

УДК 612.82/.83; 612.821

Т.В. Куценко, А. С. Лозовська

## МІЖПІВКУЛЬНІ ВІДМІННОСТІ ЕЕГ ДЕЛЬТА-БЕТА ПОЄДНАННЯ У ЛІВШІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЕМОЦІЙНОГО ТЕСТУ СТРУПА

*Досліджувався емоційний ефект Струпа у лівшів за умов відповідей двома руками. Ефект інтерференції краще виражений для лівої, ніж для правої руки, що вказує на більше залучення правої півкулі до оброблення емоційної інформації. Повторне проходження емоційного тесту Струпа веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації. Підтверджено сильніший дельта-бета ЕЕГ зв'язок у фронтальних ділянках кори обстежуваних із низьким рівнем інтерференції, що свідчить про сильніший контроль у них низхідної системи уваги. Новизною є те, що така взаємодія краще виражена у фронтальних ділянках лівої півкулі, що вказує на її роль у когнітивному контролі і опосередковано підтверджує відомості про розташування центрів мови у більшості ліворуких осіб у лівій півкулі.*

**Ключові слова:** емоційний ефект Струпа, ліворукість, ЕЕГ дельта-бета поєднання

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Натепер не є вирішеним питання про те, яким чином, і, головне, за участю яких мозкових структур чи нейронних мереж здійснюється виконавчий контроль (метаконтроль) і надавання відповідей на ті чи інші подразники. Мозок людини складається із двох півкуль, взаємодія між якими і їх функціональна роль дотепер залишаються предметом інтенсивних досліджень. Особливий інтерес у зв'язку з цим становить дослідження мозку ліворуких обстежуваних, оскільки вища ймовірність атипового розташування у їх мозку різних підсистем оброблення інформації може пролити світло на механізми їх організації і функціонування.

Функціональна спеціалізація півкуль мозку, найімовірніше, має свої переваги в обробленні інформації, і тому закріпилась в процесі еволюції. Дослідження показують, що в одних випадках для кращої ефективності виконання завдання необхідна латералізація функцій, а в інших – значної латералізації не виявлено. Цікаву теорію висунув Косслін [9], який вважає, що для виконання швидких точних рухів потрібен унілатеральний контроль, який посиляє команди до обох частин тіла. Деракшан [7] вважає, що рухи недомінантної частини тіла є двопівкульним явищем, за якого команди походять від домінантної півкулі і передаються на недомінантну. На противагу до цього, рухи домінантної частини тіла є функцією однієї, домінантної півкулі.

Косслін розглядає дві підсистеми контролю: контроль мови, пов'язаний із лівою півкулею, і контроль просторової уваги, пов'язаний із правою півкулею [9]. Таку гіпотезу розташування цих двох функцій у протилежних півкулях називають *казуальною* гіпотезою, і у випадку атипового розміщення центру мови у правій півкулі центр контролю просторової уваги має бути розміщеним у лівій півкулі. Інша гіпотеза називається *статистичною*, згідно якої розміщення цих центрів є ймовірнісним, і у атиповому випадку обидва центри можуть міститись у межах однієї півкулі. За МакМанус [11], латералізація центру мови і домінантності руки є генетично незалежними факторами, тому їх сполучення у людини може бути статистично

незалежним. Поєднання спостерігається лише для розташування центру мови у лівій півкулі і домінуванні правої руки.

Останнім часом піднімається питання про те, якими системами мозку здійснюється контроль за емоційною і когнітивною інформацією. Є припущення про те, що такий контроль здійснюється як в межах однієї системи, так і окремими підсистемами [14]. Ймовірно припустити, що при цьому велику роль має відігравати також і міжпівкульна функціональна асиметрія та взаємодія, тим паче що відомою є роль правої півкулі в обробленні негативної емоційно забарвленої інформації [8].

