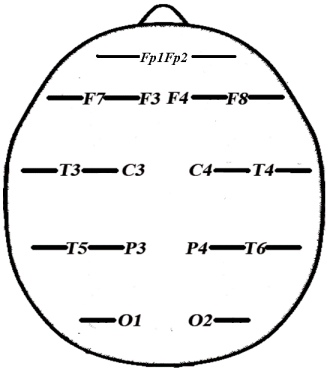
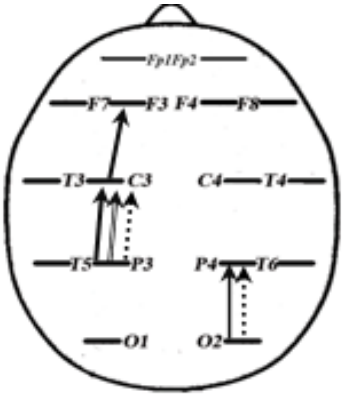
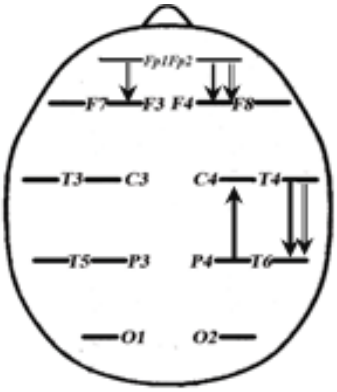
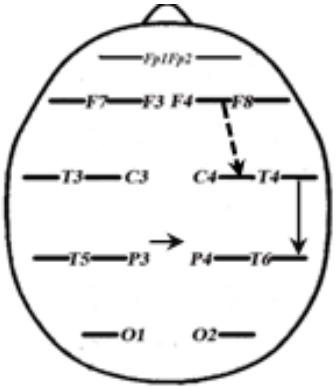
Тест	1.	2.	3.
А.			
Б.			

Рис. 4.2. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів з відкритим домінантним правим оком (n = 15) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – ТЕ відносно стану спокою, 2 – Тпс відносно стану спокою, 3 – Тпс відносно ТЕ. Примітки, як на рис.3.1.

В групі прашів в Т1 (рис.4.3.А.1) ріст СП бета піддіапазонів спостерігається у всіх відведеннях, окрім префронтальних та медіофронтальних. Ріст СП тета ритму спостерігається в потиличних та передніх скроневих відведеннях обох півкуль, а також в задньому скроневому відведенні лівої півкулі, в тім'яному, фронтальному та префронтальному відведеннях правої півкулі. КК (рис.4.3.Б.1) тета ритму

зростає в центральній та тім'яній парах, альфа та бета-високочастотного ритму зростає в фронтально-центральних парах обох півкуль, в центрально-тім'яній парі лівої півкулі, бета-низькочастотного зростає в скроневій та центрально-тім'яній парах правої півкулі.

В Т2 (рис.4.3.А.2) ріст СП тета ритму та під діапазонів бета ритму спостерігається у всіх відведеннях, альфа ритму в задніх скроневих обох півкуль, та в Т3. КК бета-високочастотного (рис.4.3.Б.2) ритму зростає в тім'яно-потиличніх парах обох півкуль, центрально-тім'яній, фронтально-центральній парах правої півкулі,пре фронтально-фронтальній парі лівої півкулі. КК альфа ритму знижується в префронтально-фронтальній парі правої півкулі, тім'яно-потиличних парах обох півкуль та зростає в центрально-фронтальних парах обох півкуль.

В Т3 (рис.4.3.А.3) ріст СП тета ритму спостерігається у всіх відведеннях, бета-низькочастотного ритму в префронтальному та фронтальних відведеннях лівої півкулі, низько- та високочастотного бета ритму в потиличній зоні правої півкулі. Зниження СП альфа ритму в скроневих зонах обох півкуль та центральній зоні правої півкулі. КК (рис.4.3.Б.3) тета ритму зростає по всій центральній лінії скальпу, а також в фронтально-скроневих зонах обох півкуль, КК альфа ритму знижується у потиличних парах обох півкуль, зростає в фронтально-скроневій, фронтально-центральній парах лівої півкулі та центрально-тім'яній парі правої півкулі.

В Т4 (рис.4.3.А.4) СП тета ритму зростає у всіх відведеннях, бета-високочастотного ритму у всіх відведеннях, окрім F8, C4, T4. СП альфа ритму знижується в центральних та скроневих зонах обох півкуль, а також фронтальних (окрім F8). КК (рис.4.3.Б.4) тета ритму зростає по всій центральній лінії скальпу. КК альфа ритму знижується у тім'яно-потиличних зонах. КК бета-низькочастотного ритму знижується в центрально-тім'яних парах обох півкуль, КК бета-високочастотного ритму збільшується в

фронтально-центральних парах обох півкуль, а також префронтально-фронтальній та центрально-тім'яній парах лівої півкулі.

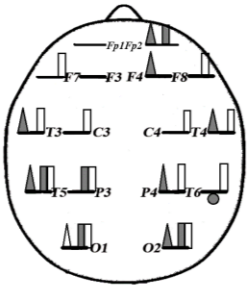
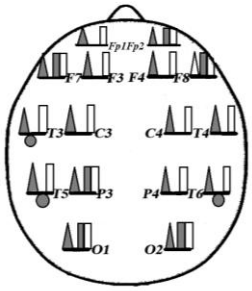
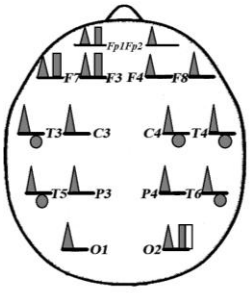
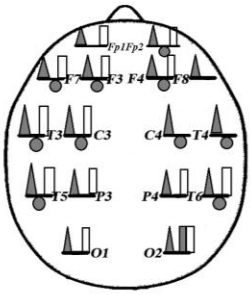
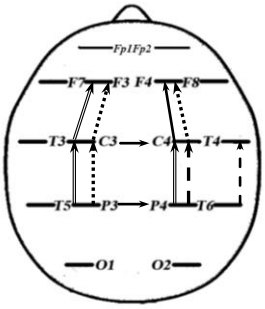
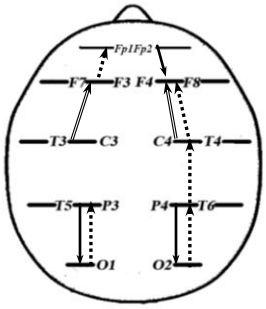
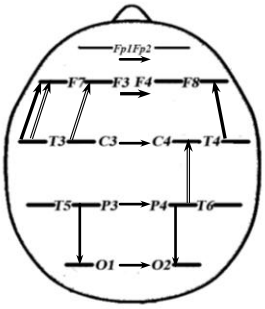
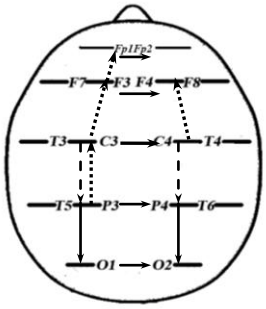
Тест	1.	2.	3.	4.
А.				
Б.				

Рис. 4.3. Топокарти значущих змін спектральної потужності (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів під час ТЕ на фоні зображень IAPS (n = 20) (з відкритим домінантним оком).

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою. Примітки, як на рис.3.1.

В групі лівшів під час Т1 (рис.4.4.А.1) ріст СП тета ритму спостерігається здебільшого в межах лівої півкулі (F7,F3,C3,P3) та в Т4. Ріст СП субдіапазонів тета ритму спостерігається майже у всіх відведеннях, окрім пре фронтальних та F8, С4. Зниження СП альфа ритму спостерігається в скроневих зонах правої півкулі, передній скроневій та тім'яній зонах лівої півкулі. КК (рис.4.4.Б.1) тета та альфа ритмів знижується в тім'яно-потиличних парах обох півкуль. КК бета-високочастотного діапазону

знижується в скроневій парі правої півкулі, та збільшується в фронтально-центральних та фронтально-скроневих зонах лівої півкулі.

Під час Т2 (рис.4.4.А.2) ріст СП тета ритму спостерігається майже у всіх відведеннях, окрім потиличних та префронтальних. СП альф ритму знижується в пре фронтальних, скроневих та центральних зонах обох півкуль. СП бета-високочастотного ритму збільшується в передній скроневій та латерофронтальній зонах. КК (рис.4.4.Б.2) тета ритму зростає в фронтальних, центральних та тім'яних парах. КК альфа ритму знижується в центрально-тім'яній та тім'яно-потиличній парах правої півкулі, бета-низькочастотного ритму в скроневій зоні правої півкулі.

Під час Т3 (рис.4.4.А.3) СП тета ритму зростає у фронтальній зоні, правій префронтальні та лівій центральній. СП альфа ритму знижується у всіх відведеннях, окрім потиличних та лівого префронтального. СП бета-низькочастотного ритму зростає в потиличних зонах, бета-високочастотного ритму в правій потиличній зоні. КК (рис.4.4.Б.3) тета ритму зростає в фронтальних, центральних та тім'яних парах, в Т3-Т4, фронтально-скроневій, фронтально-центральній парах. КК альфа ритму знижується в скроневій, тім'яно-потиличній парі правої півкулі, центрально-тім'яній парі лівої півкулі.

Під час Т4 (рис.4.4.А.4) спостерігається істотно менше зон активації, ріст СП тета ритму спостерігається в лівій півкулі (F3,C3), бета - низькочастотного ритму в правій півкулі (О2). Зниження СП альфа ритму відмічається в лівій задній скроневій та потиличній зонах, правих потиличних та тім'яній зонах. КК (рис.4.4.Б.4) тета ритму збільшується в центральних та потиличних парах, КК альфа ритму знижується в тім'яно-потиличній парі правої півкулі.

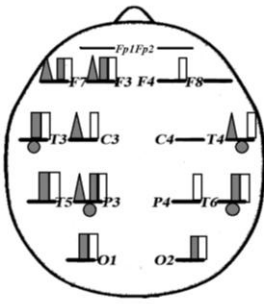
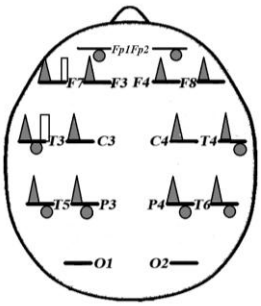
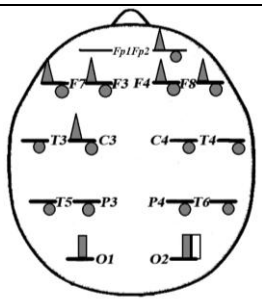
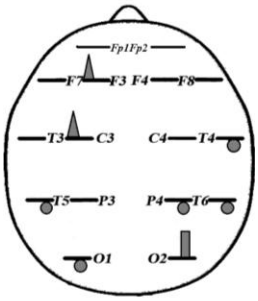
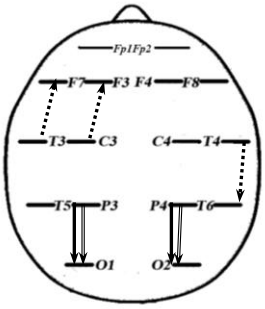
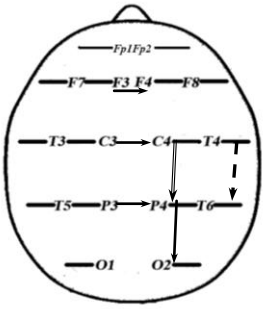
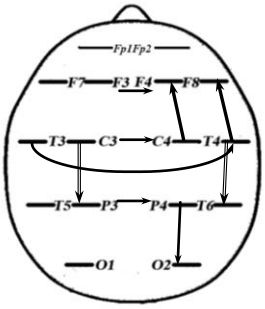
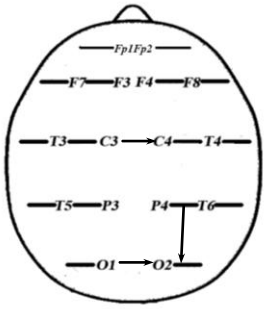
Тест	1.	2.	3.	4.
А.				
Б.				

Рис. 4.4. Топокарти значущих змін спектральної потужності (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів під час ТЕ на фоні зображень IAPS (n = 20) (з відкритим домінантним оком).

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою. Примітки, як на рис.3.1.

Отже, при сприйнятті слів домінантним оком спостерігалося посилення високочастотних коливань ЕЕГ. Таке зрушення зазвичай супроводжує інтенсифікацію когнітивних процесів, забезпечуваних мережами лобних і потиличних зон. Як було показано [111], під час вирішення конфліктних завдань типу Струп-тесту (застосовані нами завдання є однією із його модифікацій) зростав мозковий кровоток у двох регіонах головного мозку. Першим із них є поясна звивина та передньолобні зони; ця активність пов’язана з виконанням завдання, що потребує найбільше уваги (називання кольору написання слова). Другим регіоном є вентральний шлях обробки зорової інформації (потилично-скроневі ділянки); його активація пов’язана з нерелевантним щодо завдання читанням слів. Збільшення СП

бета-ритму розглядають як корелят посилення ендогенних низхідних процесів формування уваги [1], коли остання цілеспрямовано фокусується на певній ознаці стимулу. Можна припустити, що при сприйнятті інформації домінантним оком обстежувані фокусували увагу на тест-завданні (називанні кольору зображення слова), майже ігноруючи емоційний компонент стимулу. Чітке зональне зростання потужності бета-ритму простежувалось у групі правшів; у групі ж лівшів даний ритм мав правосторонню орієнтацію, і це супроводжувалося збільшенням СП тета-ритму. На користь припущення про ігнорування емоційного контексту свідчать відсутність у обстежуваних змін СП основних ритмів під час проходження тесту із псевдословами порівняно з тестом із реальними словами та відсутність різниці в кількості помилок при виконанні обох тестів.

Слова, які вміщують емоційно значущі для людини компоненти, викликають «захоплення» уваги, незважаючи на свідому установку ігнорувати семантичне значення слів. Про це свідчать більша частка пригаданих «емоційних» слів у всіх групах та більші значення ЛП реакції лівою рукою (вірогідно, в результаті інтерференції в правій півкулі) у відповідь на пред'явлення емоційно забарвлених слів. Ще раз підкреслимо, що ЛП моторних реакцій на нейтральні слова були однаковими при реалізації рухів правою і лівою руками як правшами, так і лівшами.

Наші дані вказують на те, що когнітивне навантаження з емоційним прихованим змістом опрацьовується у правшів і лівшів за допомогою церебральних зв'язків різних типів. У правшів відмічається зростання міжгемісферної когерентності в симетричних центральних і тім'яних ділянках на частоті тета-ритму, тоді як у лівшів зростають внутрішньопівкульні рівні когерентності на частотах високочастотного бета-субритму при бінокулярному сприйнятті візуальної інформації.

Монокулярна презентація стимулів через домінантне око (I етап): *ТЕ на чорному фоні.* У разі монокулярного сприйняття домінантним правим оком емоційних та нейтральних слів-стимулів у правшів (рис.4.1.А.1)

спостерігалося збільшення СП бета-ритму в потиличних зонах обох півкуль. На відміну від цього, у лівшів (рис.4.2.А.1) використання тільки лівого ока супроводжувалося зростанням СП тета-ритму в потиличній зоні лише іпсилатерально. Загалом, якщо порівнювати бінокулярне сприйняття із монокулярним при виконанні емоційного Струп-тесту, можна дійти висновку про те, що монокулярне сприйняття супроводжується порівняно меншими змінами СП та лише внутрішньопівкульною синхронізацією активності церебральних нейронних мереж.

Тпс на чорному фоні. Виконання тесту із псевдословами при монокулярному баченні домінантним оком як у правшів, так і у лівшів супроводжувалося змінами СП ЕЕГ, характерними для активації уваги і посилення кодування інформації. Принаймні у правшів (рис.4.1.А.2) можна констатувати, що «монокулярне» виконання завдання вимагало більших зусиль з боку мозкових систем забезпечення уваги, ніж у разі використання обох очей. Цікавими при цьому є односпрямовані зміни когерентності в обох умовах. Так, у правшів (рис.4.1.Б.2) під час виконання тесту із псевдословами КК знижувались як при бінокулярному, так і при монокулярному баченні. Такі зміни відображують ослаблення синхронізації різних мозкових структур, що є доречним у разі виконання вже знайомого, легшого завдання. Звертає на себе увагу той факт, що в обох групах «бінокулярне» виконання тесту із псевдословами супроводжувалося змінами міжпівкульної когерентності, тоді як при монокулярному баченні зростання та зниження синхронізації нейронів відбувались у межах лише однієї півкулі.

У групі лівшів (рис.4.2.Б.2) в умовах монокулярного бачення домінантним оком спостерігалося зростання КК у тета-діапазоні в центрально-тім'яній парі правої півкулі, а у префронтально-фронтальній та скроневій парах правої півкулі цей показник зменшувався. Зростання когерентності на частотах тета-ритму відображує синхронізацію роботи кортикально-субкортикальних мозкових об'єднань під час кодування інформації. Слід

наголосити, що такі процеси відбувались у лівшів як при бінокулярному, так і при монокулярному сприйнятті тест-інформації

Тпс відносно ТЕ. Досить цікавою була виявлена нами відсутність відмінностей між значеннями СП у Тпс відносно того, що спостерігалося під час ТЕ в обох групах (рис. 4.1.А.3, 4.2.А.3) у разі використання лише домінантного ока. При цьому Тпс викликав у обстежуваних порівняно меншу церебральну активацію. Розділення учасників обстеження на групи за зоровою домінантністю дозволило виявити, що в групах із відкритим домінантним оком (у правшів з відкритим правим, а у лівшів – з лівим) мозкова нейродинаміка в завданнях з емоційними словами та псевдословами практично не розрізнялася. Можна припустити, що в разі використання домінантного ока для перегляду обстежуваним вдавалося сконцентруватися саме на вимогах завдання і значною мірою ігнорувати семантичні значення стимулів. Можлива і протилежна ситуація: відбувався ретельний аналіз і слів у першому тесті, і псевдослів – у другому. На це вказувала істотна церебральна активація під час тесту із псевдословами. На користь такої інтерпретації свідчить відсутність відмінностей між кількістю помилок у двох тестах в обох групах обстежуваних, що виконували завдання з відкритим домінантним оком (таблиця 4.2).

Отже, при сприйнятті слів домінантним оком спостерігалося посилення високочастотних коливань ЕЕГ. Таке зрушення зазвичай супроводжує інтенсифікацію когнітивних процесів, забезпечуваних мережами лобних і потиличних зон. Як було показано [111], під час вирішення конфліктних завдань типу Струп-тесту (застосовані нами завдання є однією із його модифікацій) зростав мозковий кровоток у двох регіонах головного мозку. Першим із них є поясна звивина та передньолобні зони; ця активність пов’язана з виконанням завдання, що потребує найбільше уваги (називання кольору написання слова). Другим регіоном є вентральний шлях обробки зорової інформації (потилично-скроневі ділянки); його активація пов’язана з нерелевантним щодо завдання читанням слів. Збільшення СП бета-ритму

розглядають як корелят посилення ендогенних низхідних процесів формування уваги [1], коли остання цілеспрямовано фокусується на певній ознаці стимулу. Можна припустити, що при сприйнятті інформації домінантним оком обстежувані фокусували увагу на тест-завданні (називанні кольору зображення слова), майже ігноруючи емоційний компонент стимулу. Чітке зональне зростання потужності бета-ритму простежувалось у групі правшів; у групі ж лівшів даний ритм мав правосторонню орієнтацію, і це супроводжувалося збільшенням СП тета-ритму. На користь припущення про ігнорування емоційного контексту свідчать відсутність у обстежуваних змін СП основних ритмів під час проходження тесту із псевдословами порівняно з тестом із реальними словами та відсутність різниці в кількості помилок при виконанні обох тестів.

Слова, які вміщують емоційно значущі для людини компоненти, викликають «захоплення» уваги, незважаючи на свідому установку ігнорувати семантичне значення слів. Про це свідчать більша частка пригаданих «емоційних» слів у всіх групах та більші значення ЛП реакції лівою рукою (вірогідно, в результаті інтерференції в правій півкулі) у відповідь на пред'явлення емоційно забарвлених слів. Ще раз підкреслимо, що ЛП моторних реакцій на нейтральні слова були однаковими при реалізації рухів правою і лівою руками як правшами, так і лівшами.

Наші дані вказують на те, що когнітивне навантаження з емоційним прихованим змістом опрацьовується у правшів і лівшів за допомогою церебральних зв'язків різних типів. У правшів відмічається зростання міжгемісферної когерентності в симетричних центральних і тім'яних ділянках на частоті тета-ритму, тоді як у лівшів зростають внутрішньопівкульні рівні когерентності на частотах високочастотного бета-субритму при бінокулярному сприйнятті візуальної інформації.

Як у правшів, так і у лівшів бінокулярне сприйняття і виконання тестів супроводжувалися змінами міжпівкульної когерентності, тоді як в умовах монокулярного бачення зміни синхронізації нейронної активності

відбувались у межах лише однієї півкулі. Загалом можна припустити, що тест-завдання із псевдословами потребує більшої синхронізації активності локальних нервових мереж у межах лівої півкулі у правшів, а у лівшів – в обох півкулях при послабленні міжпівкульної взаємодії. Мозкова нейродинаміка в умовах монокулярної стимуляції провідного ока в перебігу виконання завдань із справжніми словами та псевдословами практично не розрізнялася. Це може свідчити про ігнорування нерелевантного семантичного контексту стимулів під час обробки інформації, що надходить через домінантний зоровий канал. Завдання із псевдословами виконуються при меншій мозковій активації та з меншою кількістю помилок, ніж завдання зі справжніми словами (це є більш характерним для правшів). Натомість емоційно забарвлені слова мимоволі захоплюють увагу обстежуваних, про що свідчать більша частка пригаданих емоційних слів та більші значення ЛП моторних реакцій на емоційні слова, виконаних лівою рукою. Основним підсумком нашої роботи є те, що виконання лівшами завдань обох типів супроводжується більшою церебральною активацією та вищим емоційним напруженням порівняно з таким у правшів. Це, вірогідно, є свідченням певної функціональної специфіки організації мозку лівшів.

РОЗДІЛ 5
ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ МОЗКУ ТА ЛАТЕНТНІ ПЕРІОДИ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ ЗА УМОВ МОНОКУЛЯРНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ СТИМУЛІВ ЧЕРЕЗ НЕДОМІНАНТНЕ ОКО

Латентні періоди реакції. Розглянемо латентні періоди (ЛП) реакції в групі правшів, під час виконання тестів Тпс та ТЕ монокулярно, використовуючи недомінантне око (таблиця 5.1.А). Нагадаємо, що в ТЕ в якості стимулів використовувались емоційно забарвлені та нейтральні слова, тому в таблиці представлені як усереднені значення ЛП, так і ЛП окремо на емоційно забарвлені слова та окремо на нейтральні слова. Під час Тпс ЛП реакції лівої руки достовірно більший ніж правої. Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою на нейтральні слова достовірно більший ніж правою рукою, що справедливо і для середнього ЛП, однак для емоційно забарвлених слів така різниця відсутня. Звертаємо увагу, що в бінокулярній групі та в групі з відкритим домінантним оком результат був протилежний (таблиці 3.1.А, 4.1.А). Достовірна різниця ЛП реакції на емоційно-забарвлені слова та нейтральні слова (ефект Струпа) відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс ($p = 0,01$) (Додаток В).

В групі лівшів під час Тпс ЛП реакції лівої руки достовірно більший ніж правої (таблиця 5.1.Б). Під час ТЕ ЛП реакції лівою рукою на нейтральні слова достовірно більший ніж правою рукою, що справедливо і для середнього ЛП, однак для емоційно забарвлених слів така різниця відсутня. Аналогічну картину ми бачимо для правшів (таблиця 5.1.А). Звертаємо увагу, що в бінокулярній групі та в групі з відкритим домінантним оком результат був протилежний (таблиці 3.1.Б, 4.1.Б) (Додаток В).

Таблиця 5.1

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів та правшів з відкритим недомінантним оком (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	А. Правші		Б.Лівші	
	ТЕ	Тпс	ТЕ	Тпс
Сер.	615 [571;670]^^	518 [483;619]	552 [486;599]^^	537 [466;588]
Ліва рука	629 [595;711]**	527 [494;641]**	572 [501;605]*	558 [485;585]*
Права рука	590 [535;643]	525 [473;596]	515 [472;570]	517 [455;554]
Нейт. (сер.)	619 [553;700]		539 [490;584]	
Ліва рука	635 [592;724]**		562 [500;602]*	
Права рука	590 [527;677]		516 [475;555]	
Емоц. (сер.)	618 [578;637]		566 [483;614]	
Ліва рука	624 [597;689]		582 [501;609]	
Права рука	587 [554;625]		504 [473;587]	

Примітки:
*– значущі відмінності між правою та лівою руками ($p < 0,05$)
** – значущі відмінності між правою та лівою руками ($p < 0,01$)
# – значущі відмінності між нейтральними та емоційно забарвленими словами ($p < 0,05$)
^^ – значущі відмінності між ТЕ та Тпс ($p < 0,01$)

Достовірна різниця ЛП реакції на емоційно-забарвлені слова та нейтральні слова (ефект Струпа) відсутня. ЛП (сер.) реакції на справжні слова в ТЕ достовірно більший ніж ЛП реакції на псевдослова в Тпс ($p = 0,01$).

Таблиця 5.2

Кількість помилок (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість помилок					
	Тпс	ТЕ	Т1	Т2	Т3	Т4
Правші	6 [4;10] *	3 [1;7]	8 [4;8]	5 [4;8]	6 [3;7]	5 [3;7]
Лівші	4 [3;7] *	2[2;3]	5 [1;6]	5 [2;7]	3 [1;5]	3 [1;5]

Примітки:
* – значущі відмінності між кількістю помилок ($p < 0,05$)

Обстежувані пригадували достовірно більшу кількість емоційно забарвлених слів, ніж нейтральних слів у групах лівшів та правшів. Достовірна різниця між кількістю вірно відтворених слів між групами лівшів та правшів відсутня (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3

Кількість вірно відтворених слів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

Група	Кількість вірно відтворених слів, шт.			
	Слова на чорному фоні			Слова на фоні IAPS
	Емоційно забарвлені слова	Нейтральні слова	Всього	Всього
Правші	5 [4;6] **	2 [1;2]	6 [5;8]	6 [2;8]
Лівші	3 [2;3] **	0 [0;1]	4 [2;4]	6 [3;8]

Примітки:
** – значущі відмінності між кількістю пригаданих слів ($p < 0,01$)

Правші. Права-ліва рука. В групі правшів під час Т2 та Т4 спостерігається достовірна різниця ЛП реакції між правою та лівою рукою на нейтральні слова (*) (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі правшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Правші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	677[599;820]	638[600;815]	629[533;703]	643[518;780]
Ліва рука	638[567;750]	688[594;965]*<	594[500;704]	637[503;708]*
Права рука	672[584;886] $	621[552;688] &	650[519;792] ^	644[537;808] @
Емоц. (сер.)	623[594;771]	709[596;854] ”	594[496;712] %	596[521;742]%
Ліва рука	660[541;743]	635[589;823] ”	589[478;745] !	603[534;749] !
Права рука	657[559;754]	738[587;890] ”	587[516;710]	588[511;745]

Примітки:
* – значущі відмінності між правою та лівою руками ($p < 0,05$)
$ – значущі відмінності між нейтральними (Т1) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)
& – значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)
^ – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т3) ($p < 0,05$)
” – значущі відмінності між нейтральними (Т3) та емоційно забарвленими словами (Т2) між різними тестами ($p < 0,05$)
< – значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т1,Т2,Т4) між різними тестами ($p < 0,05$)
! - значущі відмінності між нейтральними (Т4) та емоційно забарвленими словами (Т3,Т4) між різними тестами ($p < 0,05$)

Ефект Струпа. В межах одного тесту ми не отримали ефекту Струпа. Час називання нейтрального слова правою рукою достовірно довший в Т1 ($), Т2 (&), Т3 (^) та Т4 (@), ніж емоційно забарвленого слова в Т3 (реверсія ефекту Струпа). ЛП реакції на емоційно забарвлені слова в Т2 достовірно більший, ніж на нейтральні слова в Т3 (”) (ефект Струпа).