Тест Струпа широко використовується у психологічних обстеженнях і клінічній практиці, і названий золотим стандартом тестування довільної уваги, оскільки дозволяє досліджувати зміни функціонування лобних ділянок кори, які найтісніше пов'язані із вищими психічними функціями [10]. Тест Струпа полягає у тому, що обстежуваному подається слово, яке означає певний колір, написане або відповідним кольором – конгруентне (напр., “червоне” червоним), або білим кольором (нейтральне), або невідповідним кольором – неконгруентне (“червоне” зеленим). При співпадінні семантичного значення і кольору реакції здійснюються найшвидше (явище полегшення), при неспівпадінні – найповільніше (явище інтерференції), при реагуванні на нейтральні подразники (назви кольорів, написані білим кольором) латентний період реакції (ЛП) займає проміжне значення. При використанні емоційного тесту Струпа (ЕмСтр) теж потрібно називати колір, яким написане слово, але це є лише, так би мовити, відволікаючий маневр, оскільки слова, які використовуються в тесті, є або нейтральними, або емоційно значущими, і важливою є реакція обстежуваного на слова в залежності від їх емоційного значення. Емоційний ефект Струпа (ЕмЕфСтр), або інтерференція, базується на тому, що емоційні стимули, як більш значущі, ніж нейтральні, довший час обробляються в нейронних мережах. ЕмСтр, власне, не тестує ефект Струпа, оскільки при його використанні не відбувається взаємодії між словом і його семантичним значенням (напр., колір і назва кольору) [4]. Інтерференція - це різниця між латентним періодом (ЛП) реакції на емоційно-значущі та нейтральні стимули. Чим більша інтерференція, тобто ЕмЕфСтр, тим сильніше втручаються мимовільні емоційні процеси у систему довільної уваги, порушуючи її. Відомо, що ЕмЕфСтр сильніше проявляється при пред'явленні негативних слів, ніж позитивних. У жінок ЕмЕфСтр сильніше виражений у правій, ніж у лівій півкулі [15]. До виникнення ЕмЕфСтр залучена передня системи уваги та емоціогенні структури мозку [6]. Ймовірно, що за механізмами виникнення ЕмЕфСтр близький до орієнтувального рефлексу [4]. Нами було виявлено, що емоційний ефект Струпа у жінок-правшів і жінок-лівшів виражений краще, ніж у чоловіків-правшів, що узгоджується із відомими з літератури даними про сильніше реагування жінок на негативну, загрозову інформацію. Порівняння стану спокою з першим проходженням емоційного тесту Струпа у жінок-правшів і жінок-лівшів виявило значну білатеральну активацію в  $\beta$ -діапазоні по всьому скальпу з переважанням в передніх і центральних відділах, тоді як у чоловіків-правшів активація більше виражена в лівій півкулі. При подальших проходженнях тесту у жінок-правшів спостерігались білатеральні перебудови в активності мозку, тоді як у чоловіків-правшів і жінок-лівшів вони більше стосувались лівої півкулі [3]. Нашими колегами було показано, що у осіб із низькою інтерференцією при виконанні ЕмСтр спостерігається високий рівень дельта-бета поєднання у фронтальних ділянках кори, що пов'язують із сильнішим низхідним контролем системи довільної уваги [13]. Але особливості вкладу в цей процес кожної півкулі досліджені не були.

Тому **метою статті** стало дослідити особливості дельта-бета поєднання у фронтальних ділянках обох півкуль у лівшів із різним рівнем інтерференції при

виконанні ЕмСтр. Новизна нашої роботи полягає в тому, щоб відслідкувати цю асиметрію за допомогою реєстрації ЛП реакції для кожної руки окремо, оскільки за ними можна судити про функціональну асиметрію мозку, і в тому, що такі дослідження проводяться у лівшів та включають аналіз фактора статі.

### Методика

В обстеженні взяли участь 24 обстежуваних-лівшів (14 жінок), студентів навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка віком від 17 до 22 років. Обстежувані проходили комп'ютеризований ЕмСтр [1]. Обстежуваному пред'являлася серія з 240 слів, по 120 для кожної руки, які пред'являлись у псевдовипадковому порядку. Емоційно-значущі, емоційно-нейтральні слова та назви рослин і тварин (гальмівний подразник) подавалися по центру екрану. Обстежуваному на екран монітору комп'ютера виводилася інструкція: «Якщо слово, яке з'явилося на екрані, зеленого кольору – натиснути клавішу «Q» (ліва рука), якщо червоного – натиснути «P» (права рука). Якщо назва рослини або тварини – реакція не потрібна». Аналізувались ЛП реакцій кожної руки на емоційно-значущі та нейтральні слова. Обстежувані відповідають обома руками, що створює для обох півкуль однакові можливості відповіді і дозволяє оцінити прояв міжпівкульної асиметрії при виконанні ЕмСтр. Другою особливістю цього тесту є використання гальмівного подразника, що, разом із необхідністю співвідносити кольори, якими написані слова, з реакціями правої і лівої руки, значно захоплює увагу обстежуваного і відволікає її від емоційного значення слів. Комп'ютеризований ЕмСтр обстежувані проходили 2 рази підряд (ЕмСтр1-2) з 5-хв. станами спокою з відкритими очима, що передували тестам (Спок1-2). Обстежувані були поділені на дві групи за рівнем інтерференції при виконанні ЕмСтр. Рівень інтерференції розраховувався як середній ЛП реакції на емоційні слова мінус ЛП реакції на нейтральні слова.

Паралельно з проходженням ЕмСтр у обстежуваних реєстрували ЕЕГ монополярно за допомогою комплексу «Нейрон-Спектр» за системою "10-20%" у фронтальних відведеннях F3-A1 (ліва півкуля) і F4-A2 (права півкуля) (свідectво про державну реєстрацію № 4646 від 03.03.2000, «Нейрософт», Росія). Перед проходженням тестів здійснювався фоновий запис ЕЕГ у стані спокою із закритими очима. У якості референтного використовувався об'єднаний вушний електрод. Обробка запису енцефалограми проводилася методом спектрального аналізу за допомогою програми «Нейрон-Спектр». Аналізувалась повна спектральна потужність діапазонів  $\beta$ -високочастотний ( $\beta$ -в, 20-35,0 Гц) та дельта-ритм ( $\delta$ , 1-3-Гц).

Статистичний аналіз результатів проводився за допомогою пакету STATISTICA 6.0 (Statsoft, USA, 2001). Нормальність розподілів змінних перевірялась тестом Ліліфора, який є модифікацією тесту Колмогорова - Смірнова. Оскільки всі субтести проходили одні і ті ж самі обстежувані в різні моменти часу, а розподіл практично всіх параметрів за критерієм Ліліфора був відмінний від нормального, для множинного порівняння груп було використано ранговий дисперсійний аналіз Фрідмана. Всі величини ефектів часткової ета в квадраті (partial eta squared,  $\eta_p^2$ ) були розраховані з використанням ANOVA. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним  $p=0,05$ . ЛП реакцій аналізувались  $2 \times 2 \times 2 \times 2$  повторними вимірюваннями ANOVA з факторами: Порядок проходження тесту (перший раз проти другого), Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Рука (права проти лівої), Стать (жінки проти чоловіків).