Таблиця 5.5

Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Т1-Т4 в групі лівшів (Медіана та квартилі 25% і 75%)

	Лівші			
	Т1 (позитивні)	Т2 (еротичні)	Т3 (нейтральні)	Т4 (негативні)
Нейт. (сер.)	681[638;1042]	820[676;930] #	643[582;824]	742[677;816]
Ліва рука	708[638;999]	834[676;999]	639[601;876]	713[631;771]
Права рука	707[606;1151]	759[652;898]	674[570;771]	765[621;903]
Емоц. (сер.)	849[680;1048]**	755[680;962] *	740[593;859]	765[633;944] *
Ліва рука	838[651;997] *	857[731;954] *	718[593;1031]	755[632;960]
Права рука	799[680;1209] *	641[597;1084]	637[571;910]	770[654;938] *

Примітки:
* – значущі відмінності між нейтральними (Т3, Т4) та емоційно забарвленими словами (Т1, Т2, Т4) між різними тестами ($p < 0,05$)
# – значущі відмінності між нейтральними (Т2) та емоційно забарвленими словами (Т3) між різними тестами ($p < 0,05$)

ЛП реакції лівою рукою на нейтральні слова в Т2 достовірно більший, ніж на емоційно забарвлені слова в Т1,Т3,Т4 (<). ЛП реакції на емоційно забарвлені слова в Т2 достовірно більший, ніж на нейтральні слова в Т3 (”) (ефект Струпа). ЛП реакції на нейтральні слова в Т4 достовірно більший, ніж на емоційно забарвлені слова в Т4 та Т3 (реверсія ефекту Струпа). Середній ЛП реакції на емоційно забарвлене слово достовірно менший в Т3 (%), ніж на емоційно забарвлені слова в Т1 та Т2 (реверсія ефекту Струпа)., ЛП реакції на емоційно забарвлене слово достовірно менший в Т4 (%), ніж на емоційно забарвлені слова в Т2. ЛП реакції на емоційно забарвлені слова в Т2 достовірно більший, ніж на нейтральні слова в Т3 (ефект Струпа).

Вплив фонового зображення. ЛП реакції на *нейтральне* слово лівою рукою достовірно довший на фоні еротичної картинки (Т2), ніж на фоні інших картинок (Т1, Т3, Т4). Для правої руки достовірні відмінності відсутні. Середній ЛП реакції на нейтральні слова достовірно більший на фоні позитивної (Т1) та еротичної (Т2) картинок ніж на фоні нейтральної (Т3), на фоні негативної (Т4) картинки ЛП довший ніж на фоні еротичної (Т2). ЛП реакції правою рукою на *емоційно забарвлені* слова достовірно довший на фоні еротичного зображення (Т2), ніж на фоні позитивного (Т1) або нейтрального (Т3) зображення. Для лівої руки достовірні відмінності відсутні. Середній ЛП реакції на емоційно забарвлені слова достовірно довший на фоні еротичного зображення (Т2), ніж на фоні позитивного (Т1) або нейтрального (Т3) зображення.

Достовірна різниця в кількості помилок відсутня (таблиця 4.2).

Лівші. Права-ліва рука. В групі лівшів різниця між правою та лівою рукою у всіх тестах відсутня (таблиця 5.5). *Ефект Струпа.* В межах одного тесту ми не отримали ефекту Струпа. Однак, під час порівняння середнього ЛП реакції на нейтральне слово в Т3 та Т4 та емоційного слова в Т1, Т2, Т4 ми отримали ефект Струпа (*) – достовірно довший час називання емоційно забарвленого слова ніж нейтрального. Разом з тим, час реакції на емоційно забарвлене слово в Т2 достовірно довший, ніж на нейтральне слово в Т3 (реверсія ефекту Струпа). ЛП реакції лівої руки на нейтральні слова в Т3, Т4 був достовірно меншим, ніж на емоційно забарвлені слова в Т1 та Т2 (*) (ефект Струпа). ЛП реакції правої руки на нейтральні слова в Т4 та Т3 достовірно менший, ніж на емоційні слова в Т1 та Т4.

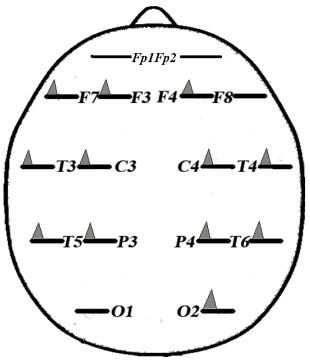
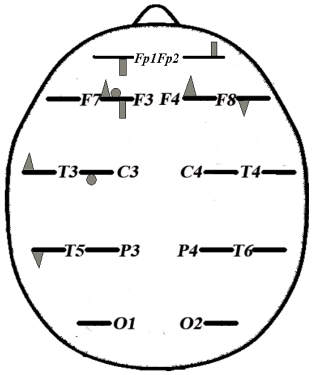
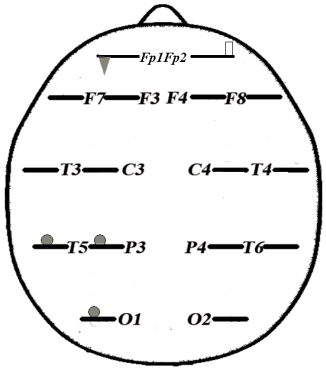
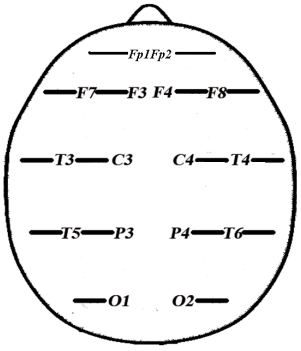
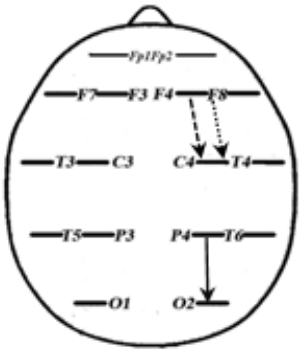
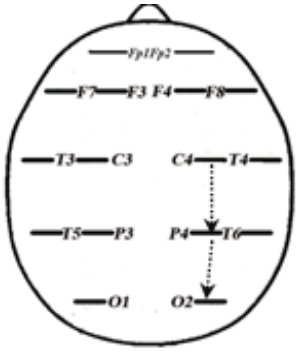
Тест	1.	2.	3.
А.			
Б.			

Рис. 5.1. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів з відкритим недомінантним правим оком (n = 15) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – ТЕ відносно стану спокою, 2 – Тпс відносно стану спокою, 3 – Тпс відносно ТЕ.Примітки, як на рис.3.1.

Вплив фонового зображення. ЛП реакції правою рукою на нейтральні слова достовірно менший на фоні нейтральної картинки (Т3), відносно позитивної (Т1), еротичної (Т2) та негативної (Т4). ЛП реакції лівою рукою на нейтральні слова достовірно довший на фоні еротичної картинки (Т2), ніж на фоні негативної (Т4) та нейтральної (Т3). Середній ЛП на нейтральні слова достовірно довший на фоні еротичної картинки (Т2), ніж на фоні негативної (Т4) та нейтральної (Т3). ЛП реакції правою рукою на емоційно забарвлені слова достовірно довший на фоні позитивної картинки (Т1), ніж на фоні еротичної (Т2) та нейтральної (Т3). Для лівої руки різниця відсутня. Середній ЛП реакції на емоційно забарвлені слова достовірно довший на фоні позитивних картинок (Т1) відносно нейтральних (Т3).

Електрична активність мозку. Аналіз змін електричної активності мозку під час проходження тесту із словами відносно стану спокою в групах з активним недомінантним оком виявив відмінності в змінах спектральних компонентів ЕЕГ (рис.5.1).

Показано, що у обстежуваних, що проходили ТЕ з відкритим лівим оком (правші) (рис.5.1.А.1) виявлено генералізоване зростання СП тета-ритму в всіх ЕЕГ-відведеннях, окрім передньолобних, F8 та O1, по відношенню до стану спокою (відкриті очі). Досить схожа картина відмічається і для лівшів (рис.5.2.А.1), зростання СП тета-ритму супроводжується зниженням активності альфа-ритму в правому центральному, тім'яних, задніх скроневих відведеннях, локальне зростання СП бета-високочастотного діапазону в Fp2, P4. КК у правшів (рис.5.1.Б.1) під час ТЕ відносно стану спокою не показав достовірних змін. У лівшів (рис.5.2.Б.1) КК альфа ритму достовірно збільшився в лівій центрально-тім'яній та правій фронтально-центральній парах, знизився на частотах тета та бета-низькочастотного ритму в префронтально-фронтальній та фронтально-центральній зонах правої півкулі. КК бета-високочастотного ритму збільшився в лівій фронтально-центральній парі.

В групі правшів в Тпс (рис.5.1.А.2) відзначали ріст СП тета-ритму у середньо фронтальних та лівій скроневій зонах, а також зниження СП бета1-піддіапазону в лівих лобних зонах, та падіння СП тета-ритму в правому латеральнофронтальному та лівому задньоскроневому відведеннях відносно попереднього стану спокою. КК (рис.5.1.Б.2) піддіапазонів бета ритму знижується в правій фронтально-центральній парі та тета ритму в правій тім'яно-потиличній парі.

В групі з відкритим правим оком (лівші) (рис.5.2.А.2) зростання СП тета-ритму має ліво центральне орієнтування, що згідно з теорією «розщеплення центральної ямки» [91], може бути пов'язане з переважним потраплянням стимулів в праве поле зору. В цій же групі спостерігається зниження СП

альфа-ритму в префронтальних зонах, а також F3 та T6. КК (рис.5.2.Б.2) збільшується в лівій фронтально-скроневій зоні.

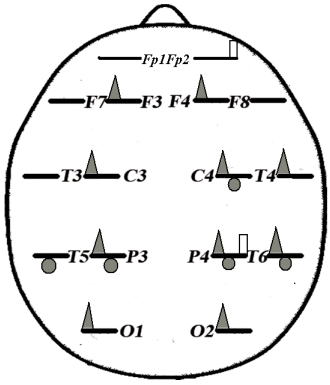
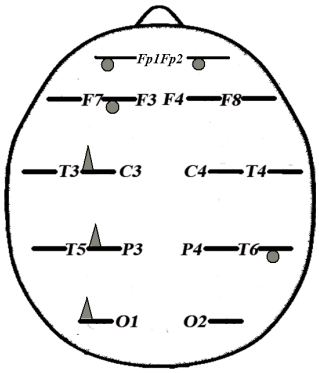
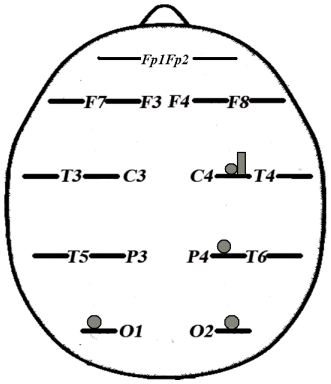
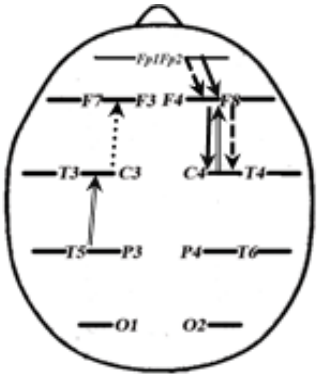
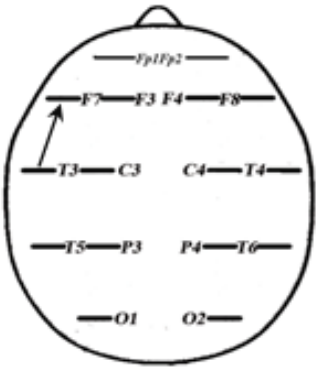
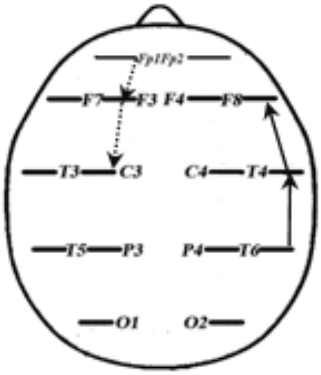
Тест	1.	2.	3.
А.			
Б.			

Рис. 5.2. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів з відкритим недомінантним правим оком (n = 15) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – ТЕ відносно стану спокою, 2 – Тпс відносно стану спокою, 3 – Тпс відносно ТЕ. Примітки, як на рис.3.1.

В обох групах (рис.5.1.А.3, 5.2.А.3) в Тпс відносно ТЕ спостерігається підвищення СП альфа-ритму, що в правшів має ліво-орієнтований характер, у лівшів – право-орієнтований, тобто іпсілатерально до відкритого недомінантного ока. У правшів КК (рис.5.1.Б.3) знижується на частотах бета-високочастотного ритму в центрально-тім'яній та тім'яно-потиличній парах правої півкулі. У лівшів КК (рис.5.2.Б.3) тета ритму зростає в фронтально-скроневій та скроневій парах правої півкулі, знижується на частотах бета-

високочастотного ритму в префронтально-фронтальній та фронтально-центральній парах лівої півкулі.

У групі правшів (рис.5.3.А.1) під час другого етапу експерименту у Т1 спостерігається генералізований ріст СП піддіапазонів бета ритму у всіх відведеннях. Ріст СП тета ритму спостерігається у всіх відведеннях лівої півкулі, окрім префронтального та в F4, C4, O2. Зниження СП альфа ритму відмічається в задніх-скроневих регіонах обох півкуль та центральному, тім'яному, передньому скроневому відведеннях правої півкулі. КК (рис.5.3.Б.1) тета ритму зростає в центральних та потиличних парах, знижується в тім'яно-потиличній парі правої півкулі. КК альфа ритму знижується в правих скроневій та тім'яно-потиличній парах. КК бета-високочастотного ритму зростає в лівих скроневій та центрально-тім'яній парах.

Під час Т2 (рис.5.3.А.2) СП тета ритму зростає у всіх відведеннях, окрім префронтальних, альфа ритму знижується в правих скроневих, тім'яних та центральних відведеннях, а також лівому тім'яному відведенні. СП бета-високочастотного ритму зростає у F8 та T6. КК (рис.5.3.Б.2) тета ритму зростає в фронтальних та центральних парах, знижується в тім'яних та потиличних парах, зростає в лівій фронтально-скроневій парі, знижується в правій тім'яно-потиличній парі. КК альфа ритму зростає в правій фронтально-центральній парі та знижується в лівій тім'яно-потиличній парі. КК бета-високочастотного ритму зростає в центрально-тім'яних парах обох півкуль, фронтально-центральній та фронтально-скроневій парах лівої півкулі, тім'яно-потиличній парі правої півкулі.

Під час Т3 (рис.5.3.А.3) СП тета ритму зростає в центральних та передніх скроневих відведеннях обох півкуль, правих фронтальних, задньому скроневому та потиличному відведеннях. СП альфа ритму знижується в тім'яних та передніх скроневих відведеннях обох півкуль, а також в F8 та T6. СП бета-високочастотного ритму знижується в F3, T3, C3. КК (рис.5.3.Б.3) тета ритму збільшується в центральних та потиличних парах, скроневих та

фронтально-скроневій парах лівої півкулі. КК альфа ритму знижується в тім'яно-потиличних парах обох півкуль.

В Т4 (рис.5.3.А.4) відмічається значно менше зон активації, ріст СП тета ритму спостерігається в центральних регіонах обох півкуль, а також в правій тім'яній зоні. Зниження СП альфа ритму спостерігається в префронтальних, тім'яних, скроневих зонах обох півкуль, а також в правій центральній та лівій фронтальній зонах. КК (рис.5.3.Б.4) тета ритму збільшується по свій центральній лінії скальпу, окрім префронтальної пари, в Т3-Т4, а також КК бета-високочастотного діапазону зростає в правій фронтально-скроневій парі.

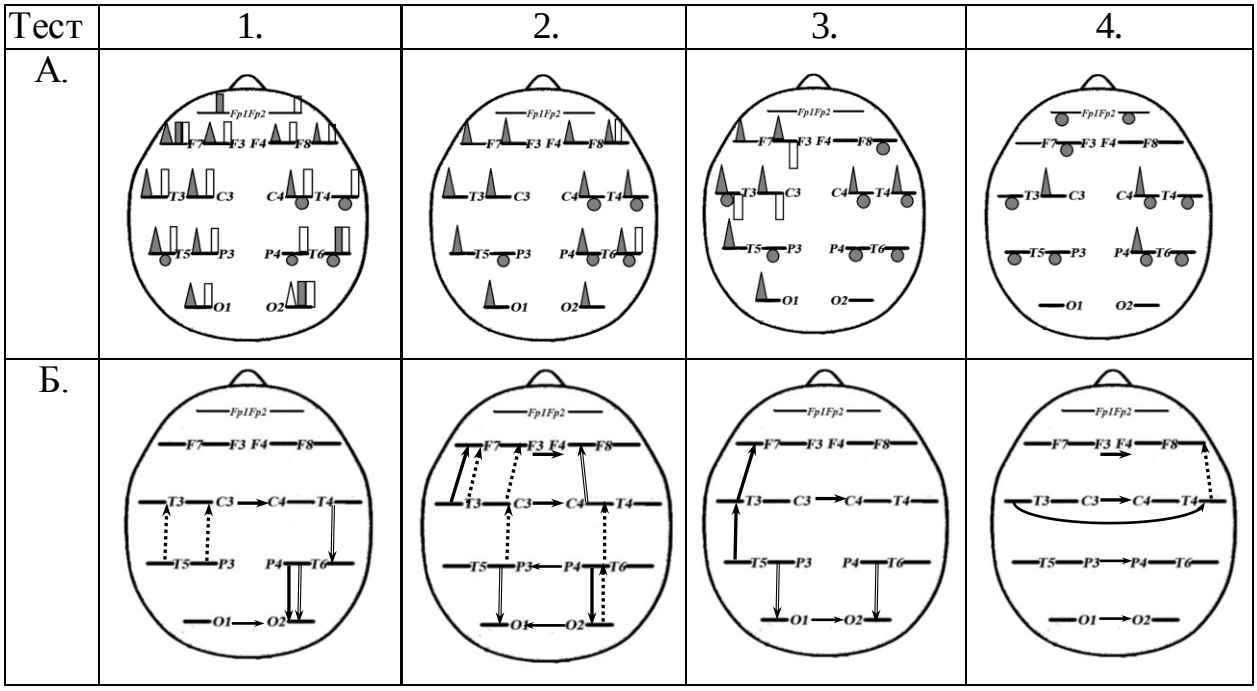


Рис.5.3. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ правшів з відкритим недомінантним правим оком (n = 20) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою. Примітки, як на рис.3.1.

В групі лівшів в Т1 (рис.5.4.А.1) спостерігається ріст СП тета ритму у

всіх відведеннях, окрім префронтальних. СП альфа ритму знижується в лівих фронтальних, потиличному, задньому скроневому відведеннях та правих тім'яному та задньому скроневому. КК (рис.5.4.Б.1) тета ритму зростає в фронтальних, центральних, потиличних парах, фронтально-скроневих парах обох півкуль, в лівих префронтально-фронтальній та тьмяно-центральній парах. КК тета ритму знижується в лівій центрально-тім'яній парі. КК піддіапазонів бета ритму зростає в правій тім'яно-потиличній парі та лівих скроневих та центрально-тім'яній парах.

В Т2 (рис.5.4.А.2) СП тета ритму зростає у всіх відведеннях, окрім префронтальних та правого потиличного відведення. СП бета діапазону ЕЕГ зростає в F7, F3, O2. СП альфа ритму знижується в префронтальних та потиличних відведеннях обох півкуль, лівих скроневих та тім'яному відведеннях. КК (рис.5.4.Б.2) тета ритму збільшується по всій центральній лінії скальпу, окрім префронтальної пари, в фронтально-центральних та фронтально-скроневих парах обох півкуль, а також в лівих скроневих парах та правій центрально-тім'яній парах. КК альфа ритму збільшився в парі С4-F4, бета-високочастотного ритму в центрально-тім'яних парах обох півкуль, а також в лівій фронтально-скроневій парі.

В Т3 (рис.5.4.А.3) ріст СП тета ритму мало чим відрізняється від 2 попередніх тестів, спостерігається у всіх відведеннях, окрім префронтальних, потиличних та Т5. Зниження СП бета ритму спостерігається у лівій півкулі, а саме в F3, T3, C3, P3, T5. СП альфа ритму знижується в потиличних, скроневих, тім'яних зонах обох півкуль, а також в F8. КК (рис.5.4.Б.3) тета ритму зростає в фронтальних, центральних, тім'яних парах, знижується в тім'яно-потиличних парах обох півкуль. КК піддіапазонів бета ритму знижується в префронтально-фронтальних парах обох півкуль, в правих фронтально-центральних та фронтально-скроневих парах та лівій тім'яно-потиличній парі.

В Т4 (рис.5.4.А.4) ріст СП тета ритму спостерігається в фронтальних, центральних, тім'яних, задніх скроневих відведеннях обох півкуль, а також

передній скроневій зоні лівої півкулі. Зниження СП альфа ритму у потиличній зоні, правій скроневі та потиличній. Ріст СП бета високочастотного діапазону в правій потиличній зоні. КК (рис.5.4.Б.4) тета ритму знижується в тім'яній парі та тім'яно-потиличних парах обох півкуль, скроневій парі правої півкулі, зростає в фронтальній парі. КК альфа римту зростає в фронтально-скроневій парі лівої півкулі, бета-низькочастотного ритму в тім'яно-потиличній парі лівої півкулі. КК бета-високочастотного ритму зростає в центрально-тім'яних парах обох півкуль, тім'яно-потиличній парі правої півкулі, лівих скроневих та фронтально-центральній парах.

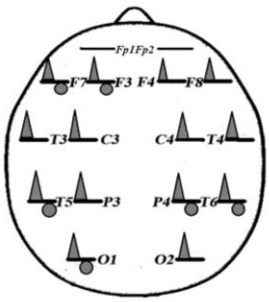
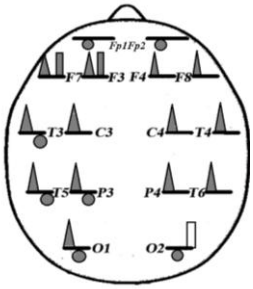
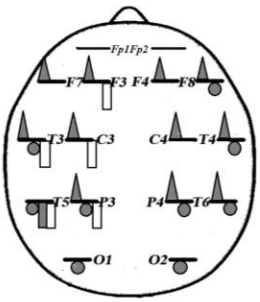
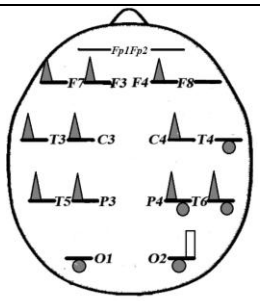
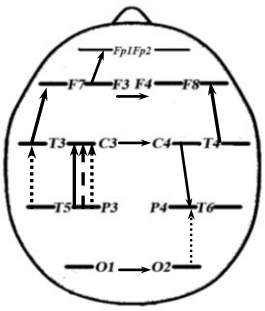
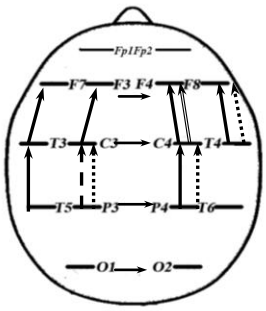
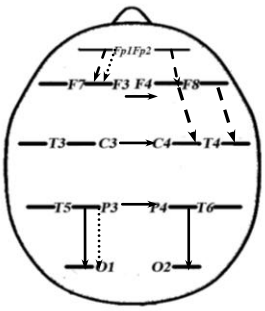
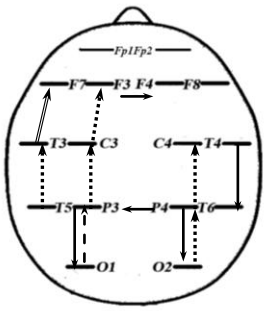
Тест	1.	2.	3.	4.
А.				
Б.				

Рис.5.4. Топокарти значущих змін спектральної потужності (СП) (А) та когерентності (Б) основних ритмів ЕЕГ лівшів з відкритим недомінантним правим оком (n = 20) при виконанні тестових завдань.

Примітки:
1 – Т1 (ТЕ на фоні позитивних зображень), 2 – Т2 (ТЕ на фоні еротичних зображень), 3 – Т3 (ТЕ на фоні нейтральних зображень), 4 – Т4 (ТЕ на фоні негативних зображень). Всі тести відносно стану спокою.

Таким чином, генералізований ріст спектральної потужності тета-ритму по всіх зонах відбувався при презентації емоційних стимулів у недомінантне око як у групі лівшів, так і у групі правшів в обох півкуля. Ріст

тета ритму є маркером нейрональної інтеграції між лобною і скроневою корою під час операцій в робочій памяті. Генералізоване збільшення тета-ритму зазвичай трактують як загальне емоційне напруження. Що може відображати залучення неспецифічних мереж пам'яті та ріст загального емоційного напруження. Неможливість ігнорувати емоційний контекст позначається більшою кількістю помилок під час проходження тесту з емоційними словами стосовно тесту із псевдословами. При виконанні завдання з відкритим неведучим оком латентний період реакції лівої руки на емоційні слова значуще не відрізняється від такого правої руки для лівшів і правшів. Це може бути доказом активного залучення обох півкуль в аналіз емоційного контексту саме у групі з відкритим недомінантним оком. Аналіз слів на чорному фоні проходив перважно в межах однієї півкулі, що справедливо і для домінантних груп, очевидно дві півкулі проводили аналіз паралельно не об'єднуючись у фізіологічну систему. Однак, аналіз слів на фоні афективних зображень демонструє потужні міжпівкульні взаємодії на частоті тета ритму, що може бути пов'язане з діяльністю низхідної системи уваги, поясної звивини та процесами відгальмовування відповідей на нерелевантні подразники.

Монокулярна презентація стимулів через недомінантне око (I етап):

ТЕ на чорному фоні. Аналіз змін електричної активності мозку в групах з відкритим неведучим оком під час проходження тесту зі словами (ТЕ) щодо стану спокою виявив характерні зміни спектральних компонентів ЕЕГ (рис. 5.1.А.1). У обстежуваних, які проходили тест із відкритим лівим оком (праворукі), виявлено генералізоване зростання СП тета-ритму у всіх ЕЕГ-відведеннях, окрім передньолобних, щодо стану спокою (відкриті очі). Це може відображувати ріст емоційного напруження обстежуваних під час виконання завдання. Схожа картина відмічається й у лівшів (рис. 5.2.А.1), зростання СП тета-ритму супроводжується зниженням потужності альфа-

ритму в правому центральному, тім'яних, задніх скроневих відведеннях, локальне зростання СП бета-високочастотного діапазону в Fp2, P4.

Тпс на чорному фоні. В обстежуваних, що дивилися лівим оком (правші), у тесті з псевдословами відзначали ріст СП тета-ритму в середньофронтальних і лівій скроневій зонах, а також зниження СП бета1-піддіапазону в лівих лобних зонах, а також падіння СП тета-ритму в правому латеральнофронтальному та лівому задньоскроневому відведеннях відносно попереднього стану перепочинку.

У групі з відкритим правим оком (лівші) зростання СП тета-ритму має лівоцентральне орієнтування, що, згідно з теорією «розщеплення центральної ямки» [130], може бути пов'язане з переважним потраплянням стимулів у праве поле зору. У цій же групі спостерігається зниження СП альфа-ритму в префронтальних зонах, а також у відведеннях F3 та T6.

Тпс відносно ТЕ. В обох групах при виконанні тесту з псевдословами порівняно з тестом зі словами спостерігається підвищення СП альфа-ритму, що у правшів має лівоорієнтований характер, у лівшів – правоорієнтований, тобто іпсілатерально до відкритого недомінантного ока.

Підтвердження цих спостережень можна знайти у дослідженнях інших авторів. Так, раннє розпізнавання емоційних слів порівняно з нейтральними з'являється після 100–140 мс демонстрації стимулу, коли топографія емоційних слів, представлених у правому зоровому полі, демонструє двобічну активацію в латеральних потиличних регіонах, з більшою активацією у правій півкулі. Скальптопографія в інших умовах (емоційні слова пред'являються в лівому зоровому полі, а нейтральні – в кожному з зорових полів) показує активацію аналогічних регіонів, але головним чином у лівій півкулі [129].