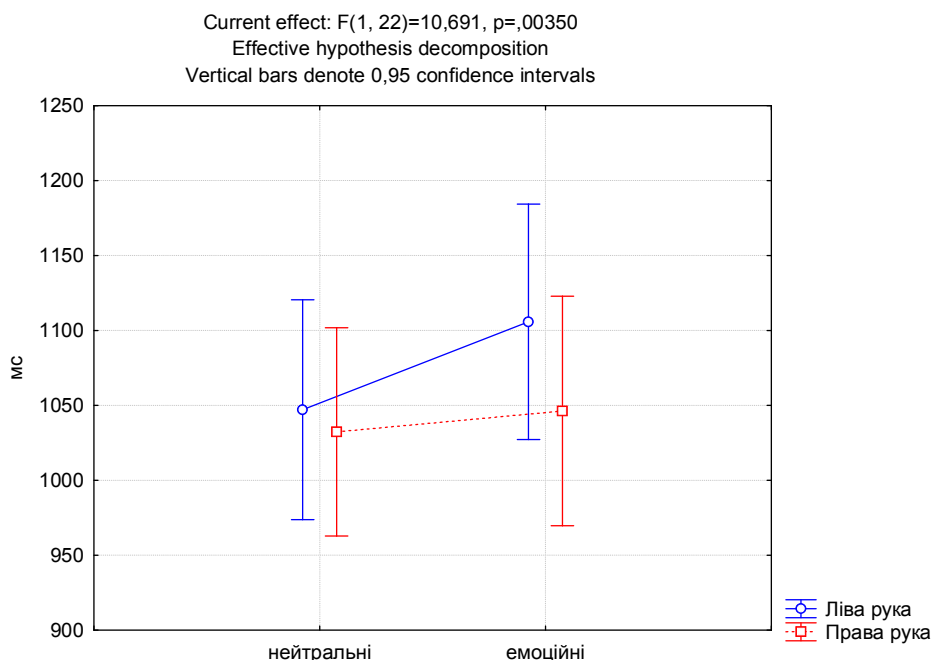
Через великий розкид значень величин спектральних потужностей ЕЕГ вони були log-нормалізовані шляхом обрахування значень ln-бета високочастотна і ln-дельта спектральних потужностей, після чого розраховувались рангові коефіцієнти кореляції

за Спірменом для кожного відведення між ln-бета високочастотна і ln-дельта спектральних потужностей. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним  $p=0,05$ .

### Результати та їх обговорення.

Обстежувані відповідали повільніше при першому (1124 мс), ніж при другому (991 мс) проходженні тесту,  $F(1, 22)=25,581$ ,  $p=,00005$ , що пояснюється ефектом впрацювання. На емоційні слова реакція була довшою (1076 мс), ніж на нейтральні слова (1039 мс),  $F(1, 22)=12,060$ ,  $p=,002$ ,  $\eta_p^2 = 0,354$ . Реакції лівої руки були довшими (1076 мс), ніж правої (1039 мс),  $F(1, 22)=22,141$ ,  $p=,0001$ ,  $\eta_p^2 = 0,501$ . Відмінності між ЛП реакції на емоційні та нейтральні подразники, а також реакції правої та лівої руки видаються невеликими, проте вони статистично значущі. ЕмСтр чутливий до умов тестування. Часто повідомляється про відсутність прояву ЕмЕфСтр у здорових обстежуваних. У використаному нами варіанті тесту застосоване змішане пред'явлення емоційно-значущих і нейтральних слів, що, як відомо, знижує ефект інтерференції внаслідок післядії. При пред'явленні емоційно-значущих і нейтральних слів окремими блоками ЕмЕфСтр проявляється сильніше.

Виявлений ефект взаємодії між Типом подразника (емоційний проти нейтрального) і Рукою (права проти лівої),  $F(1, 22)=10,691$ ,  $p=,003$ ,  $\eta_p^2 = 0,327$  (рис.1). Ліва рука значно повільніше реагує на емоційні подразники (1105 мс), ніж на нейтральні (1047 мс), тоді як реакції правої руки на емоційні (1046 мс) і нейтральні (1032 мс) подразники мало відрізняються між собою, і є коротшими за реакції лівої руки на емоційні подразники.