Так, у обстежуваних, що виконували тест із відкритим лівим оком, відмічали зростання СП альфа-ритму в лівих скронево-потиличних зонах, що відображає зниження рівня активації мозку порівняно з першим завданням, зниження СП тета-ритму в лівій префронтальній зоні та підвищення СП

високочастотного бета-ритму в правій пре фронтальній зоні. Фактично, спостерігаємо локальну кіркову активацію в правій префронтальній зоні.

Можна припустити, що обробка інформації в цьому тесті потребує менших зусиль від обстежуваних в обох тестових групах, що також підтверджується значуще меншою кількістю помилок 3 [1, 7] порівняно з тестом зі словами 6 [4, 10] (таблиця 5.2). Складається таке враження, що нерелевантна завданню емоційна інформація, яка потрапляє до мозку черезнедомінантний зоровий канал, здатна викликати більше емоційне напруження обстежуваних.

На користь даного твердження свідчать показники ЛП сенсомоторних реакцій (таблиця 5.1). Так, у групі правшів, що виконували завдання (ТЕ) з відкритим недомінантним лівим оком ЛП лівої руки на емоційні слова значуще не відрізняється від ЛП правої руки за рахунок підвищення часу називання кольору емоційного слова як правою, так і лівою рукою. Це може бути доказом активного залучення систем обох півкуль в аналіз емоційного контексту саме у групі з активним недомінанатним оком, адже у групі бінокулярів (контроль) різниця ЛП правої та лівої рук зберігається (що є логічним з огляду розташування мовного центру в лівій півкулі).

Аналогічно спостерігаємо відсутність статистично значущої різниці ЛП лівої та правої руки на емоційні слова у групі лівшів під час виконання завдання з відкритим недомінантним правим оком.

Несподіване прохання пригадати слова, що були використані у першому завданні, виявило вірогідно краще відтворення емоційних слів порівняно з нейтральними у всіх групах, що вказує на преференцію мозкових ресурсів в обробці емоційної лексики порівняно з нейтральною (див. таблицю). При цьому відмінностей у кількості пригаданих слів між різними групами не спостерігалося. Слова, які містять емоційно значущі для людини компоненти, викликають «захоплення» уваги, незважаючи на свідому установку ігнорувати семантичне значення слів, про що свідчить більший відсоток пригаданих емоційних слів у всіх групах, аналогічно даним наших

попередніх досліджень [4]. Для відповіді на питання, чи ріст СП тета-ритму при баченні через недомінантне око пов'язаний зі специфікою незвичної стимуляції недомінантного ока доцільним буде дослідити групи ліворуких і праворуких обстежуваних в умовах сприйняття інформації через домінантне око.

Генералізований ріст спектральної потужності тета-ритму по всіх зона відбувався при презентації емоційних стимулів у недомінантне око як у групі лівшів, так і у групі правшів в обох півкулях, що відображає емоційне напруження обстежуваних.

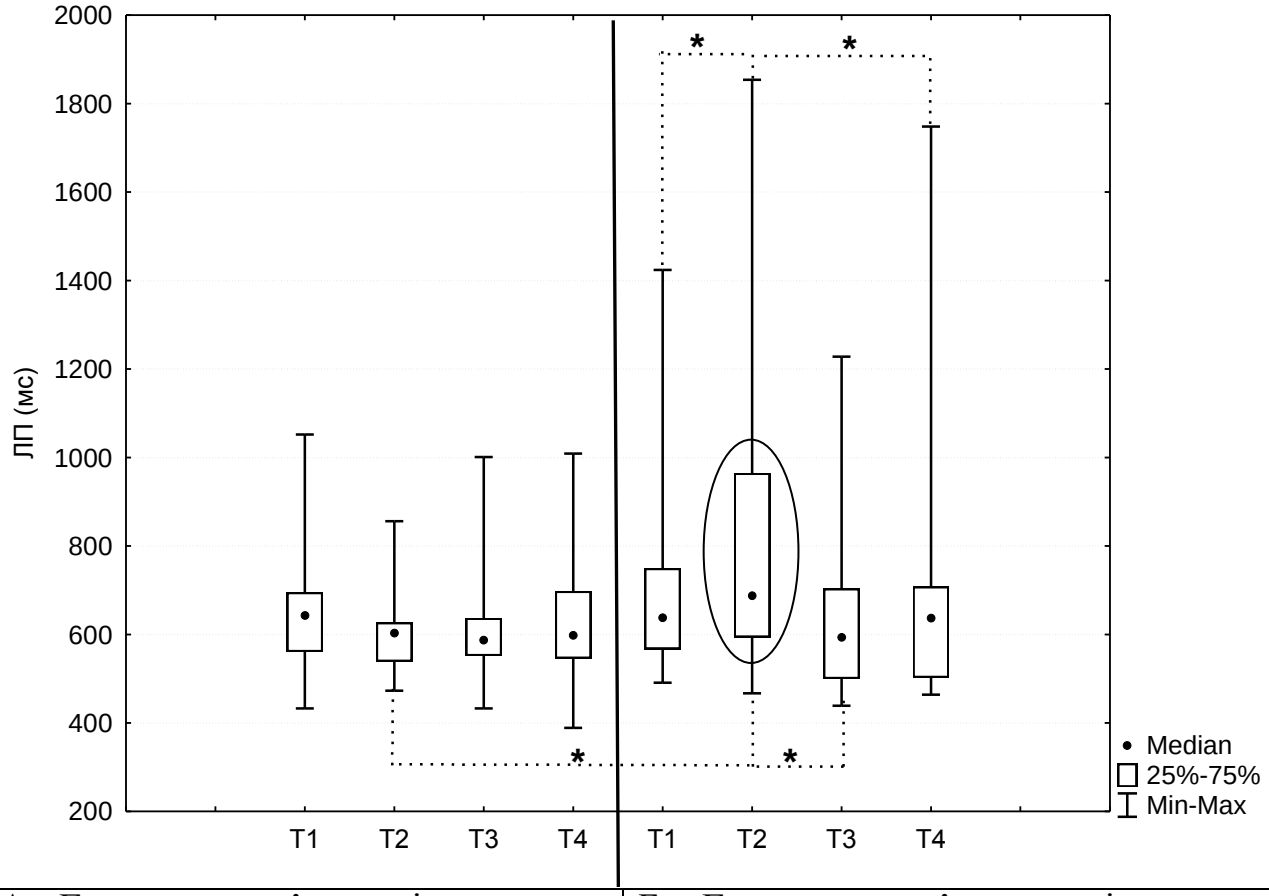
Неможливість ігнорувати емоційний контекст позначається більшою кількістю помилок під час проходження тесту з емоційними словами стосовно тесту із псевдословами. При виконанні завдання з відкритим неведучим оком латентний період реакції лівої руки на емоційні слова значуще не відрізняється від такого правої руки для лівшів і правшів. Це може бути доказом активного залучення обох півкуль в аналіз емоційного контексту саме у групі з відкритим недомінантним оком.

Монокулярна презентація стимулів через домінантне та недомінантне око (II етап):

ТЕ на фоні IAPS. Нагадаємо, що обстежувані були поділені за зоровою домінантністю, завдання в різних групах не відрізнялись, лише домінантність відкритого ока під час монокулярного сприйняття грала ключову роль.

З рис. 5.5 Б видно, що під час сприйняття нейтрального слова в групі з відкритим недомінантним оком ЛП реакції лівої руки (іпсілатеральної до відкритого ока) був достовірно довший на фоні еротичної картинки, ніж на фоні всіх іншим картинок (позитивна, нейтральна, негативна), в той час як подібна різниця відсутня в групі з відкритим домінатним оком (рис.5.5 А). Очевидно, що фон має значення та лише в умовах сприйняття через недомінантне око, оскільки нейтральне слово саме по собі не викликає захоплення уваги у обстежуваних [124,1]. З огляду на те, що картинка була еротичного характеру, можна припустити, що права півкуля, відповідальна за

аналіз емоційного компоненту [47], була залучена в обробку стимулу в цих умовах, що відображається в подовженні ЛП лівої руки.



А. Група ***правшів***, домінантне око відкрите (праве)	Б. Група ***правшів***, недомінантне око відкрите (ліве)

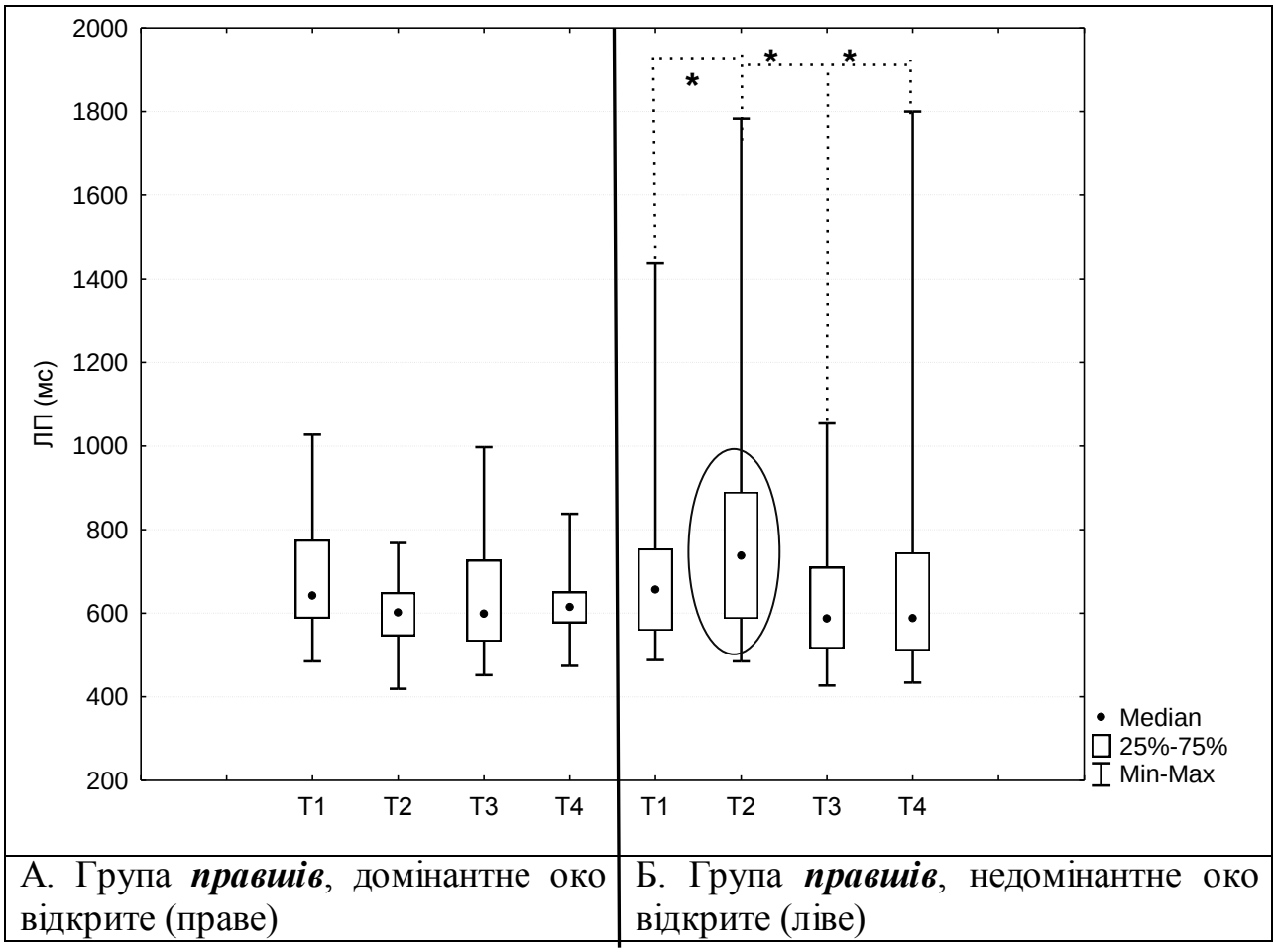
Рис.5.5. Латентні періоди реакції правшів лівою рукою на нейтральні слова при виконанні тестових завдань за умови сприйняття домінантним (А) та недомінантним оком (Б) (Медіана та квартилі 25% і 75%).

Примітки: Т1 – ТЕ на фоні позитивних зображень, Т2 – ТЕ на фоні еротичних зображень, Т3 – ТЕ на фоні нейтральних зображень, Т4 – ТЕ на фоні негативних зображень.

* - $p<0,05$

Схожа картина спостерігається і на рис. 5.6 Б - ЛП реакції правої руки на емоційні слова на фоні еротичної картинки був достовірно більший ніж на фоні інших картинок, в той час як подібна різниця відсутня в групі з відкритим домінантним оком (рис.5.6 А). Тут це може бути пов’язане з особливістю розташування мовного центру в лівій півкулі у правшів. Можна

припустити, що обстежуваний звертає увагу на еротичну фонову картинку і мимовільно читає емоційне слово (залучена ліва півкуля), що відображається в подовженні часу реакції правою рукою.



А. Група ***правшів***, домінантне око відкрите (праве)

Б. Група ***правшів***, недомінантне око відкрите (ліве)

Рис.5.6. Латентні періоди реакції правшів правою рукою на емоційні слова при виконанні тестових завдань за умови сприйняття домінантним (А) та недомінантним оком (Б) (Медіана та квартилі 25% і 75%).

Примітки, як на рис.5.5.
* - $p<0,05$

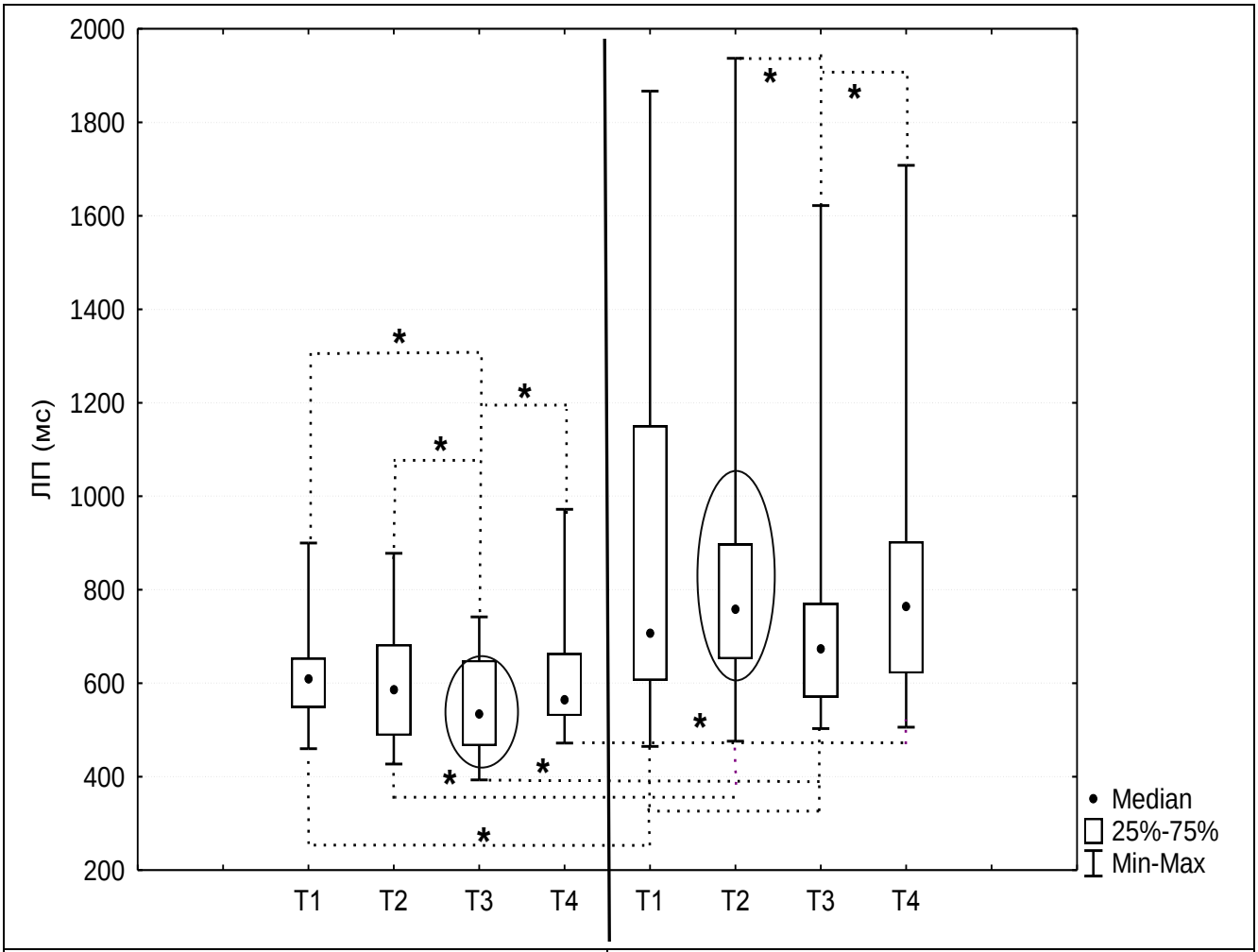
Розглянемо спектральні потужності (СП) та коефіцієнти когерентності (КК) основних ритмів ЕЕГ у правшів під час різних тестів. У групі з відкритим домінантним оком рис. 4.3 А відмічається ріст СП бета ритму у більшості відведеннях та фактично у віх тестах окрім Т3, де фоном виступала нейтральна картинка. На рис. 4.3 Б спостерігаємо збільшення коефіцієнту когерентності (КК) високочастотного та низькочастотного бета ритму, в Т1 в

тім’яно-центрально-фронтальних парах обох півкуль, в Т2 – в потиличних парах обох півкуль, в правій півкулі від потиличних до фронтальних пар, в лівій префронтально-фронтальній парі, в Т4 – в центрально-фронтальних парах, в лівих префронтально-фронтальній та тім’яно-центральній парах. Ріст високочастотних компонентів ЕЕГ пов’язуються з виконанням когнітивних завдань та з концентрацією уваги [126]. Ріст СП тета-ритму у всіх тестах говорить про залучення неспецифічних мереж пам’яті та ріст загального емоційного напруження [127], що й не дивно, оскільки емоційний Струп-тест зазвичай має таку реакцію. Слова в тесті мимовільно читаються та запам’ятовуються. Оскільки потужним відволікаючим фактором у всіх завданнях була фонова картинка, можна припустити, що еротичні та негативні картинки (Т2 та Т4) викликаючи високий рівень активації, вимагають більше мозкових ресурсів для забезпечення точності виконання завдання з мінімальною кількістю помилок. Нами не було отримано достовірної різниці в кількості помилок між 4 тестами. Також простежується ефект навчання [128] оскільки під час Т3 з фоновою картинкою, що не несе загрозливої чи цікавої інформації, не спостерігається збільшення СП або КК бета ритму, що говорить про виникнення ефективної стратегії виконання завдання. Звертає на себе увагу той факт, що Т3 та Т4, та в меншій мірі Т1 супроводжувались міжпівкульними змінами когерентності тета ритму, що не спостерігалось під час Т2.

В групі правшів, що виконувала завдання з використанням недомінантного лівого ока рис. 5.3 А спостерігаємо ефект навчання, що прослідковується в зменшенні зон активації. Якщо реакція на Т1 схожа в групах з відкритим домінантним та недомінантним оком, то далі в Т2, Т3 та Т4 відмічається менше змін, те саме можна сказити і про когерентність, але тут в Т2 також відмічається міжпівкульна зміна когерентності тета-ритму (рис. 5.3 Б), чого не було в групі з відкритим домінантним оком.

Отже, в групі правшів з відкритим домінантним оком концентрація уваги на зосередженість на точності виконання завдання тривала протягом

всіх 4 тестів (деяким послабленням під час Т3), ефект навчання від багаторазового проходження емоційного Струп-тесту не спостерігався. Оскільки різниця в ЛП реакції для однакових слів та однакових рук на фоні різних за валентністю картинок не спостерігалась можна припустити, що обстежувані в цій групі намагались ігнорувати нерелевантне до завдання зображення. В групі з відкритим недомінантним оком постерігається захоплення уваги нерелевантним до завдання фоном з емоційним навантаженням.



А. Група ***лівшів***, домінантне око відкрите (ліве)	Б. Група ***лівшів***, недомінантне око відкрите (праве)

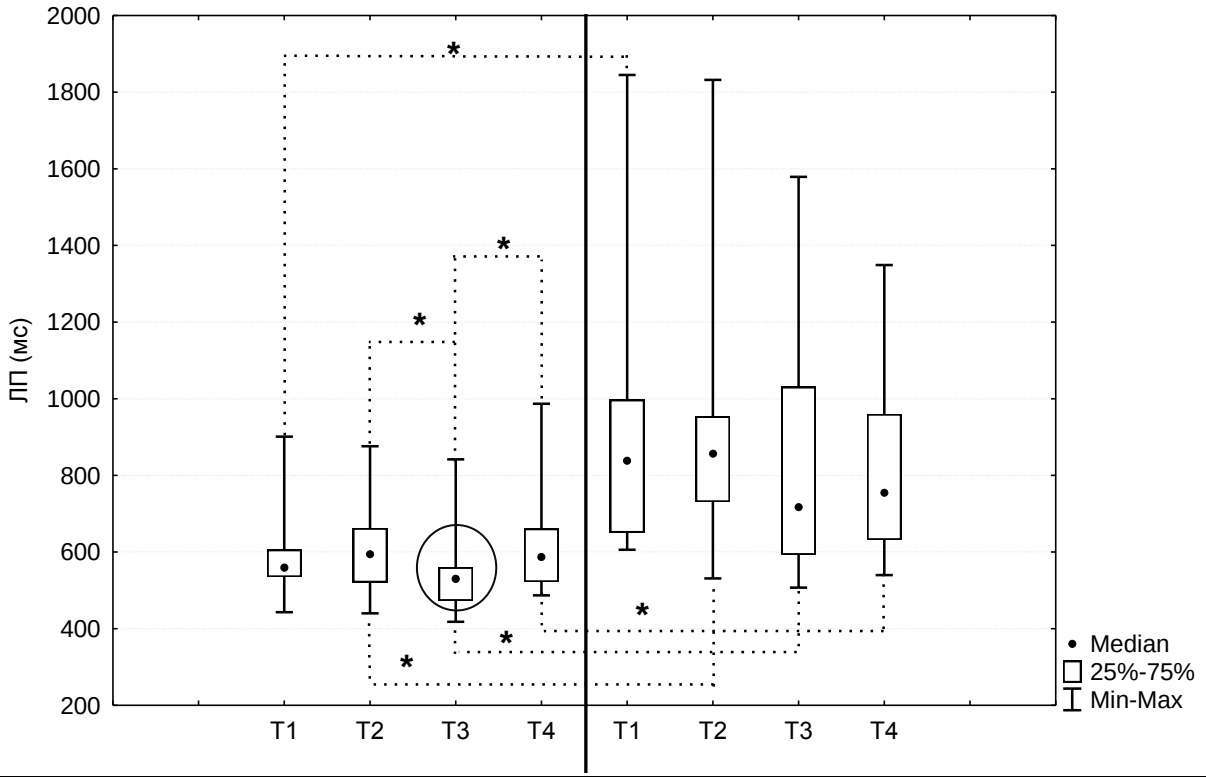
Рис. 5.7. Латентні періоди реакції лівшів правою рукою на нейтральні слова при виконанні тестових завдань за умови сприйняття домінантним (А) та недомінантним оком (Б) (Медіана та квартилі 25% і 75%).

Примітки, як на рис.5.5.

* - $p<0,05$

В групі лівшів (рис. 5.7 Б) спостерігаємо достовірно менший ЛП реакції правої (не ведучої) руки на нейтральне слово на фоні нейтральної картинки ніж на фоні всіх інших картинок як в групі з відкритим домінантним оком, так і в групі з відкритим недомінантним оком. Можна зробити припущення, що в таких умовах аналіз зображення на картинках (Т1,Т2,Т4) інтерферує з аналізом семантичного значення слова, що для групи з відкритим недомінантним оком навіть може індукувати останнє або ж підсилювати його, оскільки ЛП реакції загалом довший в групі з відкритим недомінантним оком, ніж в групі з відкритим домінантним (рис.5.7,5.8). Відомо, що нейтральна картинка згідно міжнародної бази афективних зображень IAPS не викликає ніяких емоцій чи будь-якого збудження (arousal) у обстежуваних, тому мозок не бере її в аналіз, на відміну від всіх інших використаних блоків картинок (позитивні, еротичні, негативні) [123].

Згідно даних, отриманих з використанням методики викликаних потенціалів, емоційна модуляція розподілення ресурсів уваги під час демонстрації зображень IAPS відбувається на 550 мс [122], в той час як в групі лівшів з відкритим домінантним оком (рис. 5.7 А) ЛП відповіді правою рукою на нейтральне слово становить 529 [473; 552] мс, що говорить про відсутність впливу нейтральної картинки на обстежуваних за таких умовах. Аналогічну ситуацію спостерігаємо для лівої руки при реакції на емоційне слово (рис. 5.8 А), - ЛП період реакції складає 534 [393; 742] мс. З рис. 5.3 Б видно зниження коефіцієнту когерентності альфа ритму в правій потилично-тім’яній парі у всіх тестах, в Т1 білатерально, що може бути свідченням відсутності читання слова в групі з домінантним відкритим лівим оком, оскільки відомо, що зв’язки при читанні в основному локалізуються в потиличних, скроневих та тім’яних зонах на частотах альфа ритму [122]. На рис. 5.3 А спостерігаємо поступовий ефект звикання та впрацьовування, що виражається у зменшення зон активації поступово від Т1 до Т4.



А. Група ***лівшів***, домінантне око відкрите (ліве)	Б. Група ***лівшів***, недомінантне око відкрите (праве)

Рис. 5.8. Латентні періоди реакції лівшів лівою рукою на емоційні слова при виконанні тестових завдань за умови сприйняття домінантним (А) та недомінантним оком (Б) (Медіана та квартилі 25% і 75%).

Примітки, як на рис.5.5.
* - $p<0,05$

В групі, що виконувала завдання з відкритим недомінантним оком (рис.5.4 А) ефект звикання майже не прослідковується, генералізоване зростання СП тета ритму говорить про емоційне напруження обстежуваних. Розподіл когерентних зв'язків (рис.5.4 Б), зокрема ріст КК бета ритму в центро-парієнтальних парах у всіх тестах окрім Т3 (нейтральна картинка) може бути пов'язаний з читанням слів та пошуком асоціацій [122]. Тим більше, медіана ЛП відповіді значно перевищує час точки модуляції (550 мс) розподілення ресурсів уваги емоційним навантаженням фонової картинки, що говорить про її вплив на виконання завдання.

Таким чином, правші з використанням домінантного правого ока здатні ігнорувати нерелевантну до завдання фонову емоційну інформацію. Натомість у правшів з використанням недомінантного ока фільтри уваги не спрацьовують, що відображається у збільшення ЛП реакції на слова тесту на фоні еротичної картинки. У лівшів інформація, що потрапляє до аналізуючих структур головного мозку через домінантний зоровий канал аналізується швидше, ніж при сприйнятті через недомінантний зоровий канал, що може свідчити про повне ігнорування фону обстежуваними з відкритим домінантним оком. ЛП реакції не ведучої руки на нейтральне слово був достовірно більший на фоні еротичної картинки (відносно інших картинок) в групі правшів та достовірно меншим на фоні нейтральної картинки в групі лівшів. ЛП реакції ведучої руки на емоційне слово був достовірно більший на фоні еротичної картинки в групі правшів і достовірно меншим на фоні нейтральної картинки в групі лівшів. Ефект навчання прослідковується при сприйнятті інформації через ліве око як для лівшів, так і для правшів та очевидно не пов’язаний з зоровою домінантністю.

Нагадаємо, що ЛП реакції на псевдослова був достовірно менший ніж на справжні слова як для лівшів та і для правшів, під час бінокулярного виконання завдань. Відомо, що при підвищенні рівня когнітивних запитів в зв'язку з одним із завдань відбувається відповідне зниження ефективності виконання другого завдання. Таким чином, метод подвійних задач дуже важливий в когнітивних дослідженнях. Ми спостерігаємо збільшення часу реакції на слова на фоні зображень IAPS, відносно чорного фону, або на справжні слова відносно псевдослів, але ефективність називання кольору слова в обстежуваних з відкритим домінантним оком не знижується (немає достовірної різниці в кількості помилок).