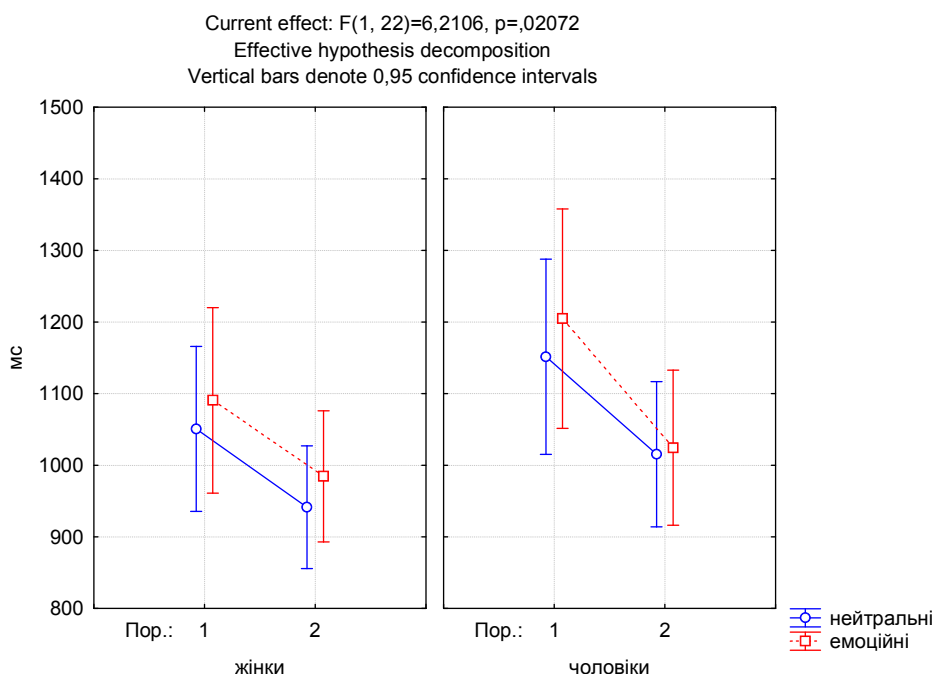


**Рис.1.** ЛП реакції правої і лівої рук на нейтральні та емоційні стимули. Ефект взаємодії факторів Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Рука (права проти лівої):  $F(1, 22)=10,691$ ,  $p=0,003$

Примітки: На рис. вказані середні значення і стандартна похибка.

Виявлений ефект взаємодії між Типом подразника (емоційний проти нейтрального), Рукою (права проти лівої), Статтю (жінки проти чоловіків),  $F(1, 22)=6,210$ ,  $p=,0207$ ,  $\eta_p^2 = 0,220$  (рис.2). У жінок ЛП реакції при першому проходженні

ЕмСтр становив: на емоційні слова (1090 мс), на нейтральні (1050 мс); при другому проходженні: на емоційні (984 мс), на нейтральні (941 мс). У чоловіків відповідно при першому проходженні: на емоційні (1204 мс), на нейтральні (1151 мс); при другому проходженні: на емоційні (1024 мс), на нейтральні (1015 мс). Повторне проходження ЕмСтр веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації. Звертає на себе увагу й те, що у жінок ЛП реакцій, хоч і не досягають рівня статистичної значущості, але мають тенденцію до того, щоб бути коротшими, ніж у чоловіків ( $p=,105$ ). Прояснити це можуть лише додаткові дослідження на більшій вибірці обстежуваних. Нами вже були отримані довші ЛП реакцій у жінок-лівшів у порівнянні з жінками-правшами при проходженні прямого і зворотного тестів Струпа [2]. Пояснення таких відмінностей в ЛП реакцій слід шукати як у міжпівкульних зв'язках, так і у типовому чи атиповому розташуванні центрів мови та центру, який здійснює метаконтроль над руховою активністю.



**Рис.2.** ЛП реакції на нейтральні та емоційні стимули у жінок і чоловіків при першому і другому проходженні емоційного тесту Струпа. Ефект взаємодії факторів Порядок проходження тесту (перший раз проти другого), Тип подразника (емоційний проти нейтрального), Стать (жінки проти чоловіків):  $F(1, 22)=6,210, p=0,0207$

*Примітки:* Пор. – порядковий номер проходження тесту. На рис. вказані середні значення і стандартна похибка.

За показниками інтерференції розподіл був близьким до нормального. Обстежувані були поділені на дві групи – вище і нижче медіани інтерференції для лівої руки, оскільки саме для лівої руки інтерференція вища, ніж для правої. У кожную групу увійшло 12 осіб (по 7 жінок і 5 чоловіків). Середні значення інтерференції для групи осіб з високим рівнем інтерференції для лівої руки “108 мс”, для правої – “30 мс”. Середні значення інтерференції для групи осіб з низьким рівнем інтерференції для лівої руки – “-15 мс”, для правої – “-15 мс”. Від’ємні значення отримані тому, що у деяких обстежуваних ЛП реакції на емоційні слова були коротшими, ніж на нейтральні.