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В межах 2-х етапів експерименту обстежувані проходили три типи завдань, що мали різну складність. Тест з псевдословами (Тпс) передбачав мінімальне залучення систем семантичного аналізу головного мозку, адже слова не мали семантичного значення. Тест із справжніми словами, чи як ми його називаємо Емоційний Струп-тест (ТЕ) вже ніс семантичне навантаження, адже за рахунок інтерференції та процесів автоматичного перемикання уваги з кольору слова на його значення, обстежуваним ставало важче виконувати завдання, про що свідчить більша кількість помилок та зон активації. Далі завдання ускладнилось фоном - зображення IAPS, що також забирають на себе ресурс уваги.

На сьогоднішній день численні роботи описують специфічну обробку візуальних стимулів, що сприймаються в правій або лівій частині поля зору [153]. Метою даного дослідження було вивчення особливостей обробки інформації в різних півкулях головного мозку з урахуванням її функціональної асиметрії та домінантності зорового каналу вхідної інформації. Загальноприйнята теорія обробки вербальної інформації, і, зокрема, обробки емоційних слів була сформована на цій основі [132]. Тим не менше, відсутні роботи, що пояснюють роль домінантного інформаційного каналу для подальшої обробки інформації на більш високих рівнях. Чи не могли б ми вважати, що бінокулярне сприйняття є просте підсумовування інформації, переданої через лівий і правий зорові тракти? Чи відрізняється обробка складної інформації, якою є символи, і зокрема слова, при виконанні завдань із прихованим змістом при подачі таких стимулів монокулярно у домінантне і недомінантне око? І нарешті, чи відрізняються нейрофізіологічні механізми обробки інформації при монокулярному сприйнятті у лівшів та правшів, питання – яке раніше не вивчалося. Вивчення особливостей організації мозку лівшів, є актуальним, оскільки існують

відмінності в психоневрологічних розладах у лівшів і правшів при ураженні аналогічних зон головного мозку.

Зорову домінантність визначають, як тенденцію надавати перевагу інформації з одного ока, на відміну від інформації з іншого [175]. Існує багато версій тесту для визначення домінантного ока шляхом прицілювання, але тест Отвір-в-картці (Hole-in-the-Card test), де обстежувані споглядають предмет через отвір в середині картки [157], є найбільш надійним [171,172,175]. Вважається, що є лише одне прицільно домінантне око для кожної людини [170]. Було встановлено, що монокулярний перегляд пов'язаний з переважною активацією системи уваги в контралатеральній домінантному оку півкулі [160]. Деякі дослідження були зосереджені на ролі верхніх горбків чотиригорбикового тіла у розвитку порушень уваги, в тому числі одностороннє просторове ігнорування [180,173]. Кожен верхній горбок отримує вхідні дані переважно з контрлатерального ока, і кожен горбок взаємодіє з іпсілатеральною півкулею. Таким чином, монокулярний перегляд зображень може переважно активувати системи уваги контралатеральної до відкритого ока півкулі. У той час відомо, що права півкуля відповідає за увагу до далеко розташованих предметів, а ліва півкуля – за увагу до близько розташованих предметів, що справедливо для правшів та навпаки для лівшів [161]. Вважається, що зміни показані при монокулярному перегляді, пов'язані з перехрестом ретинотектальних шляхів і асиметрією в системі ретина-колінчаті тіла. Дослідження на кішках та приматах показали, що волокна з назальної сітківки, які проектуються контрлатерально, чисельно перевищують волокна зі скроневої сітківки, які проектуються іпсілатерально [174]. Діаметр волокон, що йдуть від назальної сітківки ока також більший, ніж діаметр скроневих ретинальних волокон, що може забезпечувати швидшу передачу імпульсу [146]. Таким чином, за умови монокулярного сприйняття стимулу незалежно від його положення на сітківці, переважно контрлатеральна до відкритого ока півкуля активується та має перевагу в обробці інформації. Підтримку даного твердження надають дані фМРТ, що

демонструють більшу активацію контрлатеральної потиличної кори головного мозку, на відміну від іпсілатеральної кори головного мозку, при монокулярному споглядданні спалахів світла [182]. Крім того, було виявлено, що ділянки домінантного ока в первинній зоровій корі більше активуються при перегляді недомінантним оком, ніж ділянки недомінантного ока при перегляді домінантним оком [160]. У декількох дослідженнях було зроблено висновок, що для обстежуваних з домінантним правим оком монокулярна стимуляція правого ока активує більшу частину первинної зорової кори, ніж стимуляція лівого ока. Для обстежуваних з домінантним лівим оком подібна асиметрія не спостерігається [10], ймовірно, через більш амбілатеральне розташування мовних центрів у правшів порівняно з лівшами [156].

Повертаючись до результатів дослідження, перш за все необхідно звернути увагу на ті зони мозку, де ми очікували отримати зміни в ЕЕГ. В емоційному Струп-тесті завданням обстежуваних було визначити колір слова, що виникало в центрі екрану комп'ютера. Однак, за літературними даними [14], читання слів і оцінка їх емоційної значущості також має місце під час виконання цього завдання. Ці два процеси не є метою учасника, але вони є неконтрольованими або автоматичним.

Визначення семантичного значення слова. Згідно даних неврологічних досліджень, є ділянки мозку, які специфічно реагують на пред'явлення слів незалежно від завдання читати їх. Із розпізнаванням слів найчастіше пов'язують задню ділянку скронево-потиличної кори лівої півкулі (visual word form area, VWFA) – прилеглу до веретеновидної звивини. Активація цієї зони відбувається при появі стимулів, що складаються з літер незалежно від їх розташування у просторі [105]. Також в автоматичному (мимовільному) аналізі лексичних одиниць задіяна задня нижня скронева звивина разом із VWFA [106]. VWFA була ідентифікована [152] як зона нижньої скроневої області лівої півкулі, що більш активна до буквених рядків, ніж до літер в шаховому порядку. В обох експериментах спостерігалася сильніша активація

VWFA на слова, ніж на ряд приголосних. Згідно з останньою інформацією, задня нижня скронева звивина бере участь
в автоматичному аналізі лексичних слів через взаємодію з VWFA [154].

Аналіз емоційно значущих слів. Постійно зростаюча кількість даних показує, що емоційний зміст вербального матеріалу впливає на читання, в якому емоційно забарвлені слова отримують пріоритет обробки в порівнянні з нейтральними словами [151]. Які частини мозку беруть участь в автоматичному аналізі емоційних слів? Нижня скронева кора головного мозку бере участь в розподілі уваги та обробці мотиваційно-значущих подразників. Активація мигдалини і нижньо-скроневої зони кори головного мозку під час обробки емоційно значущих стимулів функціонально інтегровані через щільні реципроктні зв’язки [239].

Крім того, була показана значна зона активації в лівій екстра-стріарній корі головного мозку у відповідь на емоційні слова відносно нейтральних слів, що свідчить про розширену перцептивну обробку емоційно забарвлених подразників [150]. Більш специфічно, дорсолатеральна префронтальна кора (ДЛПФК), пов'язана з підтриманням фокусу уваги в напрямку цільових функцій (колір даного слова), показала підвищену активацію до неконгруентних кольорів слів (в класичному завданні Струпа), а також негативних слів і слів з високим рівнем збудження (arosual) (в емоційному тесті Струпа). Передня поясна звивина кори головного мозку, пов'язана з пригніченням відповіді на захоплюючі увагу стимули, була активна лише під час емоційного Струп тесту та показала підвищення рівню активації на негативні слова відносно нейтральних, та на слова з високим рівнем збудження (позитивні та негативні) відносно слів з низьким рівнем збудження [14]. Отже, можна припустити, що обстежувані підтримували фокус уваги в напрямку розпізнавання кольору слова під час емоційного Струп тесту в групах, що виконували завдання бінокулярно (рис.3.1.А.1, 3.2.А.1). Ймовірно ДЛПФК була залучена, що проявляється через білатеральне зростання СП бета ритму в префронтальних областях.

Аналогічний процес можна спостерігати в групі правшів, що виконували завдання домінантним оком (рис.4.1.А.1), на відміну від групи, що виконувала завдання недомінантним оком (рис.5.1.А.1). Друге завдання з псевдословами не несе в собі конфлікту (семантичне навантаження відсутнє), як ТЕ, тому зміни в префронтальній зоні відсутні (рис.3.1.А.2, 3.2.А.2). Можливо для виконання другого завдання цілком достатньо утримувати в робочій пам'яті інструкцію до завдання (якою рукою на який колір реагувати), що проявляється локально на частотах тета ритму (рис.3.1.А.3). В дослідженнях з використанням методики викликаних потенціалів було показано, що компонент N400 реєструється в центрально-тім'яних ділянках правої півкулі та зазвичай виникає, коли нова семантична інформація інтегрована слідами пам'яті і генерується передньою поясною звивиною [57, 45]. Оскільки в вочевидь, передня поясна звивина бере участь в вирішенні конфлікту нашого завдання (ТЕ) та пов'язана з пригніченням відповіді на захоплюючі увагу стимули (семантичне значення) можна припустити, що утворення міжпівкульних когерентних зв'язків на частоті тета ритму в центральних та тім'яних парах може бути пов'язане з її діяльністю (рис.3.1.Б.1). Під час Тпс ми спостерігаємо зниження когерентних зв'язків на частоті вже бета ритму в аналогічних зонах. Оскільки було показано, що синхронізація бета-осциляцій спостерігається при виконанні різних завдань, пов'язаних з селективним увагою [240, 241, 242], можемо стверджувати, що друге завдання потребує цього в меншому ступені. Оскільки відомо, що права півкуля бере участь в процесах контрольованого аналізу інформації [47], можна припустити, що друге звдання може бути виконане з використанням семантичних ресурсів однієї лівої півкулі автоматично, оскільки когерентні зв'язки знижуються.

Отже, отримані нами данні узгоджуються з даними інших авторів. Ймовірно, в семантичний аналіз емоційно значущих слів залучена ДЛПФК, що проявляється у збільшення СП бета ритму в префронтальних зонах (що відповідає за фокусування уваги) та передня поясна звивина на частоті тета

ритму в центрально-тім’яних зонах (що відповідає за пригнічення відповіді на захоплюючі увагу стимули). Під час виконання завдань з емоційними стимулами посилюється міжпівкульна взаємодія, в той час як відносно легші стимули можуть аналізуватись переважно в межах однієї півкулі.

Зміни СП бета ритму. Високочастотні коливання ЕЕГ, які включають бета і гамма-діапазон, інтерпретуються в літературі як кореляти різних когнітивних процесів, які вимагають високого рівня уваги [179]. За даними різних авторів ріст частки бета-ритму в ЕЕГ виявляється при вирішенні різних розумових завдань, також він є маркером мультимодальної інтеграції, коли в одному стимулі поєднуються різні якості (колір, семантичне значення) [158]. В цілому, взаємодія нейронів на високих частотах відображає формування локальних міжмодульних нервових з'єднань для специфічної обробки сигналу, в той час як низькочастотні ритми (дельта, тета) збільшуються під час залучення далеко розташованих груп нейронів і характеризують великомасштабну інтеграцію коркових структур і зміни в рівні активації. Таким чином, швидкі коливання залученні в локальні рішення, в той час як залучення віддалених нейронних груп в різних структурах мозку вимагає більше часу для отримання глобального консенсусу [148].

Єдиною відмінністю між нашими двома завданнями на I етапі дослідження був тип прикладних стимулів: в першому випадку — знайомі слова, у другому випадку — беззмістовні слова, які не мають відомого значення для суб'єктів. Ідентифікація знайомого слова проходить з активацією нейронних груп, які представляють це слово в мозку і чим частіше слово використовується і більш значущим є для людини, тим легше проходить його ідентифікація. Ми вважаємо, що беззмістовні слова більш "енергоємні" стимули, так як мозок ніколи не зустрічався з ними раніше, і намагається ідентифікувати їх автоматично шляхом залучення відповідних “систем картування”, які утворюють велику кількість нейрональних ансамблів, які беруть участь в семантичному аналізі. Завдання з

беззмістовними словами було виконане в 2-му тесті, в той час, як стратегія виконання завдання була сформована в першому тесті з реальними словами. З одного боку, друге випробування було легше для учасника і що добре видно на зменшенні часу реакції на беззмістовні слова, але, з іншого боку це, ймовірно, вимагає більш тісної інтеграції коркових модулів для автоматичного аналізу. Завдяки згаданій вище інформації, можна пояснити зростання низькочастотних коливань (тета-ритм) під час виконання цього завдання в лобовій і тім'яній центральних областях асоціативної кори. Зростання тета-ритму під час тесту з беззмістовними словами можна трактувати також як деяке емоційне напруження або труднощі з інтерпретацією цих стимулів. Це припущення підтверджується дослідженням, в якому вивчалась електрична активність мозку при прослуховуванні історій різних типів. Якщо закінчення розповіді не узгоджувалось семантично з основним змістом оповідання, спостерігалось достовірне зростання потужності тета-коливань [149].

Одним з важливих параметрів для генерації високочастотних коливань в візуальний системі і в корі головного мозку в цілому, є баланс між збудженням і гальмуванням. Конвергенція даних теоретичних і емпіричних досліджень вказує на те, що генерація високочастотних коливань у вирішальній мірі включає в себе мережі гальмівних інтернейронів [148] та глутаматергійно опосередковане проведення збудження. Останні дані [160] дозволяють припустити, що баланс збудження/гальмування, забезпечений внеском ГАМКергійних і глутаматергійних нейронів, має вирішальне значення в забезпеченні скоординованого виникнення високочастотної активності під час нормального функціонування в мережах мозку, що беруть участь у візуальній обробці. Зростання СП бета-ритму в лобних долях мозку під час тесту з емоційними словами в обох групах відображає увагу до нової задачі. Емоційний Струп тест вимагає розробки ефективної стратегії для вирішення основного завдання (ідентифікації кольору тексту) і пригнічення областей мозку, які автоматично включаються при аналізі смислового

значення слів, префронтальна кора головного мозку приймає ці процеси та служить в якості центрального виконавчого органу. Зокрема, у своїй недавній роботі Коніши (2011) показав роль чотирьох різних областей лобової кори в різних типах гальмівних реакцій у виконанні Go/No Go тесту для сортування карток на різні категорії. Наприклад, вентролатеральна частка лобної долі в правій півкулі була активована під час гальмування реакції. Можна припустити, що збільшення СП бета-коливань в правій лобній зоні також відображає гальмування помилкових відповідей або відволікаючих сигналів з областей, які були "залучені" в ідентифікацію слів. Це добре видно в групах лівшів, що виконували завдання монокулярно. Незалежно від домінантності відкритого ока ми спостерігаємо збільшення СП бета-високочастотного ритму (рис.4.1.А.1, 5.2.А.1) в правій префронтальній зоні під час ТЕ. Було показано [134], що СП в бета-діапазоні зростає при ідентифікації значення слова. Оскільки учасники могли згадати слова першого тесту після нього, ми можемо констатувати, що ідентифікація слів відбувається автоматично і ЕЕГ корелятом цього було зростання СП бета-ритму в областях, які знаходяться поруч з VWFA в задній потилично-скроневій зоні кори головного мозку в групі з правом відкритим оком (рис.4.1). Важливим є те, що під час перегляду стимулів лівим оком ми не отримали ніякої активації в бета- або тета-діапазонах в потиличних областях лівої півкулі (рис. 5.1), що вказує на різні патерни активності мозку під час монокулярної стимуляції. В діапазоні високих частот ЕЕГ ми можемо бачити прояв асиметричної обробки словесних подразників під час монокулярного сприйняття. Таким чином, збільшення СП на частотах бета-ритму протягом першого завдання зі словами вказує на процес автоматичної обробки словесних подразників і їх пригнічення ефективного визначення кольору тексту, який вимагає балансу між збудженням і гальмуванням в нейронних мережах.

Оцінюючи різницю патернів активації в групах правшів та лівшів з відкритим домінантним оком, можна відзначити, що латералізація

електричних процесів мозку спостерігалося тільки в лівшів (рис.4.2) - збільшення СП бета-діапазону відбувалося головним чином в правих лобно-скроневих областях. У правшів з правим домінантним оком ріст СП високочастотних ритмів покривав обидві півкулі, за винятком лівої лобно-скроневої ділянки під час тесту зі словами. Важливо, що в контрольній групі правшів (рис.3.1.А.1), бінокулярне виконання цього тесту супроводжувалося підвищенням СП тета, а не бета-коливань. Такі відмінності мозкових процесів в бінокулярних і монокулярних групах пропонують різні способи нейронних взаємодій під час обробки емоційною забарвлених вербальних стимулів (співпраця на різних частотах). Також звертає на себе увагу відсутність міжпівкульних когерентних зв'язків при монокулярному виконанні завдань у всіх групах (рис.4.1.Б, 4.2.Б, 5.1.Б, 5.2.Б) в той час, як бінокулярне виконання супроводжується утворенням міжпівкульних когерентних зв'язків (рис.3.1.Б, 3.2.Б).

Відповідь на емоційні стимули на частоті бета ритму вивчалась в різних дослідженнях. У дослідженні спонтанної ЕЕГ, повідомили про значний взаємозв'язок між асиметрією бета-активності в тім'яній ділянці та зосередженням уваги на сердитих виразах облич [134]. Також повідомлялось про збільшення відповідей в бета діапазоні в F3 і CZ відведеннях у відповідь на «сердиті» вирази обличчя в порівнянні з «щасливими» виразами [136]. Крім того, будо показано, що чоловіки мають більш низькі потиличні відповіді у бета діапазоні, ніж жінки під час парадигми з виразами обличчя (facial expression paradigms) [137]. Більше того, було показано більші бета-відповіді для негативних зображень у порівнянні з позитивними в фронтальній, центральній і тім'яній зонах під час презентації IAPS зображень [138]. Описані результати отримали підтвердження у дослідженні, що показало, що значущі IAPS зображення викликають більшу потужність в бета діапазоні, ніж нейтральні зображення. На рис.3.3.А.4 ми не спостерігаємо збільшення СП бета ритму у вказаних вище зонах на фоні негативних зображень IAPS, але навпаки її зниження. Це може бути пов'язане або з

ефективною стратегією виконання завдання, оскільки тест на фоні негативних картинок є 4-им тестом в ряді однакових завдань, або ж наявністю потужної системи відфільтровування фонового нерелевантного зображення. Оскільки достовірна різниця в кількості помилок відсутня (табл.3.2), можна припустити, що система гальмування відповіді на фонове зображення ефективно працювала протягом всіх 4 завдань. Ріст СП префронтального бета ритму (рис.3.3.А.1) говорить про залучення ДЛПФК, відповідальної за фокусування уваги на кольорі слова. Зниження когерентних зв'язків в правих фронтально-скроневих зонах (рис.3.3.Б.1) говорить про локальний осередок генерації даного ритму саме в префронтальній корі. Ріст СП бета ритму в потиличних зонах спричинений сильною активацією первинної зорової кори у відповідь на зображення в тесті.

В ході дослідження когерентних зв'язків під час демонстрації IAPS зображень виявили збільшення відповідей в бета діапазоні під час вільного перегляду високо збуджуючих (приємні і неприємні) і нейтральних зображень [139]. Цей висновок підтверджує те, що нейронна активності в бета діапазоні відноситься до аналізу емоційних подразників [139,140]. Використовуючи складні стимули, в тому числі вирази обличчя, мова тіла і голосова інформація, досліджували мультисенсорне сприйняття емоцій. На відміну від попередніх результатів, було повідомлено про супресію відповідей в обох альфа і бета діапазонах на емоційні стимули, але не на нейтральні стимули [141]. У дослідженні проводили аналіз впливу виразу обличчя на сприйняття болю та показали, що презентація облич з емоційними виразами призводить до сильнішого двостороннього придушення активності спричиненої болем в бета діапазоні (pain-induced beta band activity) в порівнянні з нейтральними виразами облич, що можливо, відображає підвищену готовність реагування з боку сенсомоторної системи [142]. В нашому завданні зображення високого збудження демонструвались в Т2 (еротичні) та Т4 (негативні), і дійсно під час цих тестів когерентність в

деяких зонах збільшується, в той час як на фоні зображень низького збудження (Т1 та Т3) вона завжди знижується (рис.3.3.Б.1,3.3.Б.3).

Бета коливання пов’язані з подією у відповідь на презентацію знайомих і незнайомих облич були також проаналізовані в літературі. Було повідомлено про тривалу пов’язану з подією фронтальну бета активність у відповідь на незнайомі обличчя в порівнянні зі знайомими обличчями [143]. Також показали, що пов'язана з подією бета синхронізація в правій префронтальній області була значно вище у відповідь на власне обличчя учасника, ніж знайоме обличчя на 400-800 мс після появи стимулу [144]. В нашому завданні ми не демонстрували вирази облич окремо, але в Т4 може мати місце такий аналіз оскільки негативні зображення ілюстрували сцени насилля або страждання (рис.4.3.А.4). Притримуватись цього твердження нас спонукає поступове згасання (з Т1 до Т4) бета активності у префронтальних зонах у більшості груп, окрім правшів з відкритим домінантним оком.

Також повідомлялось, що бета-коливання беруть участь в інтеграції сенсомоторної сигналізації і низхідної системи уваги [243]. Основним ефектом низхідної системи уваги є те, що нервова діяльність посилюється для конкретного місця розташування або особливості об'єкту інтересу в той час, як придушення нейрональних відповідей спостерігається для незначущих подразників (семантичне значення слова, фонова картинка). Ці типи модуляції відповіді спостерігаються в районах обох вентрального і дорсального шляхів, в зонах: V1, V2, V4, IT (нижня скронева кора), MT (середня скронева кора), PPC (задня тім'яна кора) та ДЛПФК. Припускають, що як ДЛПФК, так і PPC можуть забезпечувати сигнали top-down та контролювати увагу [244]. У нашому дослідженні залучення низхідної системи уваги та її прояв на частотах бета ритму чітко виражене у лівшів. На рис.3.2.Б.1 спостерігаємо збільшення когерентності на частотах бета ритму в тім’яно-центральних зонах, на рис.3.4.Б.1 та 3.4.Б.2 - в тім’яних та скроневих, на рис.4.2.Б – центрально-тім’яних.

Отже, на частотах бета ритму у наших дослідженнях ми можемо спостерігати активність ДЛПФК, що відповідальна за фокусування уваги на завданні та структур, що входять до вентрального та дорзального інформаційних шляхів та пов’язані з низхідною системою уваги.

Зміни СП тета ритму. Тета ритм відображає динамічні взаємодії між системою гіпокампу і неокортексом [145]. Експериментальні дані в основному підтверджують гіпотезу про те, що тета-активність грає функціональну роль у формуванні ансамблів клітин, процес, який може являти собою нейронну основу формування пам'яті і пошуку. Зростання СП тета ритму розглядається як стан готовності до обробки інформації, корелят кодування інформації в робочій пам'яті [163] під час ментального відтворення подразників [134]. Дослідження ЕЕГ з використанням пізнавальних завдань вже спостерігали збільшення потужності тета-коливань під час взаємодії виконавчих функцій [147], особливо в префронтальних областях. Відповідно до ідеї, що процеси пам'яті знаходять своє відображення в тета коливаннях [8], дослідження мови показали, що тета-коливання чутливі до лексико-семантичного пошуку [133]. Тета ритм посилюється також під час перегляду емоційно забарвлених стимулів, особливо при перегляді афективних зображень з негативною валентністю, в таких умовах зростання СП тета-ритму спостерігається в основному в скронево-потиличних районах [169]. Зокрема, було продемонстровано збільшення СП тета-ритму на частоті 7-8 Гц під час читання емоційних слів у порівнянні з нейтральними (як приємні і неприємні) білатерально в скроневій, лобній і тім'яній областях головного мозку [167]. Підводячи підсумок, було показано, що тета коливання корелюють з великою кількістю різноманітнітних поведінкових, когнітивних і емоційних змін, але їх основний домен, припадає на пам'ять і емоційні регуляції [165]. Зональні зміни тета-ритму, записані в нашому експерименті, узгоджуються з результатами інших авторів [181], які досліджували динаміку ЕЕГ під час аналізу і запам'ятовування вербальних подразників разом з кольором їх

написання, хоча це не був Струп тест. Успішне кодування семантичного значення слова стимулу може вимагати обміну інформацією між вентральним шляхом асоціативних зон (за участю VWFA) і лівою лобною ділянкою, що можливо, грає роль в семантичному пошуку [152]. Одним з можливих варіантів є те, що при кодуванні, нейрони в лівих лобних структурах починають проявляти ритмічну тета-активність, яка за умови достатньої стійкості, залучає синхронізовані по фазі відповіді нейронів в лівих задніх асоціативних зонах [181]. Така активність може утворювати кореляти нейрональної інтеграції в процесі кодування. Разом з тим, в фМРТ дослідженні з використанням дуже подібного завдання було показано, що активація в правій нижній лобній звивині (BA 44, що приблизно відповідає розміщенню нашого електрода F8) передбачає успішне кодування слова і кольору його шрифту [176]. Під час аналізу спектральної потужності припустили, що позиція + кодування контексту (слово і колір) було пов'язане з фазовою синхронізацією в тета-діапазоні між лобними та задніми ділянками білатерально. У нашому дослідженні під час виконання тесту з беззмістовними словами, ми отримали двостороннє збільшення тета-ритму в порівнянні зі станом спокою в обох монокулярних домінантних групах (рис.4.1.А.2,4.2.А.2), хоча зміни були більш локальними в порівнянні з такими бінокулярними контрольними групами (рис.3.1.А.2,3.2.А.2). Загалом, наш результат узгоджується з висновками інших авторів, які показали, що всебічний аналіз вербальних подразників разом з контекстом (в даному випадку колір) відбувається паралельно в обох півкулях – ліва - смислове значення, права - контекст, або колір.

Можна припустити, що сприйняття слів з використанням домінантного ока супроводжується збільшенням СП високочастотних коливань ЕЕГ, які зазвичай супроводжують когнітивні процеси, які зосереджені в лобній і потиличній областях. Дослідження минулих років показали, що в ході конфліктних завдань, таких як кольорова парадигма Струпа (в нашому завданні ми застосували модифікацію даного завдання), церебральне

кровонаповнення в двох областях мозку збільшується: (1) система передня поясна звивина - фронтальна кора, що відповідає за вибір та відображення релевантної до задачі реакції (називання кольору), коли завдання потребувало найбільше вимог до уваги і (2) в потилично-скроневі області (вентральний потік візуального аналізу). Одночасне зниження активності в описаних вище зонах спостерігалось в завданнях, де немає процесу інгібування читання слова [1]. Ці процеси чітко видно в групі з відкритим домінантним правим оком (рис.4.1.Б.2) під час Тпс. Оскільки процесу інгібування читання слова немає (стимули позбавлені сенсу) ми спостерігаємо зниження когерентних зв'язків у вказаних вище зонах, але у контрлатеральній до відкритого ока півкулі. Збільшення СП бета-ритму розглядається як корелят ендогенних низхідних процесів уваги, де вона спеціально орієнтована на конкретну ознаку стимулу [158]. В умовах відкритого недомінантного ока були виявлені відмінності в характері ЕЕГ між двома тестами. Також може бути й інше пояснення. Міг мати місце ретельний аналіз слів в першому тесті і беззмістовних слів в другому тесті, про що свідчить значна активація під час Тпс. На користь цього факту ніякої різниці в кількості помилок між двома випробуваннями не було в обох групах, які виконували завдання з домінантним відкритим оком (табл. 4.2), в той час як значно менша кількість помилок спостерігається при Тпс проти ТЕ для правшів, при використанні недомінантного ока (табл.5.2). Збільшення СП тета-ритму під час тестування в групі лівшів може бути маркером нейронної інтеграції під час роботи з інформацією для її зберігання в пам'яті [164]. Можна припустити, що сприйняття інформації через домінуючий зоровий канал призводить до фокусування уваги на завданні (називання кольору слова), і не звертання уваги на емоційну складову стимулу. Потужне збільшення спектральної потужності бета-діапазону спостерігалося в групі правшів, в групі лівшів цей ефект спостерігався в межах правої півкулі і супроводжувався збільшенням СП тета ритму. На користь ігнорування емоційного контексту, свідчить відсутність різниці СП основних ритмів під

час тесту з беззмістовними словами і тесту з справжніми словами (рис.4.1.А.3, 4.2.А.3), відсутня різниця в кількості помилок між двома тестами (табл.4.2).