Спектральна потужність дельта-ритму для відведення F3-A1 у фоновому записі (спокій з закритими очима) коливалась в межах від 50,00 до 505,00 (M=137,13, SD=108,05), для відведення F4-A2 - в межах від 47,00 до 295,00 (M=114,17, SD=64,95) що є більшим, ніж за даними літератури [13]. Спектральна потужність бета-ритму для відведення F3-A1 у фоновому записі коливалась в межах від 5,10 до 21,00 (M=10,32, SD=3,59), для відведення F4-A2 - в межах від 5,00 до 22,00 (M=10,40, SD=4,03), і цілком узгоджується з даними літератури [13].

Були розраховані коефіцієнти кореляції між Ln-бета високочастотна і Ln-дельта спектральних потужностей ЕЕГ для відведень F3-A1 і F4-A2 у фоновому стані, станах спокою та під час виконання ЕмСтр для підгруп обстежуваних з низьким і високим рівнем інтерференції (табл.1). Коефіцієнти були розраховані як для групи в цілому, так і для жінок і чоловіків окремо. Виявлено, що для групи в цілому особи з низьким рівнем інтерференції мають вищі коефіцієнти кореляції у лівій півкулі у порівнянні з правою, які є також вищими, ніж коефіцієнти кореляції у осіб з високим рівнем інтерференції. Таким чином, отримані нами результати в цілому підтверджують дані колег про те, що у осіб із низькою інтерференцією при виконанні ЕмСтр спостерігається високий рівнем дельта-бета сполучення у фронтальних ділянках кори, який пов'язують із сильнішим низхідним контролем системи довільної уваги [13]. Цікавим є те, що таке сполучення отримане саме для лівої півкулі, яка у більшості правшів вважається домінантною і такою, що здійснює метаконтроль за вищими виконавчими функціями мозку. Здавалося б, несподіваним є виявлення лівопівкульного метаконтролю для лівшів, але аналіз літератури свідчить, що серед студентів лише 1 із 10 ліворуких обстежуваних має чітке атипове домінування центру мови [12, 5]. Отже, отримані нами результати опосередковано підтверджують ці відомості, а також узгоджуються із власними результатами про те, що для лівшів отримано довші ЛП реакції при проходженні ЕмСтр для лівої руки у порівнянні з правою.

Таблиця.1

Рангові коефіцієнти кореляції за Спірменом між Ln-бета високочастотної і Ln-дельта спектральних потужностей ЕЕГ

Відведення \ Групи	Жінки-лівші		Чоловіки-лівші		Загальна група-лівші	
	низь інтерф 2 (n=7)	висока інтерф 1(n=7)	низька інтерф 22(n=5)	висока інтерф 11(n=5)	низька інтерф 2(n=12)	висока інтерф 1(n=12)
F3-A1 фон	<b>0,77 *</b>	0,60	0,60	-0,60	<b>0,64 *</b>	0,32
F4-A2	0,34	-0,28	0,00	0,30	0,23	0,16
F3-A1 спок.1	0,64	0,39	0,73	0,10	<b>0,75 *</b>	0,39
F4-A2	0,64	-0,01	-0,21	0,10	0,46	0,37
F3-A1 стр.1	0,34	0,01	0,80	0,10	0,43	0,05
F4-A2	0,07	0,06	0,66	-0,20	0,29	-0,02
F3-A1 спок.2	-0,60	0,71	0,60	0,00	0,11	0,34
F4-A2	0,51	0,42	0,50	-0,30	0,33	0,15
F3-A1 стр.2	0,50	<b>0,88*</b>	0,10	0,50	0,07	0,45
F4-A2	0,32	-0,38	0,60	-0,20	0,29	-0,19
F3-A1 спок.3	0,64	0,57	0,30	0,30	0,45	0,42
F4-A2	0,43	0,25	0,10	-0,60	0,39	0,30

Примітки: фон – стан спокою із закритими очима; спок. 1-3 – стан спокою з відкритими очима; стр. 1-2 – стан під час виконання емоційного тесту Струпа. \* - p<0,05

Аналіз коефіцієнтів кореляції у групах жінок і чоловіків окремо виявив такі самі закономірності, але у групі чоловіків жоден коефіцієнт кореляції не досяг статистичного рівня значущості (табл.1). Якщо врахувати, що у лівшів більша

ймовірність атипового розташування різних підсистем центру мови, а також домінуючого рухового центру, і більше варіантів їх розподілу по обох півкулях [5], на що можуть накладатись ще й статеві відмінності, то зрозуміло, що досліджена нами вибірка є недостатньою для отримання чіткої картини, хоча отримані закономірності дозволяють припустити наявність центру мови і центру метаконтролю за руховою активністю у більшості лівшів у лівій півкулі.

При виконанні тесту, а також в періоди спокою між виконаннями тесту коефіцієнти кореляції зменшуються, і, за виключенням одного випадку для групи жінок, не досягають рівня статистичної значущості. В принципі, це не дивно, оскільки при роботі в мозку різко змінюється рівень активації і перерозподіл інформаційних потоків. Тому наразі найбільш інформативним станом реєстрації ЕЕГ для дослідження корелятивів із рівнем інтерференції при виконанні ЕмСтр видається стан спокою перед роботою.

### Висновки

Ефект інтерференції краще виражений для лівої, ніж для правої руки, що вказує на більше залучення правої півкулі до оброблення емоційної інформації.

Повторне проходження емоційного тесту Струпа веде до зменшення ефекту інтерференції у чоловіків, але не у жінок, що вказує на те, що мозок чоловіків, як більш латералізований, спрямований на виконання основного когнітивного завдання, тоді як мозок жінок, півкулі якого, ймовірно, мають більше зв'язків, залишається на сторожі до негативної емоційної інформації.

Підтверджено сильніше дельта–бета поєднання у лівшів із низьким рівнем інтерференції при виконанні емоційного ефекту Струпа, що пояснюється наявністю у них сильнішої системи низхідного контролю уваги, ніж у обстежуваних із високим рівнем інтерференції.

Сильніше дельта–бета поєднання виявлене у ділянках фронтальної кори лівої півкулі у порівнянні із правою, що вказує на більшу участь лівої півкулі у когнітивному контролі та підтверджує відомості про розміщення центру мови у переважній більшості лівшів у лівій півкулі.

### Література

1. Костенко С.С., Кравченко В.І., Макарчук М.Ю. Тест для оцінки явища інтерференції під час обробки нерелевантних емоційно значущих стимулів // Науковий вісник Волинського університету імені Лесі Українки. Серія „Біологічні науки”. – 2008. - Вип.3. - С. 70-73.
2. Куценко Т. В., Лозовська А. С. Прояв прямого і зворотного ефектів Струпа в залежності від право-ліворукості і статі // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. – 2012. - Вип. №2 (215). - С.84-90.
3. Лозовська А., Соловйова С., Усеїнов Р., Куценко Т. Зміни показників ЕЕГ при триразовому проходженні емоційного тесту Струпа в залежності від статі і право-ліворукості// Вісник київського національного університету імені Тараса Шевченка. Проблеми регуляції фізіологічних функцій– 2013. - №16. – С.22-24.
4. Algom, D., Chajut, E., Lev, S. A rational look at the emotional Stroop phenomenon: A generic slowdown, not a Stroop effect.//Journal of Experimental Psychology: General. -2004. - 133(3). – P. 323–338.
5. Caia Q., Van der Haegena L., Brysbaerta M. Complementary hemispheric specialization for language production and visuospatial attention // www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1212956110
6. Compton, R. J., Banich, M. T., Mohanty, A., Milham, M. P., Herrington, J., Miller, G. A., et al. Paying attention to emotion: An fMRI investigation of cognitive and emotional Stroop tasks // Cognitive, affective, and behavioural neuroscience. -2003. – 3(2). – P. 81–96.
7. Derakhshan I. Bimanual simultaneous movements and hemispheric dominance: Timing of events reveals hard-wired circuitry for action, speech, and imagination// Psychology Research and Behavior Management. -2008. -1. – P. 1–9.
8. Kensinger E. A., Choi E. S. When side matters: Hemispheric processing and the visual specificity of emotional memories //Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. – 2009. - Vol 35(1). – P. 247-253.