Повідомлялось про зростання тета-активності під час перегляду зображень знайомих осіб в порівнянні з незнайомими особами [218]. Було показано, що особи похилого віку мають меншу потужність тета ритму, на відміну від молодих осіб в завданнях на розпізнавання облич [222]. Було проведено аналіз пов'язаних з подією тета коливань у відповідь на презентацію власного обличчя обстежуваного, знайомого і незнайомого обличчя [223]. Автори повідомляють про зниження тета-фазової синхронізації у відповідь на власне обличчя в порівнянні зі знайомими і незнайомими обличчями [224]. Обстежуваних просили віддати перевагу одному з двох облич. Підвищену фронтальну відповідь у тета діапазоні було зафіксовано у обстежуваних, які обирали друге обличчя.

Парадигма з виразом обличчя (Facial expression paradigms) показала збільшення тета-коливань у відповідь на негативні вирази [225]. Було показане збільшення фронтальної синхронізації тета коливань у відповідь на презентацію емоційних виразів облич порівняно з нейтральними. Було продемонстровано, що вираз страху викликає більшу синхронізацію тета, ніж нейтральний вираз обличчя [226]. Також повідомили про сильну синхронізацію тета коливань у відповідь на емоційні вирази обличчя (сердитий і щасливий) порівняно з нейтральними обличчями [227]. В нашому дослідженні ми не отримали однозначних відповідей на частоті тета ритму на щасливі лиця в Т1 чи злі лиця і Т4.

Автори також повідомляють, про більшу синхронізацію тета коливань у пацієнтів з чутливим або емоційним досвідом [227]. Дослідники використовували два різні завдання і два різних зразка: в експліцитному завданні учасників просили визнати емоцію та в імпліцидному визначити стать. Результати показали, що в імпліцитному експерименті синхронізація досягла свого піку на ранньому етапі обробки (до 250 мс); однак, в

експліцитному експерименті, синхронізація досягла свого піку на пізніх етапах обробки (після 250 мс).

Також було показано, що синхронізація тета коливань на ранньому етапі аналізу була більш виражена у чоловіків, в той час як пізні стадії обробки були більш виражені у жінок [228]. Та ж група також показала, що вимірювання гніву між суб'єктами з низьким рівнем тривожності позитивно пов'язане зі ступенем синхронізації тета коливань у відповідь на презентацію облич [229]. Було проаналізовано відповіді в діапазоні тета ритму на зображення облич, що виражали біль і гнів порівняно з нейтральними виразами. Обличчя, що демонстрували біль були визнані більш неприємними і збуджуючими, ніж злі та нейтральні обличчя [230].

Було проведено аналіз потенціалів пов’язаних з подією під час презентації відео різної емоційної валентності (нейтральні, позитивні, негативні) і зображень IAPS [231, 232, 233, 234]. Ці дослідження включали здорових обстежуваних, що страждали на алекситимію в порівнянні з обстежуваними без алекситимії [234], з високим і низьким рівнем тривожності [233,235] та прихильників техніки Сахаджа Йоги в порівнянні з контрольною групою [235]. Вчені проаналізували коливальні спектри у 76 здорових випробовуваних при пред'явленні емоційно негативних, позитивних і нейтральних відео [236]. У порівнянні з контрольним нейтральним станом, презентація афективних відео спричиняла зниження потужності у відповідь на негативні відео. Водночас, потужність тета ритму збільшувалась у відповідь на позитивній афективні індукції. Згодом проаналізувавши викликану когерентність серед здорових обстежуваних під час поданням негативних, позитивних і нейтральних відео кліпів було показано, що внутрішньо- і міжпівкульні когерентні зв’язки на частоті тета ритму між емоційно негативними і нейтральними відео суттєвого знизились між лівою префронтальною і фронтальною зонами, центральними і тім'яними областями [236]. На противагу цьому, ці автори повідомили про значне збільшення когерентності між сполученими задніх ділянок. Незважаючи на

те, що негативні відео спричиняють зменшення потужності тета ритму, вчені спостерігали збільшення потужності тета ритму у відповідь на неприємні картини IAPS. Також повідомлялось, що більша потужності тета ритму в правій півкулі спостерігається при перегляді неприємних зображень IAPS та в лівій півкулі — при перегляді приємних зображень IAPS [231]. Крім того, те ж саме дослідження показало, що в задніх відділах головного мозку, афективна валентність, але не нейтральні стимулів, викликає збільшення потужності тета ритму. Пізніше було показано, що сигнали загрози викликають вищі тета відповіді, ніж нейтральні сигнали в задніх областях під час перегляду зображень IAPS [237]. Аналогічні результати були отримані під час презентації виразу обличчя [193]. Дослідження показали, що тета коливання є домінуючими в фронтальній корі. Деякі автори повідомляють про підвищену відповідь фронтальних тета коливань під час когнітивних навантажень [238]. Однак, збільшення реакції тета в тім'яно-потиличній зоні було виявлено під час пред'явленні емоційних стимулів [231, 230]. Результати показали, що дискримінація збудження пов'язана з підвищенням потужності тета ритму під час презентації ображень IAPS [232,213]. Також було показано, що більша синхронізація тета ритму спостерігається у відповідь на високу збудливість подразники в порівнянні з низькою збудливістю подразника. На противагу цьому, в іншому дослідженні повідомили про зменшення когерентності тета ритму в правій півкулі у відповідь на афективні зображення IAPS [138]. В нашому дослідженні на фоні афективних зображень ми отримали міжпівкульні когерентності на частоті саме тета ритму, майже у всіх групах та у більшості завдань. Але описаних вище ефектів не отримали, що може бути пов’язане з неспецифічністю інформації, що несло зображення. Звертати увагу на зображення не було потрібно, тому класичних змін ЕЕГ, притаманних реакціям на зображення IAPS ми не отримали.

Зміни альфа ритму. Посилення активації на частоті альфа ритму у відповідь на сенсорні подразники було описане у тварин в роботах [185, 186,

187, 188, 188]; у людини вчені [190, 191, 192] описали викликані потенціали у відповідь на візуальні подразники на клітинному рівні. В роботах [193] вперше описаний зв'язок між альфа-активністю та робочою пам'яттю. Були виявлені альфа коливання у відповідь на зорові подразники в тесті з неочікуваними стимулами за методом “oddball” [194, 195]. Нещодавно вчені запропонували гіпотезу, відому як «гіпотеза часового гальмування» (inhibition–timing hypothesis). На думку авторів, десинхронізація пов’язана з подією альфа ритму відображає поступовий розвиток гальмування, пов'язаний з активацією, в той час як синхронізація пов'язана з подією, грає важливу роль в контролі гальмування та аналізі в корі головного мозку. Було показано, що десинхронізація на частоті альфа ритму корелює з робочою пам’яттю та інтелектуальними здібностями людини [196]. В недавніх дослідженнях [197] вивчаючи альфа-активність, вчені дійшли висновку, що на даний момент не існує загальної гіпотези щодо коливального процесу в альфа діапазоні ЕЕГ. Крім того, автори заявили, що альфа-активність корелює з сенсорними та руховими функціями, а також з функцією пам'яті. Альфа коливання служать в якості будівельних блоків в деяких функціях. Як було показано в огляді [197], ступінь відповіді в діапазоні альфа частот пропорційний амплітуді престимуляції альфа-активності; в тих випадках, коли альфа-активність не записується в ЕЕГ під час престимуляції, десинхронізація не спостерігається [198]. Крім того, в умовах поганого освітлення, у обстежуваних не фіксувалась спонтанна альфа-активність. Однак, після одноразової стимуляції, спостерігали значне збільшення альфа-активності [199]. Спонтанна альфа-активність ЕЕГ є нижчою у пацієнтів з діагнозами: шизофренія [200], хвороба Альцгеймера [201,202] або біполярні розлади [197].

Відмінності в реакціях альфа-активності були також зафіксовані у пацієнтів з різними патологіями в тестах з використанням різних парадигм [197]. Деякі автори повідомили про зниження альфа-відповіді у пацієнтів з шизофренією в порівнянні зі здоровими суб'єктами в умовах візуальної

стаціонарної стимуляції [203]. Пацієнти із шизофренією також показали відхилення альфа-відповідей в когнітивних завданнях [204, 205].

Альфа-коливання під час аналізу емоцій в основному були вивчені під час аналізу фронтальної альфа асиметрії в стані спокою, починаючи з робіт Девідсона [126]. Дослідники припустили, що більша альфа активність в лівій фронтальній зоні пов'язана з більш позитивним впливом, і більша альфа активність в правій фронтальній зоні була пов'язана з більшим негативним афектом. З тих пір, фронтальна альфа асиметрія вивчалась окремими групами дослідників [207]. Деякі дослідження підтвердили гіпотезу про асиметрію альфа активності [208], в той час як інші висловили сумніви з причин відсутності належних доказів [209]. Мотивація досягнення (approach motivation) була пов'язана з більшою альфа активністю в лівій фронтальній зоні, в той час як мотивація уникнення була пов'язана з більшою альфа активністю в правій фронтальній зоні [210]. Більш ранні дослідження на основі спонтанного ЕЕГ запису і статистичного аналізу визначали афективний стиль суб'єкта і його зв'язок з фронтальною альфа асиметрією. Існує кілька досліджень фронтальної альфа асиметрії, які вивчали вплив різних емоційних парадигм. Було показано, що презентація зображень з різним напрямком погляду і виразом обличчя (щасливе або нейтральне) не впливає на фронтальну альфа асиметрію [211].

У іншому дослідженні учасникам презентували зображення, що викликали гнів, страх, відразу, позитивні і нейтральні афективні реакції. Афективні зображення не викликали достовірні зміни в асиметричній корковій активації. В експерименті на основі методики викликаних потенціалів було показано, що відповіді на частоті альфа ритму були значно вище під час презентації сердитих облич в порівнянні з щасливими обличчями в T5, P3 і O2 відведеннях [212]. Також було виявлено зниження потужності альфа ритму на зображення, що викликали позитивні та негативні емоції або збудження (arousal) в порівнянні з нейтральними стимулами [201, 202]. Крім того, альфа десинхронізація корелює з більш високими

показниками системи поведінкового гальмування (behavioural inhibition system (BIS)) в правій лобній ділянці [213]. Отримані нами дані, узгоджуються з даними літератури. Під час І етапу дослідження обстежувані проходили тестування (ТЕ та Тпс) на чорному фоні, і ми можемо спостерігати відсутність будь-яких змін СП в альфа діапазоні ЕЕГ у фронтальних ділянках кори (рис.3.1,3.2,4.1,4.2), на відміну ІІ етапу, де ми чітко спостерігаємо зменшення СП альфа ритму в лобних зонах (рис.3.3.А.4, 3.4.А.4, 4.3.А.4). Цікавим є той факт, що зміни СП альфа ритму в фронтальній зоні спостерігаються лише під час Т4 (негативні зображення високого рівня збудження) у правшів та лівшів, що дивились бінокулярно (рис. 3.3.А.4, 3.4.А.4) та у правшів, що дивились монокулярно (рис. 4.3.А.4, 5.3.А.4). У лівші, що дивились монокулярно, на відміну від правшів, зміни СП альфа ритму в фронтальній зоні спостерігались під час Т2 (еротичні зображень з позитивною валентністю та високим рівнем збудження) (рис. 4.4.А.4, 5.4.А.4). Оскільки і еротичні, і негативні зображення IAPS характеризуються високим рівнем збудження ми спостерігаємо зниження СП альфа ритму саме під час тестів Т2 та Т4, що може свідчити про переживання обстежуваними певних емоцій, на відміну від завдань на фоні нейтральних або позитивних картинок, або на чорному фоні. Зниження когерентних зв’язків на частоті альфа ритму в потиличних зонах під час ІІ етапу дослідження (рис.3.3.Б, 4.3.Б, 5.3.Б, 4.4.Б, 5.4.Б), також цілком очікувано та логічно, оскільки відомо, що альфа-ритм реєструється переважно в потиличних областях при закритих очах у стані спокійного неспання і максимально можливому розслабленні м'язів. Ритм блокується світловою стимуляцією, концентрацією уваги і виконанням різних когнітивних тестів [221], а наші завдання потребували посиленої концентрації уваги.

Проаналізувавши синхронізацію (СПП) та десинхронізацію пов’язані з подією (ДПП) в трьох альфа піддіапазонах (6,21-8,28; 8,28-10,35 і 10,35-12,46) у відповідь на IAPS подразники з низьким (LA), помірним (MA) і високим рівнем збудження (HA), вчені показали, що MA і HA в порівнянні з

LA викликали більшу альфа-1 синхронізацію, що спостерігалась в основному в потиличних відведеннях. Крім того, НА подразники викликали латералізоване часозалежне збільшення потужності альфа-3 в передніх відведеннях лівої півкулі [214]. У дослідженні МЕГ, вивчали пов'язані з подією зміни потужності альфа-активності у відповідь на стимуляцію з афективними зображеннями (IAPS). Зміни потужності в потиличній області у відповідь на негативні зображення були більше, ніж в інших умовах (нейтральні, позитивні). Результати свідчать про те, що пов'язана з подією десинхронізація альфа ритму залежить від афективного стилю очікуваного стимулу [215]. Слід також зазначити, що очікування подразників, що викликають відчуття болю також викликало пов'язану з подією десинхронізацію альфа-активності [216]. Було повідомлено про відсутність змін в потужності альфа ритму між IAPS зображеннями «страху», «щастя» і «печалі», але було сказано про зниження потужності альфа ритму, за умов супроводу емоційних зображень емоційною музикою [217]. Було показано ДПП для зображень облич популярних осіб у порівнянні зі звичайними лицями [218]. Було показано, що коливання 5-20 Гц мали більшу амплітуди в часовому вікні 50-300 мс після початку показу облич в порівнянні з зображеннями об'єктів [219]. У дослідженні МЕГ показали, що сильна альфа-активність виникала приблизно через 1 с після презентації облич в завданні Штернберга. Крім того, спостерігали системне збільшення потужності альфа ритму зі збільшення навантаження на пам'ять [220].

У порівнянні з іншими частотними діапазонами (дельта, тета, бета і гамма), вплив емоційних процесів на реакції альфа коливань залишаються неоднозначними.

Отже аналіз спектральних потужностей та когерентностей ЕЕГ під час дослідження дає нам змогу припустити, що в виконання завдання залучені декілька паралельних процесів, що можуть як перешкоджати, так і посилювати одне одного. Фокусування уваги на завданні (ДЛПФК на частотах бета ритму), відгальмовування відповідей на нерелевантну до

завдання інформацію (поясна звивина на частотах бета та тета ритму), низхідна система уваги (задні та тім'яні зони). Обстежувані не сприймають фонове зображення свідомо у класичному вигляді, але аналізуючі структури головного мозку беруть його в аналіз, про що свідчить велика кількість міжпівкульних взаємодій на частоті тета ритму, достовірно більший ЛП реакції на слова відносно таких слів на чорному фоні, більша кількість внутрішньопівкульних когерентних зв'язків.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Загалом, в даній дисертаційній роботі вперше наведено експериментальні дані щодо аналізу емоційно забарвленої інформації в залежності від домінантності зорового каналу у правшів та лівшів. Бінокулярне сприйняття інформації відмінне від монокулярного. Сприйняття через домінантне око має спільні риси з таким бінокулярним сприйняттям, і різко відрізняється від сприйняття через недомінантне око.

Використовуючи домінантне око обстежувані достовірно краще концентрувались на завданні, виконували його з меншою кількістю помилок. Відносно прості завдання на І етапі дослідження супроводжувались процесами на частотах бета-ритму, що свідчить про концентрацію уваги та відфільтровування нерелевантної до завдання інформації (через ДЛПФК, низхідну систему уваги та активність передньої поясної звивини). ЕЕГ кореляти аналізу емоційної вербальної інформації на фоні афективних зображень вказує на неспецифічну реакцію обстежуваних під час такого роду завдань, відмінну від представленої в літературі під час простого споглядання картинок IAPS, що може бути свідченням складних інтеграційних процесів покликаних забезпечити ефективне виконання завдання. Хоча ресурсів головного мозку в цих завданнях витрачається значно більше, ніж в тестах на чорному фоні, про що свідчить достовірно більший ЛП реакції на слова ІІ етапу дослідження, відносно І, точність виконання завдання, що виражається в відсутності різниці в кількості помилок, лишається незмінною.

Процеси аналізу емоційної інформації при перегляді недомінантним оком зовсім відмінні від описаних вище. Відносно прості завдання на І етапі дослідження супроводжувались процесами на частотах тета-ритму. Ріст тета ритму є маркером нейрональної інтеграції між лобною і скроневою корою під час операцій в робочій пам’яті. Генералізоване збільшення тета-ритму зазвичай трактують як загальне емоційне напруження. Обстежувані не здатні

ігнорувати семантичний контекст стимулу, виявляють неточності в виконанні завдання (достовірно більша кількість помилок відносно домінантної групи). Розкид даних ЛП реакції під час ІІ етапу дослідження достовірно більший в групі з відкритим недомінантним оком, що також говорить про відсутність належної концентрації на завданні. Увага обстежуваних захоплюється і фоновими афективними зображеннями і семантичним значенням слів, що виражається в достовірно більшому ЛП реакції на однакові стимули в однакових завданнях в групі з недомінантним відкритим оком відносно домінантного.

На нашу думку, механізми обробки інформації бінокулярно та монокулярно через домінантне око є схожими, оскільки суть зорової домінантності і полягає в надаванні пріоритету інформації, що надходить через домішаний зоровий канал в умовах повсякденного життя. Фільтри до незначущої інформації працюють досить ефективно, оскільки це є запорукою нормальної життєдіяльності людини. Подібні фільтри селективної уваги працюють значно гірше при сприйнятті інформації через недомінантне око, що може мати як негативні наслідки (аналіз непотрібної людини інформації та перенавантаження функціональних систем головного мозку, як наслідок хронічна втома або зниження працездатності на робочому місці), так і позитивні наслідки (інтенсифікація вивчення іноземних слів, шляхом подачі їх в недомінантний зоровий канал, під час інших завдань, перегляду фільму , наприклад).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, відповідно до поставленої мети, наведено теоретичне узагальнення і експериментальні дані щодо нейрофізіологічних механізмів сприйняття емоційної інформації за умови її бі- чи монокулярної презентації в залежності від домінантності ока та моторної асиметрії у людини. Застосування домінантного ока дає можливість ефективно використовувати ресурси мозкового аналізу для вирішення поточних задач. Фільтри селективної уваги працюють гірше при сприйнятті інформації через недомінантне око. З отриманих результатів зроблено наступні висновки:

1. При бінокулярному сприйнятті інформації зростання її складності супроводжується поступовим залученням в аналіз більшої кількості структур головного мозку, поступовим білатеральним збільшенням спектральної потужності тета та бета-ритму в префронтальних та потиличних зонах на фоні депресії альфа-ритму, що супроводжується посиленням міжпівкульних взаємодій та зменшенням швидкості сенсомоторних реакцій.
2. Незалежно від моторної асиметрії сприйняття інформації різного рівня складності домінантним оком не впливає на точність виконання складних когнітивних завдань, тоді як, ефективність виконання таких завдань суттєво погіршується за умови сприйняття інформації недомінантним оком через “захоплення” уваги нерелевантним емоційним контекстом стимулу.
3. Ефект Струпа, що виражається в подовженні часу називання емоційно забарвленого слова проявляється лише за умови його демонстрації на фоні еротичних зображень та відносно нейтрального слова на фоні нейтральних зображень. При цьому оцінка валентності фонового зображення супроводжується значним зростанням тета активності в скронево-тім’яних зонах правої півкулі, а контроль точності виконання завдання - бета активності в пре фронтальних зонах обох півкуль кори.

4. Фільтри селективної уваги працюють гірше при сприйнятті інформації через недомінантне око, проявом чого є подовження часу реагування та збільшенням розкиду латентних періодів реакції на вербальні стимули при їх пред'явленні на фоні афективних зображень, що дає можливість використовувати недомінантний канал для подачі в мозок додаткового контенту поза фокусом уваги людини.
5. У лівшів інформація, що поступає в аналізуючі структури головного мозку через домінантне око аналізується швидше, ніж при сприйнятті через недомінантне око.
6. Домінантність зорового сприйняття як у правшів, так і лівшів нівелює їх моторну асиметрію при монокулярному вирішенні когнітивних завдань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Hou R. Attention processes in chronic fatigue syndrome: attentional bias for health-related threat and the role of attentional control / R. Hou, R. Moss-Morris, A. Risdale, et al. // Behav. Res. Ther. – 2014. – Vol.52. – P. 9-16.
2. Killeen P.R. Absent without leave; a neuroenergetic theory of mind wandering / P.R. Killeen // Front. Psychol. – 2013. – Vol.4. – P. 373.
3. Kastner S. The neural basis of biased competition in human visual cortex / S. Kastner, L. Ungerleider // Neuropsychologia. – 2001. – Vol.39. – P. 1263–1276.
4. Keil A. Additive effects of emotional content and spatial selective attention on electrocortical facilitation / A. Keil, S. Moratti, D. Sabatinelli // Cereb. Cortex. – 2005. – Vol.15. – P. 1187–1197.
5. Functional connectivity during Stroop task performance / B. Harrison [et al.] // Neuroimage. – 2005. – Vol. 24, №1. – P.1240-1253.
6. Van Strien J. The laterized emotional stroop task:left visual field in women / J. Van Strien, L. Valstar // Emotion. – 2004. – Vol.4, №4. – P. 403–409.
7. Khan A. Ocular dominance reverses as a function of horizontal gaze angle / A. Khan, J. Crawford // Vision Res. – 2001. – Vol. 41, №14. – P. 1743–1748.
8. Hubel H. Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat’s visual cortex / H. Hubel, N. Wiesel // Physiol. Lond. – 1962. – Vol. 160. – P. 106–154.
9. Goodyear B.G. EPI BOLD fMRI Reveals Ocular Dominance Dependence on Dominant Eye / B.G. Goodyear, R.S. Menonl. – In: Proceedings of the ISMRM 6th Annual Meeting, Sydney. – 1998. – P. 1536

10. The functional basis of ocular dominance: Functional MRI (fMRI) finding / A. Rombouts [et al.] // Neuroscience Letters. – 1996. – Vol. 221. – P. 1–4.
11. Жаворонкова Л. А. Правши и леви: особенности межполушарной асимметрии мезга и параметров когерентности ЕЕГ // Журнал высшей нервной деятельности. – 2007. – № 6. – с. 645–662.
12. Mathews A. Emotionality and interference with color-naming in anxiety / A. Mathews, F. Klug // Behav. Res. Ther. – 1993. – Vol. 31, №1. – P. 57–62.
13. Aquino M. Attention and the processing of emotional words: Dissociating effects of arousal / M. Aquino, K. Arnell // Psychonomic Bulletin & Review. – 2007. – Vol. 14, №3. – P. 430-431.
14. Compton R. The Interface Between Emotion and Attention: A Review of Evidence from Psychology and Neuroscience / R. Compton // Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews. – 2003. – Vol.2, № 2. – P. 115–129.
15. Stroop J. Studies of interference in serial verbal reactions / J. Stroop // Experimental Psychology. – 1935. – Vol. 18 – P. 643–662.
16. Larsen R., Kimberly A., and David A. Balota // Washington University. – 2005. – P.63–65.
17. Van Strien W. Ratings of Emotion in Laterally Presented Faces: Sex and Handedness Effects / Lexical Characteristics of Words Used in Emotional Stroop Experiments / W. Van Strien, S. Van Beek // Published online, – 2000. – P. 645–647.
18. Performance in Auditory and Visual Emotional Stroop Tasks: A Comparison of Older and Younger Adults / Wurm H., Aycock J., Kristine A. // Wayne State University. – 2002. – P. 523.
19. A Literature Review on Reaction Time / Kosinski R. // Clemson University. – 2004. – P.1-5.

20. Dalgleisha T. Putting some feeling into it - the Conceptual and Empirical Relationships Between the Classic and Emotional Stroop Tasks s: A commentary on Algom, Chajut and Lev (2004) // Journal of Experimental Psychology: General. – Vol. 134. – P. 585- 591.
21. MacLeod C. Creator of a Landmark Cognitive Task / C. MacLeod, J. Stroop // Canadian Psychology. – 2007. – Vol. 32, №3. – P. 521–524.
22. Doucet C. The effect of response on P3 latency,reaction time,and movement time / C. Doucet, R. Stelmack // Psycholophysiology. – 1999. – Vol. 36. – P. 351–363.
23. Rammsayer T. Extraversion-related differences in response organization: Evidence from lateralized readiness potentials / T. Rammsayer, J. Stahl // Biological Psychology. – 2004. – Vol. 66. – P. 35–49.
24. Kissler J. Emotional and semantic networks in visual word processing. Instants from ERP studies / J. Kissler, R. Assadollahi, C. Herbert // Brain Research. – 2006. – Vol.156. – P. 147–183.
25. Cortical systems for the recognition of emotion in facial expressions / R. Adolphs [et al.] // Journal of Neuroscience. – 1996. – Vol. 16. –P. 7678–7687.
26. Deco G. Atention, shot-term memory, and action selection: A unifying theory / G. Deco, E.T. Rolls // Progress in Neurobiology. – 2005. – Vol. 76. – P. 236–256.
27. Davidson R. J Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion / R. J. Davidson // Brain and Cognition. – 1992. – Vol. 20. – P. 125–151.
28. Putman P. Emotional Stroop interference for threatening words is related to reduced EEG delta-beta coupling and low attentional control. Repressors vs. low- and high-anxious coping styles: EEG differences during a modified version of the emotional Stroop task / P. Putman, E. Arias-Garcia, I. Pantazi, C. van Schie // Int. J. Psychophys. – 2012. – Vol. 84, №2. – P. 194-200.

29. Sex differences in brain activation patterns during processing of positively and negatively valenced emotional words / A. Hofer [et al.] // Psychol. Med. – 2007. – Vol. 37, №1. – P. 127.
30. Davidson R. Affective neuroscience and psychophysiology: Toward a synthesis / R. Davidson // Psychophysiology. – 2003. – Vol. 40. – P. 655–665.
31. Borod J. Emotion and the brain – Anatomy and theory: an introduction to the special section / J. Borod // Neuropsychology. – 1993. – Vol. 7. – P. 472–432.
32. Davidson R. Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums / R. Davidson // Cognition and Emotion. – 1993. – Vol. 7. – P. 115–138.
33. Borod J. Emotion and the brain – Anatomy and theory: an introduction to the special section / J. Borod // Neuropsychology. – 1993. – Vol. 7. – P. 472–432.
34. Graves R. Laterality and sex differences for visual recognition of emotional and non-emotional words / R. Graves, T. Landis, H. Goodglass // Neuropsychology. – 1981. – Vol. 19. – P. 95–102.
35. Emotional Conflict and Neuroticism: Personality-Dependent Activation in the Amygdala and Subgenual Anterior Cingulate / B. Haasa [et al.] // Behavioral Neuroscience. – 2007. – Vol. 121, №2. – P. 249-256.
36. Ali N. Hemispheric lateralization of perception and memory for emotional verbal stimuli in normal individuals / N. Ali, C. Cimino // Neuropsychology. – 1997. – Vol. 11. – P.114–125.
37. Collins M. A transfer appropriate processing approach to investigating implicit memory for emotional words in the cerebral hemispheres / M. Collins, A. Cooke // Neuropsychologia. – 2005. – Vol. 43. – P. 1529–1545.
38. Sperry R. W. Mind-brain interaction: mentalism, yes; dualism, no/ R. W. Sperry // Neuroscience. – 1980. – Vol. 5. – P. 195–206.

39. Coffins A. A spreading-activation theory of semantic processing / A. Coffins, E. Loftus // Psychological Review. – 1975. – Vol. 82. – P. 407–428.
40. Semantic and associative priming in the cerebral hemispheres: Some words do, some words don't ... sometimes, some places / C. Chiarello [et al.] // Brain and Language. – 1990. – Vol. 38. – P. 75–104.
41. Abernethy M. Associative priming in the hemispheres as a function of SOA / M. Abernethy, J. Coney // Neuropsychologia. – 1993. – Vol. 31. – P. 1397–1409.
42. Koivisto M. Time course of semantic activation in the cerebral hemispheres / M. Koivisto // Neuropsychologia. – 1997. – Vol. 35. – P. 497–504.
43. The automatic activation of attitudes On Journal of Personality and Social / R. Fazio [et al.] // Psychology. – 1986. – Vol. 50. – P. 229–238.
44. Wurm H. Performance in Auditory and Visual Emotional Stroop Tasks: A Comparison of Older and Younger Adults / Wurm H., Aycock J., Kristine A. // Wayne State University.– 2002.– P. 523.
45. Kutas M. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association / M. Kutas, S. Hillyard // Nature. – 1984. – Vol. 307. – P. 161–163.
46. Fischler I. Event-related potential studies of language and emotion: Words, phrases, and task effects, progress in Brain Research / I. Fischler, M. Bradley // Science. – 2005. – Vol. 156. – P. 185–203.
47. Abbassi E. Processing the emotions in words: The complementary contributions of the left and right hemispheres / Abbassi E. [et al.] // Cogn. Affect. Behav. Neurosci. – 2011. – Vol. 11, №3. – P. 372-385.
48. Koivisto M. Categorical priming in the cerebral hemispheres: Automatic in the left hemisphere, postlexical in the right hemisphere? / M. Koivisto // Neuropsychologia. – 1998. – Vol. 36. – P. 661–668.

49. Rammsayer T. Extraversion-related differences in response organization: Evidence from lateralized readiness potentials / T. Rammsayer, J. Stahl // Biological Psychology. – 2004. – Vol. 66. – P. 35–49.
50. Lufta C. Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort / C. Luft, E. Takase, D. Darby // Biological Psychology. – 2009. Vol. 82, №2. – P. 164-168.
51. Franken I. Automatic processing of emotional words during an emotional Stroop task / I. Franken, L. Gootjes, J. Van Strien // NeuroReport. – 2009. – Vol. 20. – P. 776–781.
52. Hansen A. Relationship between heart rate variability and cognitive function during / A. Hansen, B. Johnsen, J. Thayer // Department of Clinical Psychology. – 2009. – P. 77–89.
53. Cacioppo J. Attitudes to the right: Evaluative processing is associated with lateralized late positive event-related brain potentials / J. Cacioppo, S. Crites, W. Gardner // Personality and Social Psychology Bulletin. – 1996. – Vol. 22. – P. 1205–1219.
54. Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report / B. Cuthbert [et al.] // Biological Psychology. – 2000. – Vol. 52. – P. 95–111.
55. Kanske P. Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study / P. Kanske, S. Kotz // Brain Research. – 2007. – Vol. 1148. – P. 138–148.
56. Dissociation of event-related potentials indexing arousal and semantic cohesion during emotional word encoding / D. Dillon [et al.] // Brain and Cognition. – 2006. – Vol. 62. – P. 43-57.
57. Kutas M. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity / M. Kutas, S. Hillyard // Science. – 1980. – Vol. 207, №4427. – P. 203-205.

58. Kutas M. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association / M. Kutas, S. Hillyard // Nature. – 1984. – Vol. 307. – P. 161–163.

59. Fischler I. Event-related potential studies of language and emotion: Words, phrases, and task effects, progress in Brain Research / I. Fischler, M. Bradley // Science. – 2005. – Vol. 156. – P. 185–203.

60. Hormones, handness, and immunity / Geshwindt N., Behan P. // Immunol. Today. – 1984. – Vol. 5(7). – P. 190-203.

61. The brain connections: the corpus cal-losum is larger in left-handers / Witelson F. // Science. – 1985. – Vol. 229. – P. 665-668.

62. Cerebral asymmetry and the effects of sex and handness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains / Good D., Johnstrude I., Ashburner, Hen-son N., Friston J., Frakowiak S. // Neuroimage. – 2001. – Vol. 14(3). – P. 685-700.

63. Sexual dimorphism and handness in human corpus callosum. based on magnetic resonance imaging / Tuncer C., Hatipoglu.S., Ozates M. // Surg. Radiol. Anat. – 2005. – Vol. 27(3). – P. 354-359.

64. Effect of handness and gender on macro and microstructure of the corpus callosum and its subregions: a combined high-resolution and diffusion-tensor MRI / Westernhausen R., Kreuder F., Dos Santos Segueira S., Walter C, Woerner W., Wittling R.A., Schweiger E., Wittling W. // Brain Res. Cog. Brain Res. – 2004. – Vol. 21(3). – P. 418-426.

65. Доброхотова Т. Левши / Доброхотова Т., Брагина Н. // Книга. – 1994. – с.231.

66. Spatial distribution of generators of alhpa activity EEG / Inoitye J., Shinisaki K., Yagasaki A., Shamizu A. // Clin. Neurophysiol. – 1986. – Vol.63. – P. 353-359.

67. The specificity of intrahemispheric EEG alpha coherence asymmetry related to psychological task / Beaumont G., Rugg D // Biol. Psychol. – 1979. – P. 237-248.

68. Buzzwords: Early cortical responses to emotional words during reading / J. Kissler [et al.] // Psychological Science. – 2007. – Vol. 18. – P. 475–480.
69. Bioelectrical echoes from evaluative categorizations: I. A late positive brain potential that varies as a function of trait negativity and extremity / J. Cacioppo [et al.] // Journal of Personality and Social Psychology. – 1994. – Vol. 67. – P. 115–125.
70. Driver J. Perceptual awareness and its loss in unilateral neglect and extinction / J. Driver, P. Vuilleumier // Cognition. – 2001. – Vol. 79. – P. 39–88.
71. Franken I. Automatic processing of emotional words during an emotional Stroop task / I. Franken, L. Gootjes, J. van Strien // NeuroReport. – 2009. – Vol. 20. – P. 776–781.
72. Linguistic threat activates the human amygdala / N. Isenberg [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1999. – Vol. 96. – P. 10456–10459.
73. Amygdala response to both positively and negatively valencedstimuli / H. Garavan [et al.] // NeuroReport. – 2001. – Vol. 12. – P. 2779–2783.
74. Selective attention to emotional stimuli in a verbal go/no-go task: An fMRI study / R. Elliott [et al.] // NeuroReport. – 2000. – Vol. 11. – P. 1739–1744.
75. Anatomical organization of the primate amygdaloid complex / D. Amarel [et al.] // Trends in Cognitive Sciences. – 2001. – Vol. 5. – P. 394-400.
76. Hamann S. Positive and negative emotional verbal stimuli elicit activity in the left amygdala. Processing the emotions in words: The complementary contributions of the left and right hemispheres / S. Hamann, H. Mao // NeuroReport. – 2002. – Vol.13. – P. 15–19.

77. Kensinger E. Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? / E. Kensinger, S. Corkin // Memory & Cognition. – 2003. – Vol. 31. – P. 1169–1180.
78. Kissler J. Emotional and semantic networks in visual word processing. Instants from ERP studies / J. Kissler, R. Assadollahi, C. Herbert // Brain Research. – 2006. – Vol. 156. – P.147–183.
79. Lane R. Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures / R. Lane, P. Chua, R. Dolan // Neuropsychologia. – 1999. – Vol. 37. – P. 989-997.
80. The role of the anterior cingulate in automatic and controlled processes: A developmental neuroanatomical study Developmental / B. Casey [et al.] // Psychobiology. – 1997. –Vol. 30. – P. 61–69.
81. Abernethy M. Semantic category priming in the left cerebral hemisphere / M. Abernethy, J. Coney // Neuropsychologia. – 1996. – Vol. 34. – P. 339–350
82. Driver J. Perceptual awareness and its loss in unilateral neglect and extinction / J. Driver, P. Vuilleumier // Cognition. – 2001. – Vol. 79. – P. 39–88.
83. Mapp A. What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review / A. Mapp, H. Ono, R. Barbeito // Perception & Psychophysics. – 2003. – Vol. 65, №2. – P. 310–317.
84. Warren N. A consideration of the use of the term ocular dominance / N. Warren, B. Clark // Psychological Bulletin. – Vol. 35. – P. 298–304.
85. Laterality differences in perception: A review / White J. // Psychological Bulletin. – 1969. – Vol. 72. – P. 387–405.
86. Coren S. Patterns of ocular dominance / S. Coren, P. Kaplan // American Journal of Optometry & Physiological Optics. – 1979. – Vol. 50, №4. – P. 283–292.

87. Ocular dominance in human V1 demonstrated by functional magnetic resonance imaging / S. Menon [et al.] // Journal of Neurophysiology. – 1997. – Vol. **77**. – P. 2780–2787.
88. Amblyopia: Basic and clinical aspects / Ciuffreda J., Levi M., Selenow A. // Boston: Butterworth. – 1992. – p. 507.
89. Clark B. An eye movement study of stereoscopic vision / B. Clark // American Journal of Psychology. – 1936. – Vol. 48. – P. 82-97.
90. Брагина Н. Функциональные асимметрии человека / Брагина Н., Доброхотова А. // Медицина. – 1988. – Vol. 2. – P. 240.
91. Split fovea theory and the role of the two cerebral hemispheres in reading: a review of the evidence. Neuropsychologia / Ellis A.W., Brysbaert M. – 2010. – Vol. 48(2). – P.353-365.
92. MoiseevaV. The effects of visual stimulation of the dominant and non-dominanteyes on the latent period of saccades and the latency of the peak ofrapid pre-saccade potentials / V. Moiseeva, V. Slavutskaya, V. Shul'govskii // Neuroscience& Behavioral Physiology. – 2000. – Vol. 30. – P. 379–382.
93. Stereo-deficients and stereo-blind cannot make utroculor discriminations / Barbeito R. [et al.] // Vision Research. – 1985. – Vol. 25. – P. 1345-1348.
94. Wolfe M. Briefly presented stimuli can disrupt constantsuppression and binocular rivalry suppression / M. Wolfe // Perception. – 1986. – Vol. 15. – P. 413-417.
95. Durand C. A method of determining ocular dominance / C. Durand, M. Gould // Journal of the American Medical Association1. – 1910. – Vol. 55. – P. 369-370.
96. Miles R. Ocular dominance: Methods and results / R. Miles // Psychological Bulletin. – 1928. – Vol. 25. – P. 155-156.
97. Wade J. Early studies of eye dominances / J. Wade // Laterality. – 1998. – Vol. 3. – P. 97–108.

98. Schoen J. A study of the relative neuromuscularefficiency of the dominant and the nondominant eyesin binocular vision / J. Schoen, F. Scofield // Journal of General Psychology. – 1935. – Vol. 11. – P. 156–181.

99. Money J. Studies on the functioning of sighting dominance / J. Money // Quarterly Journal of Experimental Psychology. – 1972. – Vol.24. – P. 454–464.

100. Benton D. Management of dyslexia associated with binocularcontrol abnormalities / D. Benton // Dyslexia: Diagnosis and treatment of reading disorders.SI. Louis: Mosby.– 1968. – P. 17-34.

101. Berner G.E. Relation of ocular dominance.Handedness and the controlling eye in binocular vision / G.E. Berner, D.E. Berner //Archives of Ophthalmology.– 1953.– Vol. 50, №5. – P.603-608.

102. Brad N. Monocular-binocular coordination vs.hand-cyc dominance as a factor in reading performance / N. Brad, D. Hamilton //American Journal of Optometry and Archives of the Amen'canAcademy of Uptometry. – 1971. – Vol. 48. – P. 123-129.

103. Helveston M. Controllingeye-dominant hemisphere relationship as factor in reading ability / M. Helveston, C. Billips, C. Weber // American Journal of Ophthalmology. – 1970. – Vol. 70. – P. 96–100.

104. Porac C. Monocular asymmetries in recognitionafter an eye movement: Sightingdominance and dextrality / C. Porac, S. Coren // Perception &Psychophysics. – 1979.– Vol. 25, №1. – P. 55-59.

105. Mendola J.D. Eye Dominance Predicts fMRI Signals in Human Retinotopic Cortex / J.D. Mendola, I.P. Conner // Neurosci Lett. – 2007. – Vol.414 , №1. – P. 30–34.

106. Language–specific tuning of visual cortex? Functional Properties of the Visual Word Form Area / L. Cohen [et al.] // Brain. – 2002. – Vol. 125. – P. 1054–1069.

107. fMRI evidence for early word recognition effects in the posterior inferior temporal gyrus / J. Dien [et al.] // Cortex. – 2013. – Vol. 49, №9. – P. 2307–2321.
108. Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the visual word form area / L. Cohen [et al.] // Brain. – 2002. – Vol. 125. – P. 1054-1069.
109. fMRI evidence for early word recognition effects in the posterior inferior temporal gyrus / J. Dien [et al.] // Cortex. – 2013. – Vol. 49, № 9. – P. 2307–2321.
110. Parallel amygdala and inferotemporal activation reflect emotional intensity and fear relevance / D. Sabatinelli [et al.] // NeuroImage. – 2005. – Vol. 24. – P. 1265-1270.
111. Paying attention to emotion: an fMRI investigation of cognitive and emotional Stroop tasks / J. Compton [et al.] // Cognit. Affect Behav. Neurosci. – 2003. – Vol. 3, № 2. – P. 81-96.
112. Engel A. Beta-band oscillations – signalling the status quo? / A. Engel, P. Fries // Current Opin. Neurobiol. – 2010. – Vol. 20, № 2, P. 156-165.
113. Rozumnikova O. Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: an EEG investigation in human subjects / O. Rozumnikova // Neurosci. Lett. – 2004. – Vol. 362, P. 193-195.
114. Buzsáki G. Electrical wiring of the oscillating brain / G. Buzsáki // Neuron. – 2001. – Vol. 31, №3/16. – P. 342–344.
115. Т. Доброхотова, Н. Брагина, Левши, Книга, Москва. – 1994.- с. 240
116. Onton J. Frontal midline EEG dynamics during working memory / J. Onton, A. Delorme, S. Makeig // Neuroimage. – 2005. – Vol. 27. – P. 341–356.
117. Rammsayer T. Extraversion-related differences in response organization: Evidence from lateralized readiness potentials / T. Rammsayer, J. Stahl // Biological Psychology. – 2004. – Vol. 66. – P. 35-49.

118. Makarchuk N. Modifications of EEG Activity Related to Perception of Emotionally Colored, Erotic, and Neutral Pictures in Women during Different Phases of the Ovulatory (Menstrual) Cycle / N. Makarchuk, K. Maksimovich, V. Kravchenko, S. Kryzhanovskii // Neurophysiology. – 2011. – Vol. 42, №5. – P. 362–370.
119. Engel A. Beta-band oscillations – signalling the status quo? / A. Engel, P. Fries // Curr. Opin. Neurobiol. – 2010. – Vol. 20, №2. – P. 156–165.
120. Kandel E.R. Principles of Neural Science: 4-th Edition / E.R. Kandel, J.H. Schwartz, T.M. Jessell. – N.Y.: McGraw-Hill Companies Inc., 2000. – 1414 p.
121. Cacioppo J.T. Handbook of psychophysiology / J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, G. G. Berntson. – N.Y.: Cambridge University Press, 2007. – 914 p.
122. Bekhtereva V. Attentional bias to affective faces and complex IAPS images in early visual cortex follows emotional cue extraction / V. Bekhtereva, M. Craddock, M.M. Müller // Neuroimage. – 2015. – Vol. 15, № 112. – P. 254-266.
123. Nikolaev A. The cortical interactions in short time intervals during the search for verbal associations / A. Nikolaev, G. Ivanitskiĭ, A. Ivanitskiĭ // Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I. P. Pavlova. – 2000. – Vol. 50, №1. – P. 44-61.
124. Bradley MM, Lang PJ. The international affective picture system (IAPS) in the study of emotion and attention in: Handbook of Emotion Elicitation and Assessment, (eds.), Oxford Univ. Press, Oxford, New York. 2007:. – P. 29-46.
125. Abbassi E. Processing the emotions in words: The complementary contributions of the left and right hemispheres / E. Abbassi, K. Kahlaoui // Cogn. Affect. Behav. Neurosci. – 2011. – Vol.11, №3. – P. 372-385.
126. Davidson R. Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion / R. Davidson // Brain and Cognition. – 1992. – Vol.20. – P. 125-151.

127. Engel A. Beta-band oscillations—signalling the status quo? / A. Engel, P. Fries // Curr. Opin. Neurobiol. – 2010. – Vol. 20, №2. – P. 156-165.
128. EEG theta/beta ratio in relation to fear-modulated response-inhibition, attentional control, and affective traits / P. Putman [et al.] // Biol. Psychol. – 2010. – Vol. 83, №2. – P. 73-78.
129. Kutcenko T. Learning effect during repeatedly passing emotional Stroop test / T. Kutcenko, N. Fylymonova, O. Novycka // Visnyk of Taras Shevchenko Kyiv National University. Biology. – 2010. – Vol. 55. – P. 30-32.
130. Processing the emotions in words: the complementary contributions of the left and right hemispheres / E. Abbassi [et al.] // Cogn. Affect. Behav. Neurosci. – 2011. – Vol. 11, №3. – P. 372–385.
131. Coren S. Patterns of ocular dominance / S. Coren, P. Kaplan // Am. J. Optom. Physiol. Optics. – 1979. – Vol. 50. – P. 283–292.
132. Processing the emotions in words: the complementary contributions of the left and right hemispheres / E. Abbassi [et al.] // Cogn. Affect. Behav. Neurosci. – 2011. – Vol. 11. – P. 372–385.
133. Bastiaansen M. Event-Induced Theta Responses as a Window on the Dynamics of Memory / M. Bastiaansen, P. Hagoort // Cortex. – 2003. – Vol. 39, №4–5. – P. 967– 992.
134. Bastiaansen M. Oscillatory neuronal dynamics during language comprehension / M. Bastiaansen, P. Hagoort // Prog. Brain. Res. – 2006. – Vol. 159. – P. 179–196.
135. Parietal electroencephalogram beta asymmetry and selective attention to angry facial expressions in healthy human subjects / D. Schutter // Neurosci. Lett. – 2001. – Vol.314. – P. 13-16.
136. Güntekin B. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations / B. Güntekin, E. Basar // Int. J. Psychophysiol. – 2007a. – Vol.64. – P. 91-100.
137. Güntekin B. Gender differences influence brain's beta oscillatory

responses in recognition of facial expressions / B. Güntekin, E. Basar // Neurosci. Lett. – 2007b – Vol.424. – P. 94–99.

138. Güntekin B. Event-related beta oscillations are affected by emotional eliciting stimuli / B. Güntekin, E. Basar// Neurosci. Lett. – 2010. – Vol. 483. – P. 173–178.
139. Miskovic V. Cross-regional cortical synchronization during affective image viewing / V. Miskovic, L. Schmidt // Brain Res. – 2010. – Vol. 1362. – P. 102-111.
140. Electroencephalographic alphaband and beta-band correlates of perspective-taking and personal distress / Woodruff C. [et al.] // Neuroreport. – 2011.– Vol. 22. – P. 744–748.
141. Jessen S. The temporal dynamics of processing emotions from vocal, facial, and bodily expressions / S. Jessen, S.Kotz // Neuroimage. 2011.– Vol.58. – P. 665-674.
142. Emotional facial expressions modulate pain-induced beta and gamma oscillations in sensorimotor cortex / D. Senkowski [et al.] // J. Neurosci. – 2011.– Vol. 31. – P. 14542-14550.
143. Özgören M. Beta oscillations in face recognition / M. Ozgoren, C. Basar-Eroglu, E. Basar // IntJ Psychophysiol. – 2005. – Vol.55. – P. 51-59.
144. Event-related oscillations in structural and semantic encoding of faces / K. Sakihara [et al.] // Clin. Neurophysiol. – 2012 – Vol.123. – P. 270-277.
145. Theta responses are involved in lexical-semantic retrieval during language processing / M. Bastiaansen [et al.] // J. Cogn. Neurosci. – 2005. – Vol. 17, №3. – P. 530–541.
146. Bishop P. The optic nerve. Properties of a central tract / P. Bishop, D. Jeremy, J. Lance // J. Physiol. (Lond). – 1953. – Vol. 121. – P. 415–432.
147. Frontal theta and alpha power and coherence changes are modulated by semantic complexity in Go / No Go tasks / M. Brier [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2010. – Vol. 78, №3. – P. 215–224.

148. Buzsaki G. Electrical Wiring of the Oscillating Brain / G. Buzsaki // Neuron. – 2001. – Vol. 31, №3–16. – P. 342–344.
149. Neural oscillatory evidence of the difference between emotionaland conceptual processing in language comprehension / X. Chen [et al.] // Neurosci. Lett. – 2013. – Vol. 553. – P. 159–164.
150. Citron F. Neural correlates of written emotion word processing: a review of recent electrophysiological and hemodynamic neuroimaging studies / F. Citron // Brain Lang. – 2012. – Vol. 122, №3. – P. 211–226.
151. Emotional valence and arousal affect reading in an interactive way: Neuroimaging evidence for an approach-withdrawal framework / Citron F. [et al.] // Neuropsychologia. – 2014. – Vol. 56. – P. 79–89.
152. Language-specific tuning of visual cortex? Functional Properties of the Visual Word Form Area / L. Cohen [et al.] // Brain. – 2002. – Vol. 125. – P. 1054–1069.
153. Collins M. A transfer appropriate processing approach to investigating implicit memory for emotional words in the cerebral hemispheres / M. Collins, A. Cooke // Neuropsychologia. – 2005. – Vol. 43. – P. 1529–1545.
154. Dien J. Combined ERP / fMRI evidence for early word recognition effects in the posterior inferior temporal gyrus / J. Dien // Cortex. – 2013. – Vol. 49, №9. – P. 2307–2321.
155. Dobrohotova T, Bragina N. The left-handers. Book. – 1994. – P. 231.
156. Dobrohotova T, Bragina N. The functional asymmetry of the human. Medicine. – 1988. – P. 240.
157. Durand A. A method of determining ocular dominance / A. Durand, G. Gould. // J. Amer. Medic. Assoc. – 1910. – Vol. 55. – P. 369–370.
158. Engel A. Beta-band oscillations– signalling the status quo? / A. Engel, P. Fries // Curr. Opin. Neurobiol. – 2010. – Vol. 20, №2. – P. 156–165.
159. Construct accessibility and depression: An examination of cognitive and affective factors / Gotlib H., McCann C., Douglas C. // J. Person. Social

Psychol. – 1984. – Vol. 47, №2. – P. 427–439.

160. Heidi L. Lora effect of monocular viewing and eye dominance on spatial attention / L. Heidi, H. Roth, N. Andrea // Brain. – 2002. – Vol. 125. – P. 2023–2035.
161. High-frequency neural oscillations and visual processing deficits in schizophrenia / May Tan Heng-Ru [et al.] // Front Psychol. – 2013. – Vol. 4. – P. 621.
162. Kissler J. Emotional and semantic networks in visual word processing: insights from ERP studies / J. Kissler, R. Assadollahi, C. Herbert // Prog. Brain. Res. – 2006. – Vol. 156. – P. 147–183.
163. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis / W. Klimesch // Brain Res. Rev. – 1999. – Vol. 29, №2–3. – P. 169–195.
164. A short review of slow phase synchronization and memory: evidence for control processes in different memory systems? / W. Klimesch [et al.] // Brain Res. – 2008. – Vol. 1235. – P. 31–44.
165. Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations / G. Knyazev [et al.] // Neurosci. Biobehav. Rev. – 2007. – Vol. 31, №3. – P. 377–395.
166. Konishi S. Frontal lobes and inhibitory function / S. Konishi // Brain Nerve. – 2011. – Vol. 63, №12. – P. 1346–1351.
167. Il'iuchenok I. Differences in the EEG frequency characteristics during the perception of positive- emotional, negative-emotional and neutral words / I. Il'iuchenok // Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I. P. Pavlova. – 1996. – Vol. 46, №3. – P. 457–468.
168. Relations between emotion, memory, and attention: evidence from taboo stroop, lexical decision, and immediate memory tasks / D. MacKay [et al.] // Mem. Cognit. – 2004. – Vol. 32, №3. – P. 474–488.
169. Modifications of EEG Activity Related to Perception of Emotionally Colored, Erotic, and Neutral Pictures in Women during Different Phases

of the Ovulatory (Menstrual) Cycle / N. Makarchuk [et al.] // Neurophysiology. – 2011. – Vol. 42, №5. – P. 362–370.

170. Mapp A. What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review / A. Mapp, H. Ono, R. Barbeito // Percept. Psychophys. – 2003. – Vol. 65. – P. 310–317.
171. Miles W. Ocular dominance: methods and results / W. Miles // Psych. Bull. – 1928. – Vol. 25. – P. 155–156.
172. Miles W. Ocular dominance demonstrated by unconscious sighting / W. Miles // J. Exper. Psychol. – 1929. – Vol. 12. – P. 113–126.
173. Reversible visual hemineglect / Payne B. [et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1996. – Vol. 93. – P. 290–294.
174. Perry V. Retinal ganglion cells that project to the dorsal lateral geniculate nucleus in the macaque monkey / V. Perry, R. Oehler, A. Cowey // Neuroscience. – 1984. – Vol. 12. – P. 1101–1123.
175. C. Porac, S. Coren The dominant eye / Porac C, Coren S. // Psych. Bull. – 1976. – Vol. 83, №5. – P. 880–897.
176. Ranganath C. Category-specific modulation of inferior temporal activity during working memory encoding and maintenance / C. Ranganath, J. DeGutis, M. D'Esposito // Cogn. Brain. Res. – 2004. – Vol. 20, №1. – P. 37–45.
177. Rassomagina M. Electrical activity of the brain during monocular presentation of verbal stimuli in emotional Stroop-test / M. Rassomagina, V. Kravchenko // Vysnik of Kyiv National Taras Shevchenko University. Problems of regulation of physiological functions. – 2013. – Vol. 16. – P. 37–41.
178. The functional basis of ocular dominance: Functional MRI (fMRI) finding / S. Rombouts [et al.] // Neurosci. Lett. – 1996. – Vol. 221. – P. 1–4.
179. Razumnikova O. Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: an EEG investigation in human subjects /

O. Razumnikova // Neurosci. Lett. – 2004. – Vol.; 362. – P.193-195

180. Spague J. Interaction of cortex and superior colliculus in mediation of visually guided behavior in the cat / J. Spague // Science. – 1966. – Vol. 153. – P. 1544–1547.
181. Summerfield Ch. Coherent thetaband EEG activity predicts item-context binding during encoding / Ch. Summerfield, J. Mangels // Neuroimage. – 2005. – Vol. 24. – P. 692–703.
182. Asymmetrical activation of human visual cortex demonstrated by functional MRI with monocular stimulation / A. Toosy [et al.] // Neuroimage. – 2001. – Vol. 14. – P. 632–641.
183. Yuan J. Neural oscillatory evidence of the difference between emotional and conceptual processing in language comprehension / J. Yuan, J. Guo, Y. You // Neurosci. Lett. – 2013. – Vol. 553. – P. 159–164.
184. Vol'f N. Gender differences in hemispheric spatiotemporal EEG patterns upon reproduction of verbal information / N. Vol'f, O. Razumnikova // Human Physiology. – 2004. – Vol.30, № 3. – P. 274-280
185. Dynamicsofbrain rhythmic and evoked potentials I. Some computational methods for the analysis of electrical signals from the brain / E. Basar [et al.] // Biol. Cybern. – 1975. – Vol. 20. – P. 137–143.
186. Dynamics of brain rhythmic and evoked potentials II. Studies in the auditory pathway, reticular formation, and hippocampus during the waking stage / Basar E. [et al.] // Biol. Cybern. – 1975. – Vol. 20. – P. 145–160.
187. Dynamics of brain rhythmic and evoked potentials III. Studies in the auditory pathway, reticular formation, and hippocampus during sleep / E. Basar [et al.] // Biol. Cybern. – 1975. – Vol. 20. – P. 161–169.
188. Basar, E., 1980. EEG-Brain Dynamics-Relation between EEG and Brain Evoked Potentials. Elsevier, Amsterdam.
189. Spekreijse H. System analysis of linear and nonlinear processes in electrophysiology of the visual system / H. Spekreijse, L.H. Van der

Tweel // I. Proc. K. Ned. Akad. Wet. C. – 1972. – Vol. 75. – P. 77–91.