9. Kosslyn S.M. Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. //Psychol Rev. – 1987. - 94(2). – P. 148–175.
10. MacLeod C. M. Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review //Psychological Bulletin. - 1991. – 109. – P. 163–203.
11. McManus IC Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. //Psychol Med Monogr. – 1985. - 8(Suppl). – P. 1–40.
12. Pujol J., Deus J., Losilla J.M., Capdevila A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. // Neurology. – 1999. - 52(5). – P. 1038–1043.
13. Putman P., Arias-Garcia E., Pantazi I., van Schie Ch. Emotional Stroop interference for threatening words is related to reduced EEG delta–beta coupling and low attentional control// International Journal of Psychophysiology.- 2012. - 84. - P.194–200.
14. Soutschek A., Schubert T. Domain-specific control mechanisms for emotional and nonemotional conflict processing// Cognition. – 2013. - Volume 126, Issue 2. – P. 234–245.
15. Van Strien J. W., Valstar L. H. The lateralized emotional Stroop task: left visual field interference in women. //Emotion (Washington, D.C.). – 2004. - 4 (4). - P.403-409.

**Аннотация.** *Куценко Т.В., Лозовская А. С. Межполушарные различия ЭЭГ дельта-бета связи у левой при выполнении эмоционального теста Струпа. Исследовался эмоциональный эффект Струпа у левой при ответах двумя руками. Эффект интерференции лучше выражен для левой, чем для правой руки, что указывает на большее вовлечение правого полушария в обработку эмоциональной информации. Повторное прохождение эмоционального теста Струпа ведет к уменьшению эффекта интерференции у мужчин, но не у женщин, указывая на то, что мозг мужчин, как более латерализованный, направлен на выполнение основного когнитивного задания, тогда как мозг женщин, полушария которого, вероятно, имеют больше связей, остается бдительным к негативной эмоциональной информации. Подтверждена более сильная дельта-бета ЭЭГ связь во фронтальных областях коры испытуемых с низким уровнем интерференции, что свидетельствует о более сильном контроле у них нисходящей системы внимания. Новизной является то, что такое взаимодействие лучше выражено во фронтальных участках левого полушария, что указывает на его роль в когнитивном контроле и косвенно подтверждает сведения о расположении центров речи у большинства левой в левом полушарии.*

**Ключевые слова:** эмоциональный эффект Струпа, леворукость, ЭЭГ дельта-бета связь

**Summary.** *Kutsenko T., Lozovska A. Interhemispheric differences of EEG delta-beta coupling of left-handers under performance of emotional Stroop test. There was investigated emotional Stroop effect in terms of responses of left-handers by both hands. Interference effect is better pronounced for the left hand than for the right one, indicating a greater involvement of the right hemisphere to the processing of emotional information. Repeated passage of the emotional Stroop test leads to reducing the effect of interference in men but not in women, which indicates that the brain of men as more lateralized directed to perform basic cognitive tasks while brain of women, hemispheres of which probably have more connections, remains on guard to negative emotional information. It is confirmed stronger EEG delta-beta coupling in the frontal parts of the cortex of subjects with low interference, indicating a stronger control of their top down system of attention. The novelty is that this interaction is best expressed in the frontal area of the left hemisphere, which reveals its role in cognitive control and indirectly confirms the information about the location of the centers of the language for most left-handed people in the left hemisphere.*

**Keywords:** Emotional Stroop effect, left-handedness, EEG delta-beta coupling

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

Одержано редакцією	17.01.2014
Прийнято до публікації	14.03.2014