190. Basar E., 1976. Biophysical and Physiological Systems Analysis. Addison-Wesley, Amsterdam.
191. Low-frequency oscillations of visual, auditory and somatosensory cortical neurons evoked by sensory stimulation / H.R. Dinse [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 1997. – Vol. 26. – P. 205-227.
192. Types of receptive fields in the lateral geniculate body and their functional model / K.N. Dudkin [et al.] // Biol. Cybern. – 1978. – Vol. 29. – P. 37–47.
193. Basar E. Important associations among EEG-dynamics, eventrelated potentials, short-term memory and learning / E. Basar, H.G. Stampfer // Int. J. Neurosci. – 1985. Vol. 26. – P. 161–180.
194. Time–frequency analysis of single-sweep event-related potentials by means of fast wavelet transform / T. Demiralp [et al.] // Brain. Lang. – 1999. – Vol. 66. – P. 129–145.
195. Oniz A. Prolongation of alpha oscillations in auditory oddball paradigm / A. Oniz, E. Basar // Int. J. Psychophysiol. – 2009. – Vol. 71. – P. 235–241.
196. The time locked theta response reflects interindividual differences in human memory performance / M. Doppelmayr [et al.] // Neurosci. Lett. - 2000. – Vol. 278. – P. 141–144.
197. Auditory delta event-related oscillatory responses are decreased in Alzheimer's disease / G.G. Yener [et al.] // Behav. Neurol. – 2012. – Vol. 25. – P. 3-11.
198. Dynamics of narrow-band EEG phase effects in the passive auditory oddball task / R.J. Barry [et al.] // Eur. J. Neurosci. – 2006. – Vol. 24. – P. 291–304.
199. Basar E. Important relation between EEG and brain evoked potentials II. A system analysis of electrical signals from the human brain / E. Basar, A. Gunder, P. Ungan // Biol. Cybern. – 1976. – Vol. 25. – P. 41–48.

200. Alfimova M.V. Changes in EEG spectral power on perception of neutral and emotional words in patients with schizophrenia, their relatives, and healthy subjects from the general population / M.V. Alfimova, L.G. Uvarova // Neurosci. Behav. Physiol. – 2008. – Vol. 38. – P. 533–540.

201. Directionality of EEG synchronization in Alzheimer's disease subjects / C. Babiloni [et al.] // Neurobiol. Aging. – 2009. – Vol. 30. – P. 93–102.

202. Hippocampal volume and cortical sources of EEG alpha rhythms in mild cognitive impairment and Alzheimer disease / C. Babiloni [et al.] // NeuroImage. – 2009. – Vol. 44. – P. 123–135.

203. EEG resonant responses in schizophrenia: a photic driving study with improved harmonic resolution / Y. Jin [et al.] // Schizophr. Res. – 2000. - Vol. 44. – P. 213-220.

204. Alpha phase locking predicts residual working memory performance in schizophrenia / C. Haenschel [et al.] // Biol. Psychiatry. – 2010. – Vol. 68. – P. 595-598.

205. An MEG study of alpha modulation in patients with schizophrenia and in subjects at high risk of developing psychosis / Y. Koh [et al.] // Schizophr. Res. – 2011. – Vol. 126. – P. 36-42.

206. Frontal versus parietal EEG asymmetry during positive and negative affect / R.J. Davidson [et al.] // Psychophysiology. – 1979. – Vol. 16. – P. 202–203.

207. The Resting Electrophysiological Profile in Adults With ADHD and Comorbid Dysfunctional Anger: A Pilot Study / N. Jaworska [et al.] // Clin. EEG. Neurosci. – 2013. – Vol. 44. – P. 95-104.

208. Coan J.A. Frontal EEG asymmetry and the behavioral activation and inhibition systems / J.A. Coan, J.J. Allen // Psychophysiology. – 2003. – Vol. 40. – P. 106–114.

209. Heller W. The puzzle of regional brain activity in depression and anxiety: The importance of subtypes and comorbidity / W. Heller, J.B. Nitschke // Cognition and Emotion. – 1998. – Vol. 12. – P. 421–447.

210. Sutton S.K. Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems / S.K. Sutton, R.J. Davidson // Psychological Science. – 1997. – Vol. 8. – P. 204–210.
211. Ponkanen L.M. Eye contact with neutral and smiling faces: effects on autonomic responses and frontal EEG asymmetry / L.M. Ponkanen, J.K. Hietanen // Front. Hum. Neurosci. – 2012. – Vol. 6. – P. 122.
212. Brain oscillations differentiate the picture of one's own grandmother / E. Basar [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2007. – Vol. 64. – P. 81-90.
213. Balconi M. Brain oscillations and BIS/BAS (behavioral inhibition/activation system) effects on processing masked emotional cues. ERS/ERD and coherence measures of alpha band / M. Balconi, G. Mazza // Int. J. Psychophysiol. – 2009. – Vol. 74. – P. 158-65.
214. Timedependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of eventrelated synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands / L.I. Aftanas [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2002. – Vol. 44. – P. 67-82.
215. Anticipation of affective images and event-related desynchronization (ERD) of alpha activity: An MEG study / K. Onoda [et al.] // Brain Res. – 2007. – Vol. 1151. – P. 134-141.
216. Distraction affects frontal alpha rhythms related to expectancy of pain: An eeg study / L.De Armas [et al.] // Neuroimage. – 2006. – Vol. 31. – P. 1268-1277.
217. Baumgartner T. From emotions perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music / T. Baumgartner, M. Esslen, L. Jancke // Int. J. Psychophysiol. – 2006. – Vol. 60. – P. 34–43.
218. Zion-Golumbic E. Neural dynamics associated with semantic and episodic memory for faces: evidence from multiple frequency bands / E. Zion-Golumbic, M. Kutas, S. Bentin // J. Cogn. Neurosci. – 2010. – Vol. 22. – P. 263-277.
219. Single-trial EEG dynamics of object and face visual processing / G.

Rousselet [et al.] // Neuroimage. – 2007. – Vol. 36. – P. 843–862.

220. Parieto-occipital sources account for the increase in alpha activity with working memory load / A.M. Tuladhar [et al.] // Hum. Brain Mapp. – 2007. – Vol. 31. – P. 31.
221. Мельникова Т. С. Характеристика альфа-ритма ЭЭГ при первом эпизоде параноидной шизофрении / Т. С. Мельникова, В. В. Саркисян, И. Я. Гурович // Социальная и клиническая психиатрия. – 2013. – Vol. 23, № 1. – С.40-45.
222. Crespo-Garcia M., Effects of semantic relatedness on age-related associative memory deficits: the role of theta oscillations / M. Crespo-Garcia, J.Cantero, Atienza // Neuroimage. – 2012. – Vol. 61. – P.1235-1248.
223. EEG evidence of face-specific visual self-representation / M. Miyakoshi [et al.] // Neuroimage. – 2010. – Vol.50. – P.1666-1675.
224. Neural components underlying subjective preferential decision making / J. Lindsen [et al.] // Neuroimage. – 2010. – Vol.50. – P. 1626-1632.
225. Balconi M. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: a temporal analysis / M. Balconi, C. Lucchiari // Neurosci. Lett. – 2006. – Vol.392. – P.118-123.
226. Individual differences in detecting rapidly presented fearful faces / D. Zhang [et al.] // PLoS One. – 2012. – Vol. 7. – e49517.
227. Knyazev G. Event-related delta and theta synchronization during explicit and implicit emotion processing / G. Knyazev, J. Slobodskoj-Plusnin, A. Bocharov // Neuroscience. – 2009. – Vol.164. – P.1588-600.
228. Knyazev G. Gender differences inimplicit and explicit processing of emotional facial expressions as revealed by eventrelated theta synchronization / G. Knyazev, J. Slobodskoj-Plusnin, A. Bocharov // Emotion. – 2010. – Vol. – 10. – P. 678-687.
229. Bocharov A. Interaction of anger with anxiety and responses to emotional facial expressions / A. Bocharov, G. Knyazev // Personality

and Individual Differences. – 2011. – Vol.50. – P. 398–403.

230. Temporal dissociation in the brain processing of pain and anger faces with different intensities of emotional expression / Gonzalez-Roldan [et al.] // Pain. – 2011. – Vol. 152. – P. 853-859.
231. Affective picture processing: event-related synchronization within individually defined human theta band is modulated by valence dimension / L. Aftanas [et al.] // Neurosci. Lett. – 2001. – Vol. 303. – P. 115–118.
232. Timedependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of eventrelated synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands / L. Aftanas [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2002. – Vol. 44. – P. 67-82.
233. Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli / L. Aftanas [et al.] // Int. J. Psychophysiol. – 2003. – Vol.50. – P. 205-212.
234. Disruption of early eventrelated theta synchronization of human EEG in alexithymics viewing affective pictures / L. Aftanas [et al.] // Neurosci. Lett. – 2003. – Vol. 340. – P. 57-60.
235. Aftanas L. Impact of regular meditation practice on EEG activity at rest and during evoked negative emotions / L. Aftanas, S. Golosheykin // Int. J. Neurosci. – 2005. – Vol.115. – P. 893-890
236. Non-linear dynamical coupling between different brain areas during evoked emotions: an EEG investigation / L. Aftanas [et al.] // Biol. Psychol. – 1998. – Vol.48. – P. 121-138.
237. The processing bias for threatening cues revealed by event-related potential and event-related oscillation analyses / J. Sun [et al.] // Neuroscience. – 2012. – Vol. 203. – P. 91-98.
238. Mazaheri A. EEG spectral dynamics during discrimination of auditory and visual targets / A.Mazaheri, T. Picton // Brain Res. Cogn. Brain Res. – 2005. – Vol.24. – P. 81–96.

239. Sabatinelli D. Parallel amygdala and inferotemporal activation reflect emotional intensity and fear relevance / D. Sabatinelli, M. Bradley, J. Fitzsimmons, P. Lang // Neuroimage. – 2005. – Vol.24 (4). – P. 1265-1270.

240. Saalmann Y. Neural mechanisms of visual attention: how top– down feedback highlights relevant locations / Y. Saalmann, I.Pigarev, T. Vidyasagar // Science. – 2007. – V. 316. – P. 1612–1615.

241. Temporal dynamics of access to consciousness in the attentional blink / Kranczioch C. [et al.] // Neuroimage. – 2007. – V. 37. – P. 947–955.

242. Neuronal synchronization along the dorsal visual pathway reflects the focus of spatial attention / Siegel M. [et al.] // Neuron. – 2008. – V. 60. – P. 709–719.

243. Xiao-Jing Wang. Neurophysiological and Computational Principles of Cortical Rhythms in Cognition / Xiao-Jing Wang // Physiol Rev. – 2010. – Vol.90 (3) – P. 1195–1268.

244. Fumi Katsuki. Bottom-Up and Top-Down Attention: Different Processes and Overlapping Neural Systems / Fumi Katsuki, Christos Constantinidis // The Neuroscientist. – 2013. – Vol. XX(X) 1-13. – P. 1-14.

Додаток А

Латентні періоди реакції за умови бінокулярної презентації стимулів через недомінантне око

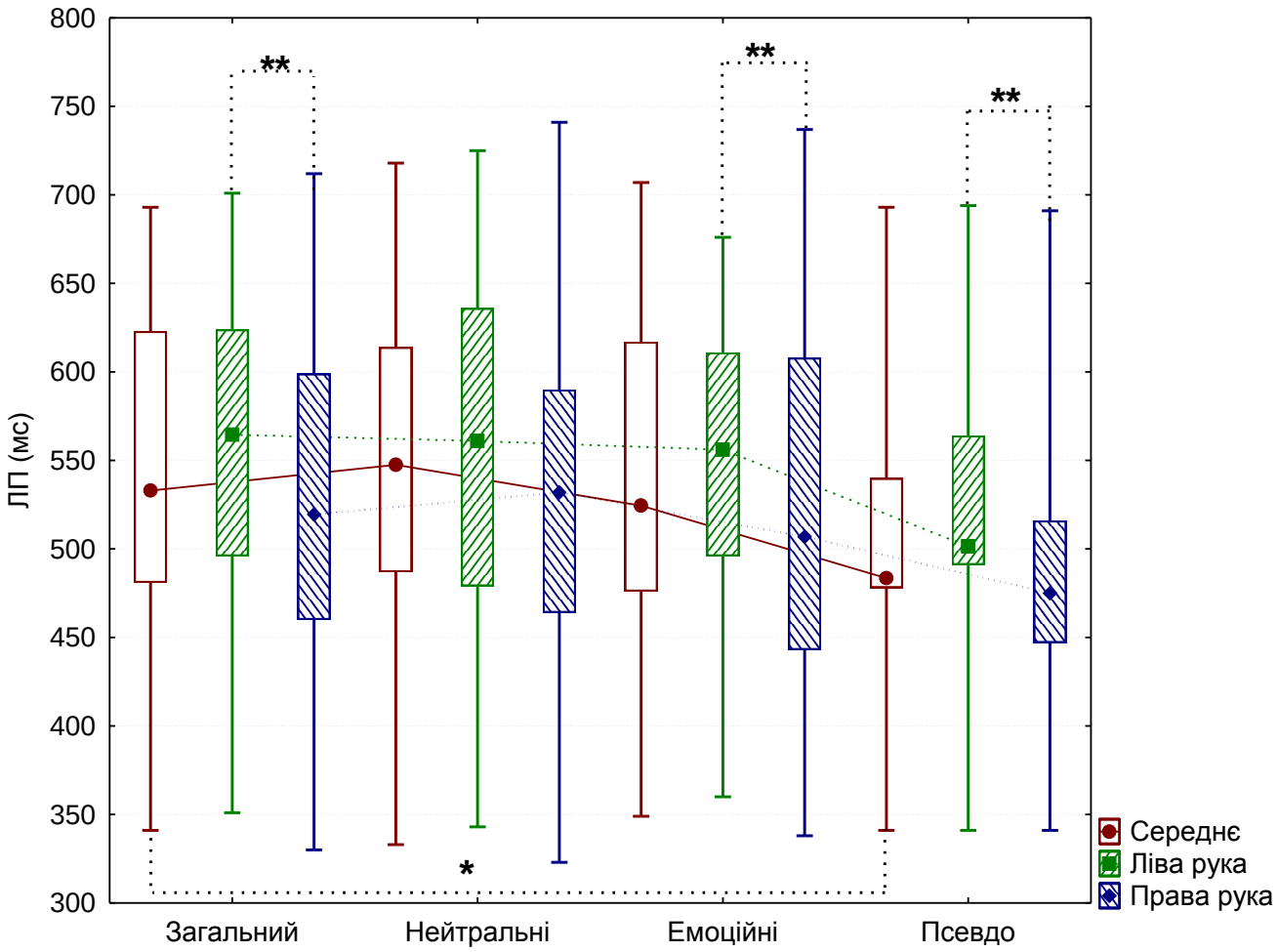


Рис.А.1.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі правшів

Примітки:
* - p < 0,05;
** - p < 0,01.

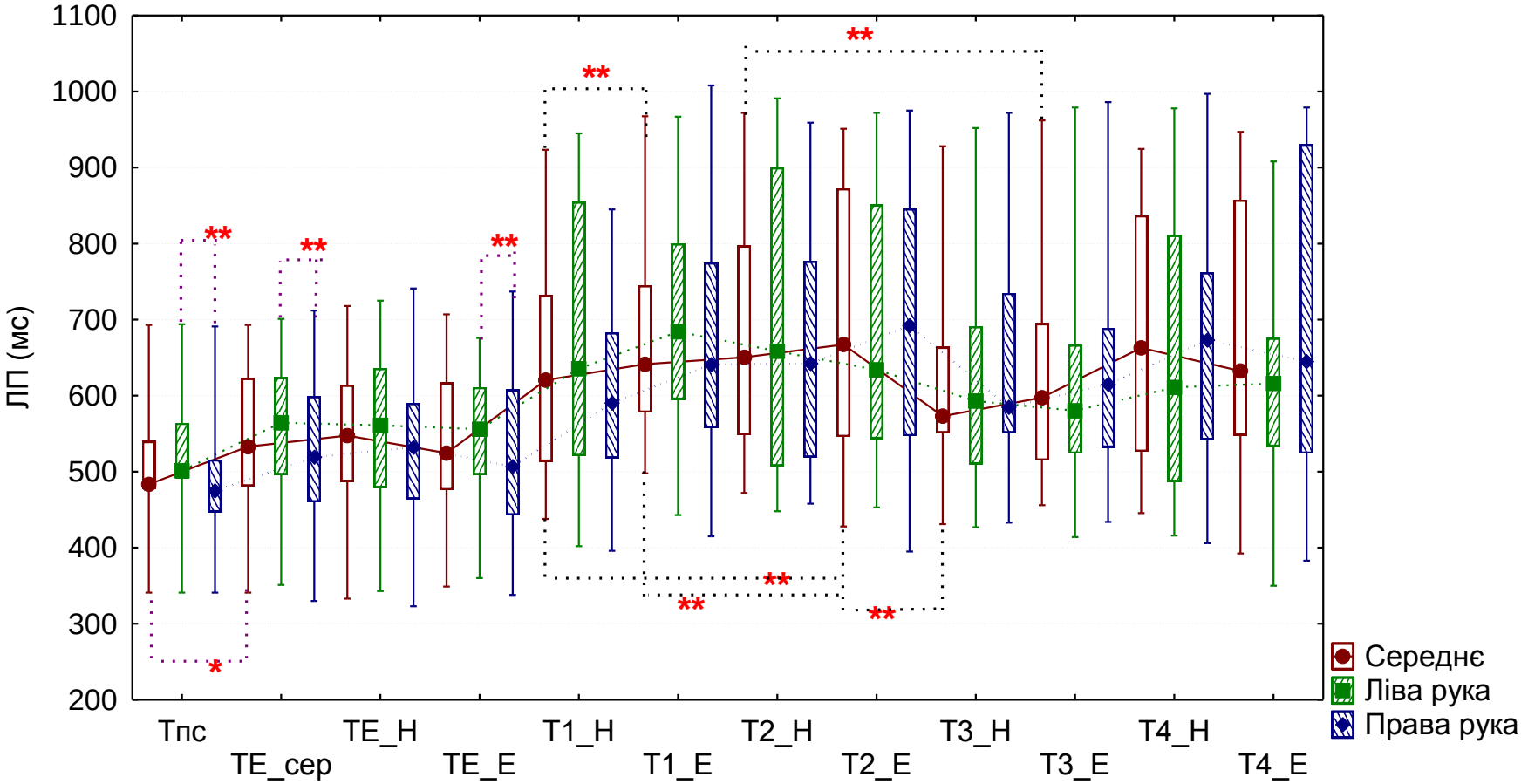


Рис.А.1.2 ЛП реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс, ТЕ, Т1, Т2, Т3, Т4 в групі правшів

Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

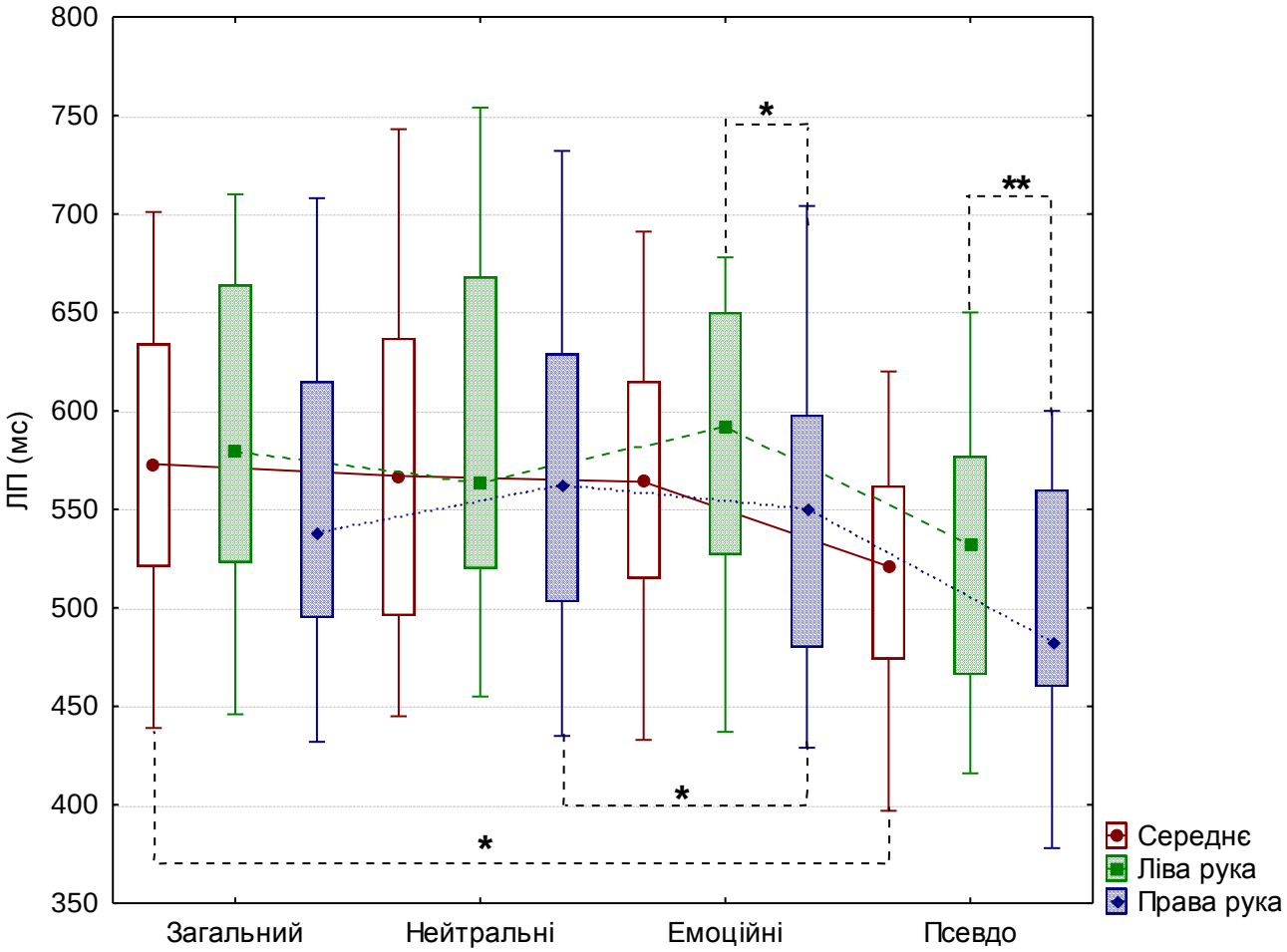


Рис.А.2.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів

Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

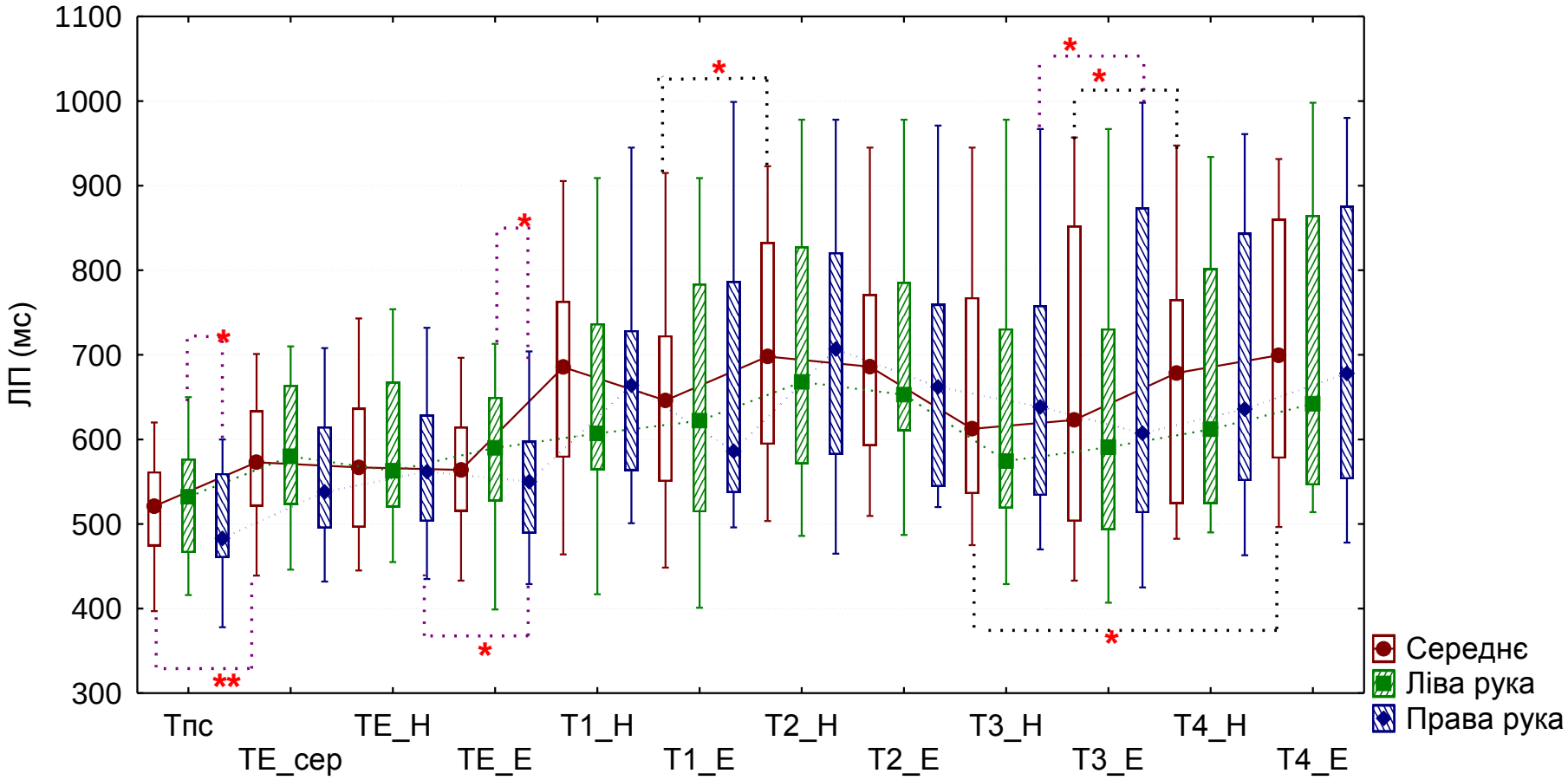


Рис.А.2.2 ЛП реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс, ТЕ, Т1, Т2, Т3, Т4 в групі лівшів

Примітки:
* - p < 0,05;** - p < 0,01.

Додаток Б

Латентні періоди реакції за умови монокулярної презентації стимулів через домінантне око

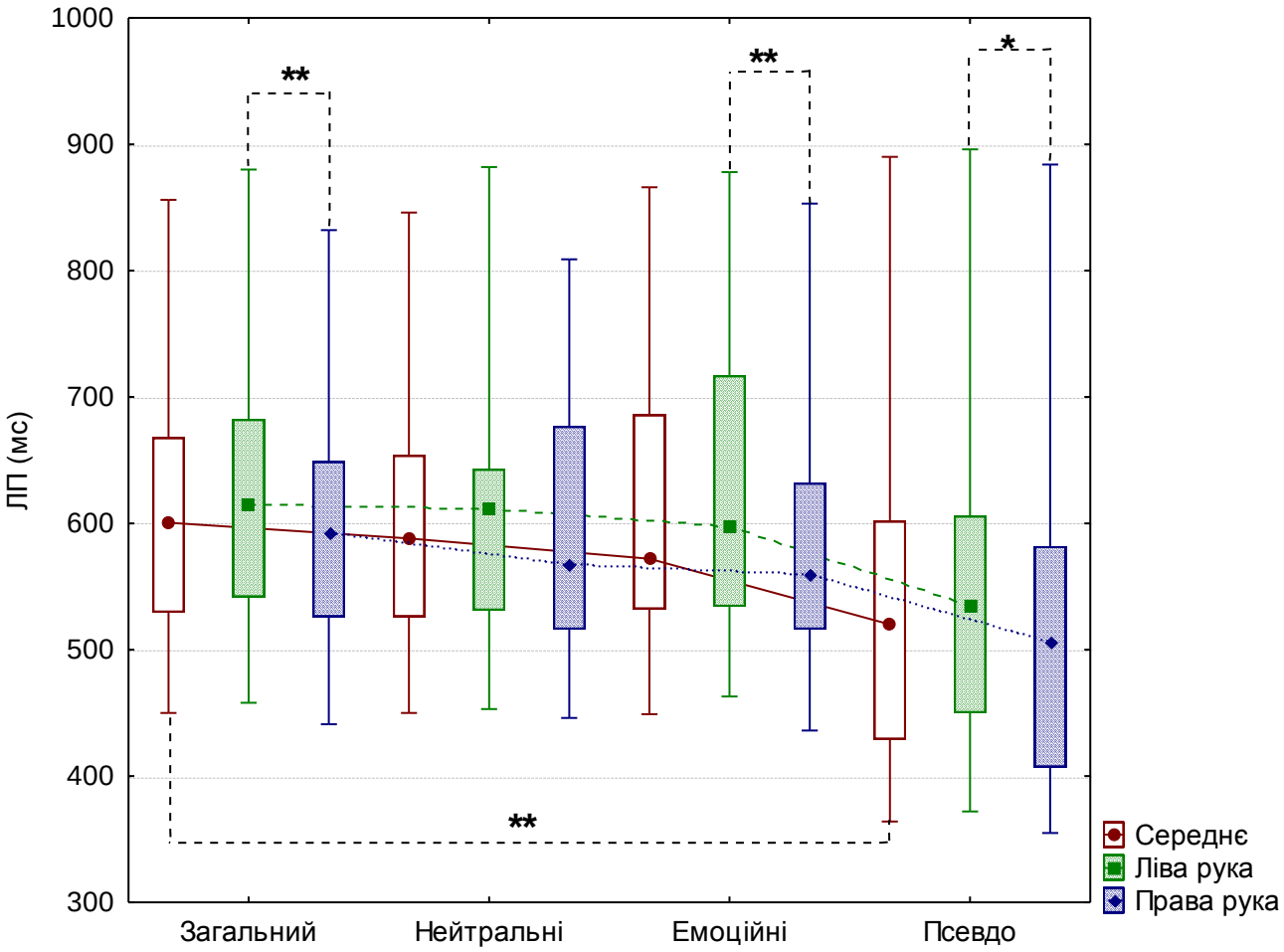


Рис.Б.1.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі правшів

Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

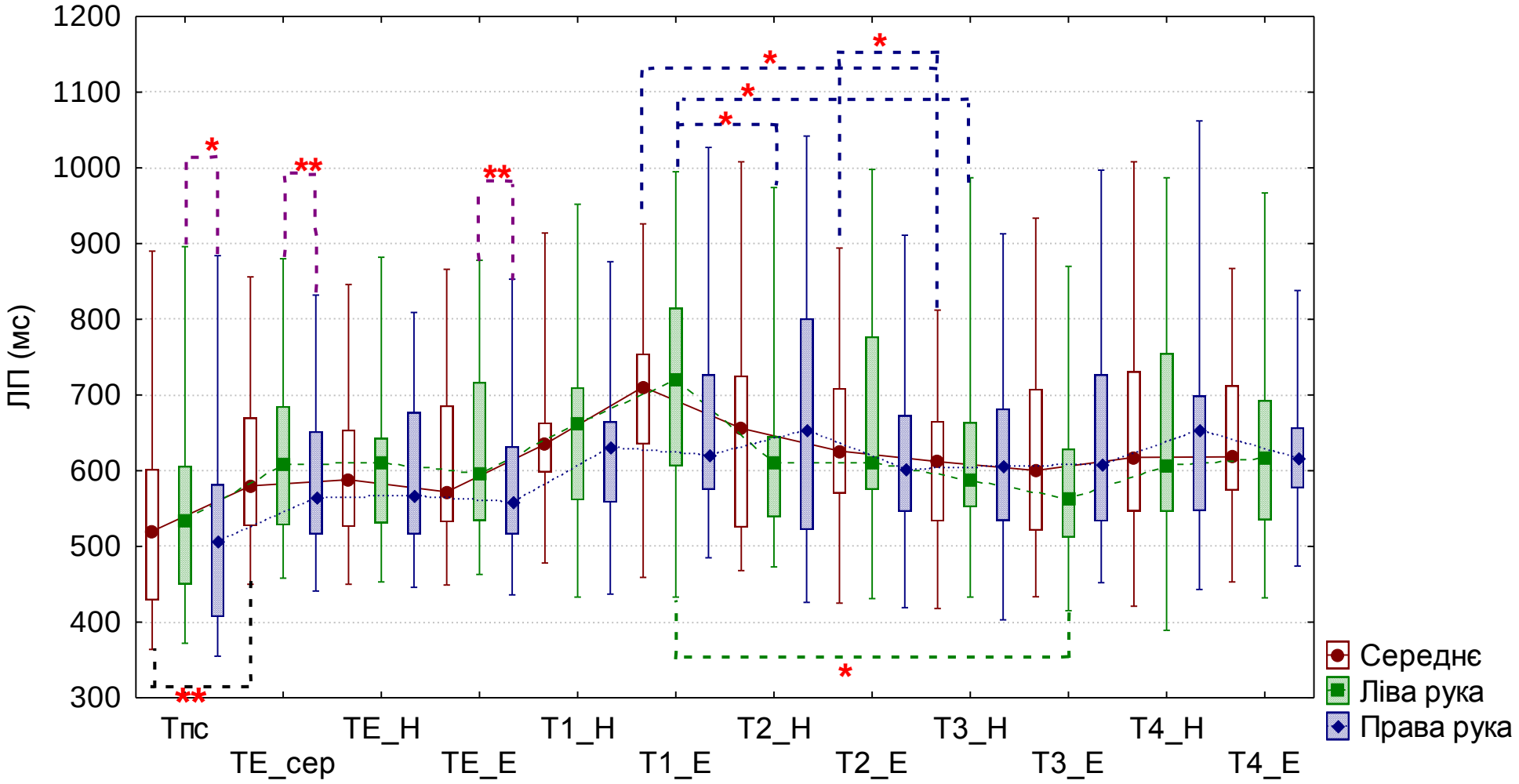


Рис.Б.1.2 ЛП реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс, ТЕ, Т1, Т2, Т3, Т4 в групі правшів

Примітки:* - $p < 0,05$;** - $p < 0,01$.

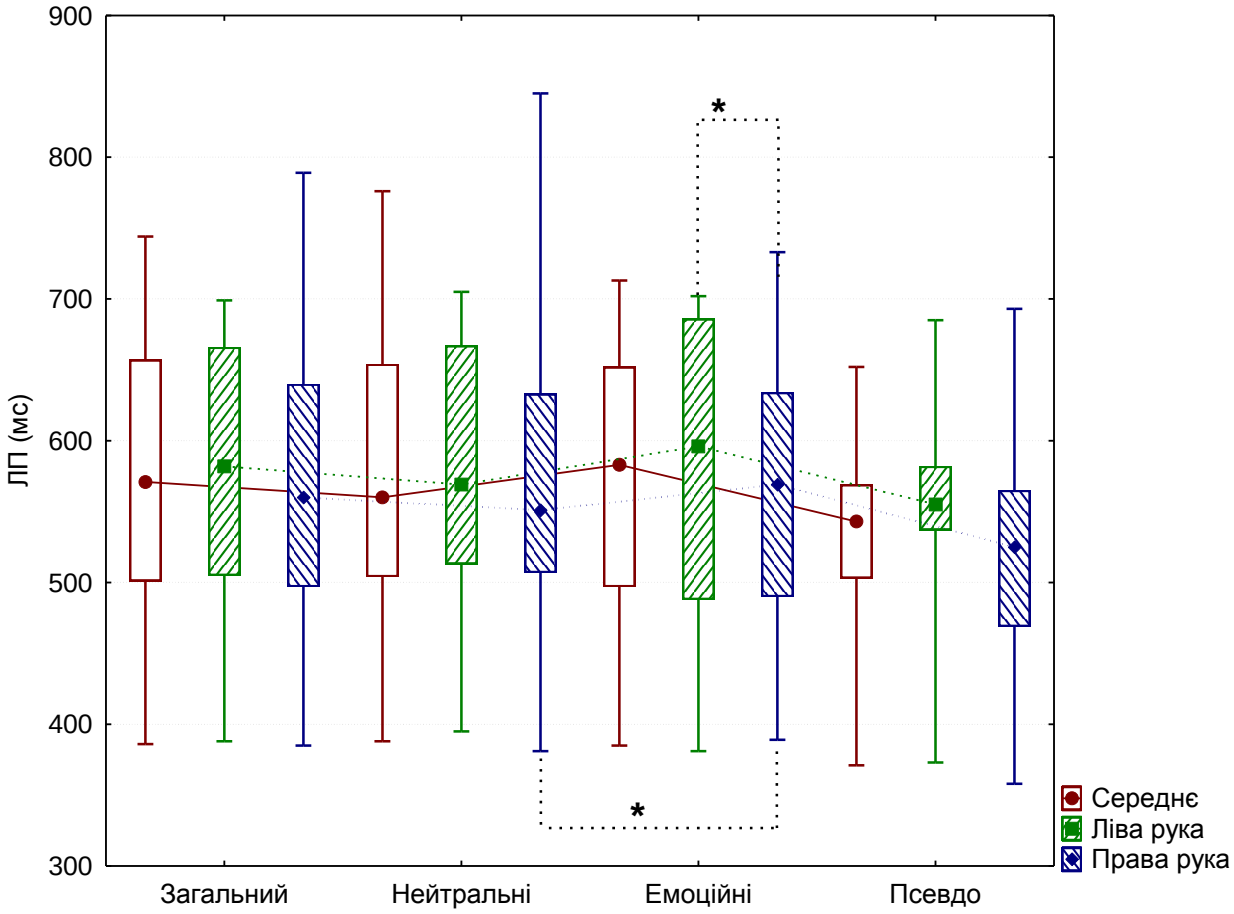


Рис.Б.2.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів

Примітки:
* - p < 0,05;
** - p < 0,01.

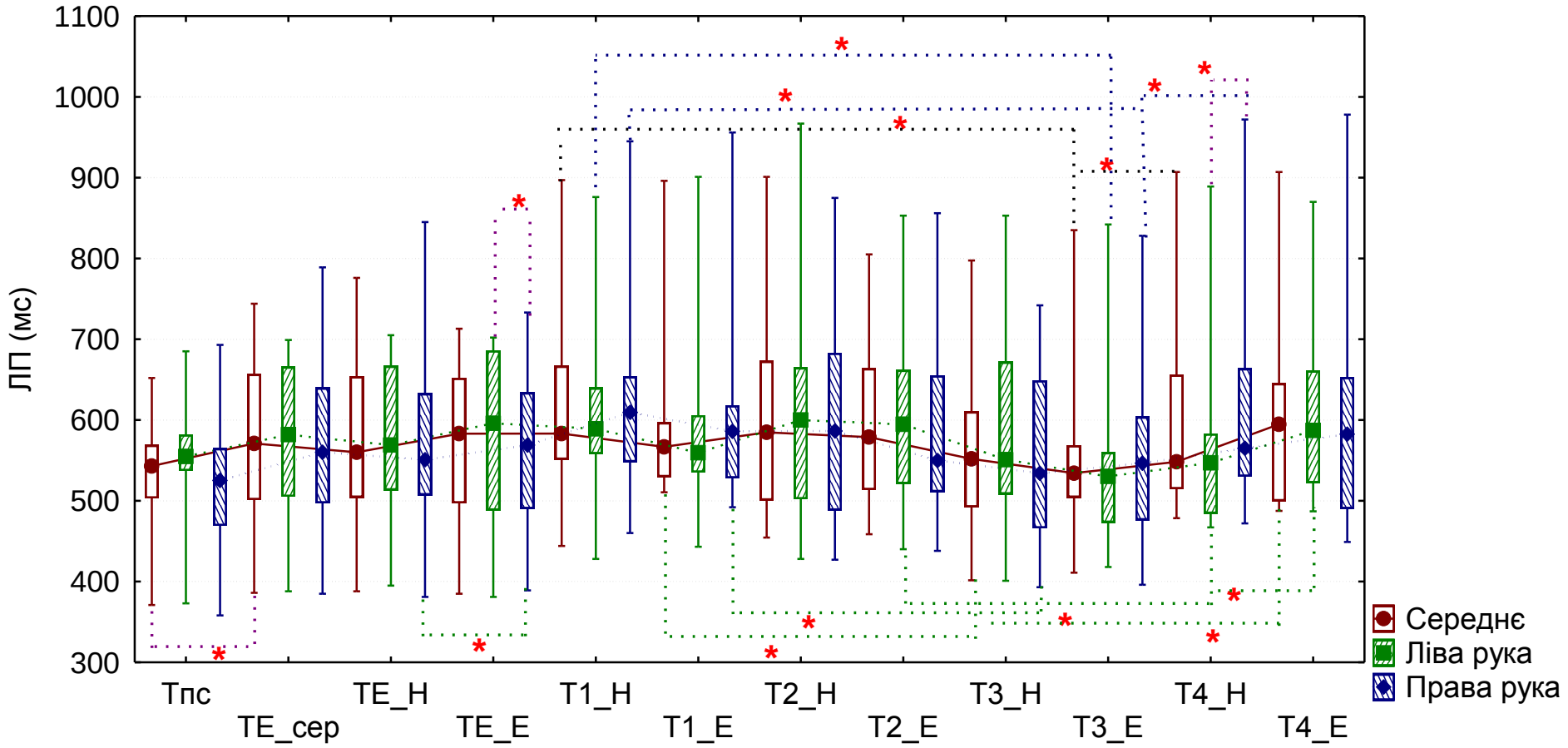


Рис.Б.2.2 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс, ТЕ, Т1, Т2, Т3, Т4, в групі лівшів.
Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

Додаток В

Латентні періоди реакції за умови монокулярної презентації стимулів через недомінантне око

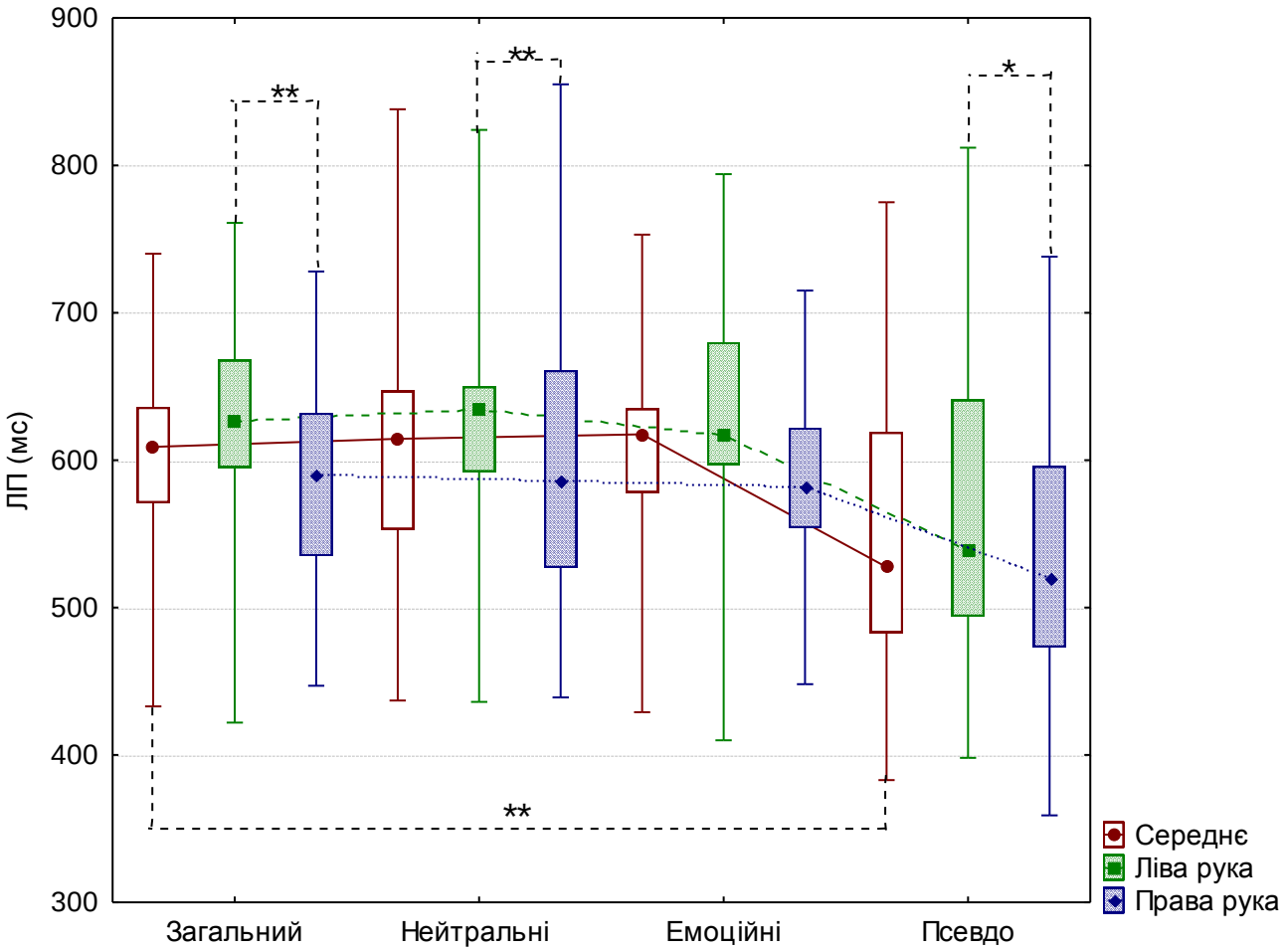


Рис.В.1.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі правшів

Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

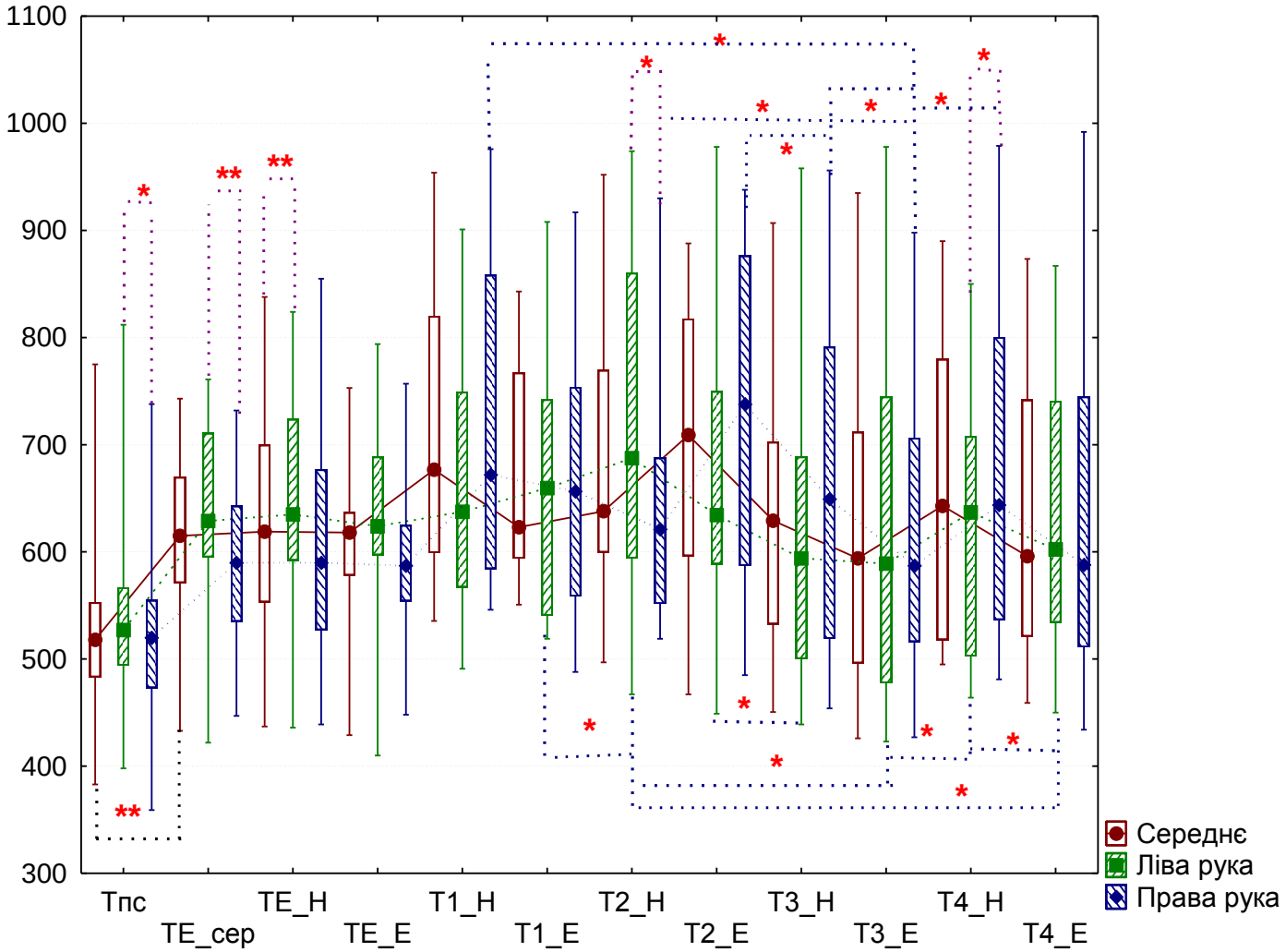


Рис.В.1.2 ЛП реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс,ТЕ,Т1,Т2,Т3,Т4 в групі правшів

Примітки:* - p < 0,05;** - p < 0,01.

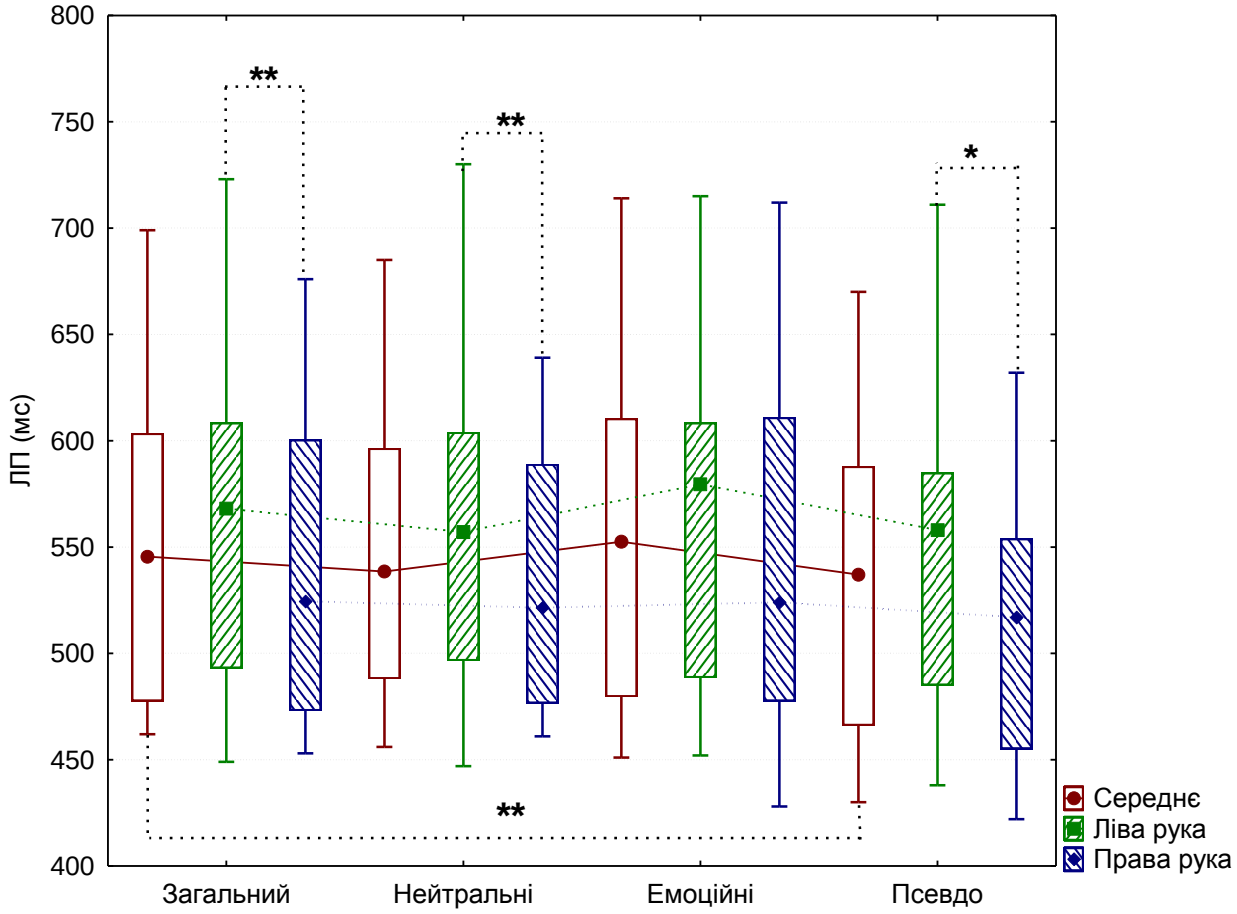


Рис.В.2.1 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в ТЕ та Тпс в групі лівшів

Примітки:
* - $p < 0,05$;
** - $p < 0,01$.

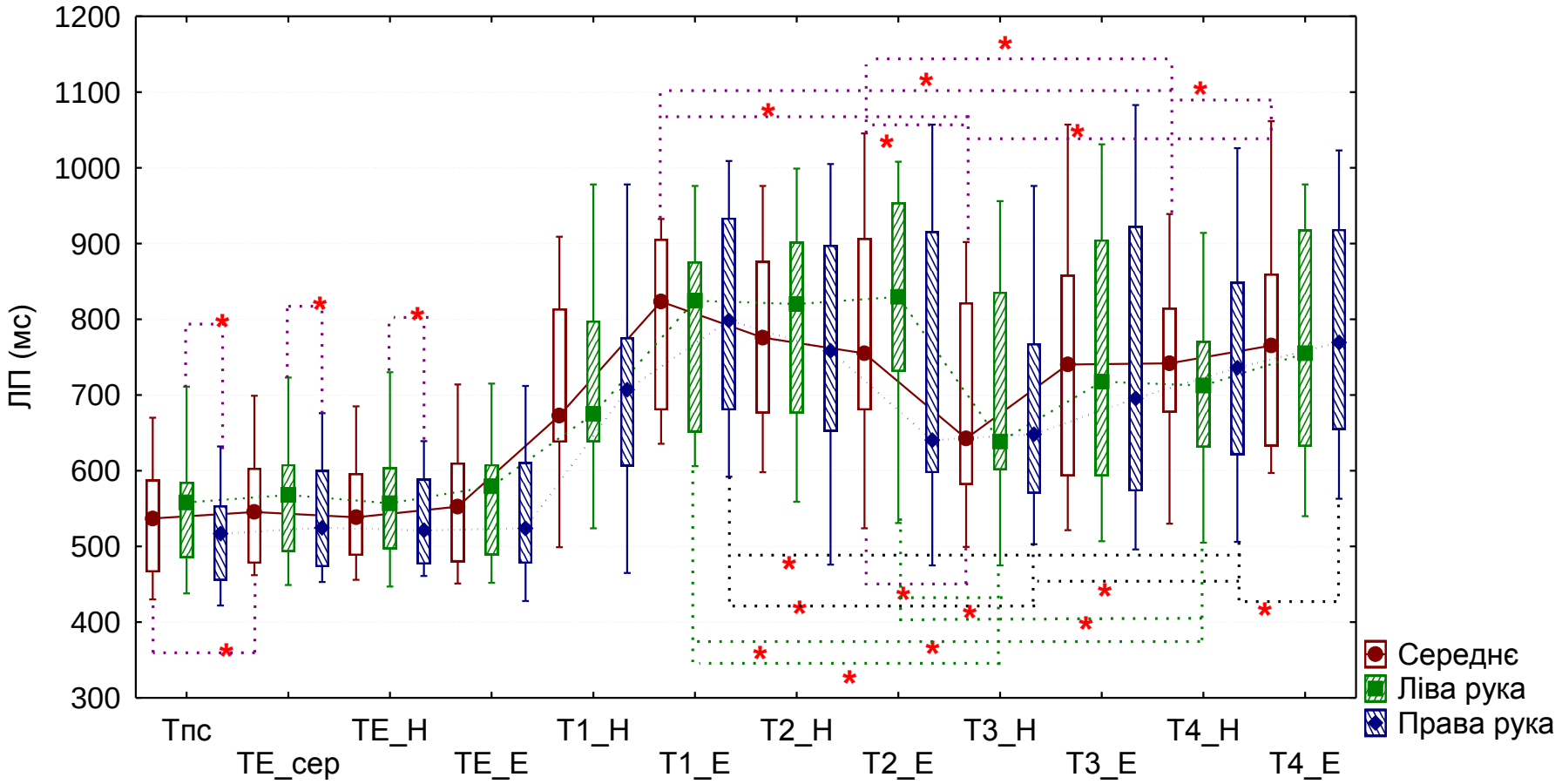


Рис.В.2.2 Латентні періоди реакції на емоційно забарвлені та нейтральні слова в Тпс, ТЕ, Т1, Т2, Т3, Т4 в групі лівшів

Примітки:
* - p < 0,05;** - p < 0,01.