Охрей Артем Геннадійович, аспірант кафе&shy;дри фізіології та анатомії ННЦ &laquo;Інститут біології та медицини&raquo; Київського національного університету імені Тараса Шевченка: &laquo;Міжпівкульна взаємодія головного мозку у музикантів та немузикантів у ста&shy;ні спокою та при розумовій діяльності&raquo; (03.00.13 - фізіологія людини і тварин). Спецрада Д 26.001.38 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА

ШЕВЧЕНКА

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

ОХРЕЙ АРТЕМ ГЕННАДІЙОВИЧ

УДК 612.821.2

ДИСЕРТАЦІЯ

МІЖПІВКУЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У МУЗИКАНТІВ

ТА НЕМУЗИКАНТІВ У СТАНІ СПОКОЮ ТА ПРИ РОЗУМОВІЙ

ДІЯЛЬНОСТІ

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Науковий керівник (консультант): д.б.н., проф. Макарчук Микола Юхимович

Київ - 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ......................................................................12

ВСТУП........................................................................................................................13

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ............................................................................20

1.1 Вплив занять музикою на морфо-функціональні особливості головного

мозку .........................................................................................................................20

1.1.1 Тім'яна кора.................................................................................................21

1.1.2 Моторна кора .............................................................................................22

1.1.3 Скронева кора ............................................................................................23

1.1.4 Нижня лобна кора ......................................................................................25

1.1.5 Мозочок ......................................................................................................25

1.1.6 Мозолисте тіло ...........................................................................................25

1.2 Функціональна асиметрія головного мозку у музикантів і немузикантів...26

1.2.1 Загальні особливості міжпівкульної асиметрії при сприйнятті мови і

музики ..................................................................................................................26

1.2.2 Міжпівкульна асиметрія у музикантів і немузикантів при сприйнятті

музичних стимулів .............................................................................................28

1.2.2 Міжпівкульна асиметрія у музикантів і немузикантів при здійсненні

візуально-просторових завдань .........................................................................29

1.3 Вплив занять музикою на когнітивні функції людини .................................31

1.3.1 Структура і функції оперативної памяті (ОП) .......................................32

1.3.2 Когнітивні викликані потенціали: Р3 і ОП .............................................34

1.3.3 Вплив занять музикою на ОП ..................................................................38

1.3.4 Вплив занять музикою на показник IQ ....................................................39

1.3.5 Вплив занять музикою на математичні здібності ..................................40

1.3.6 Вплив занять музикою на візуально-просторові здібності....................41

1.3.7 Тест Струпа і дослідження уваги у музикантів і немузикантів ............43

РОЗДІЛ 2 Об’єкти, матеріали і методи дослідження.............................................47

2.1 Методика тестування оперативної пам'яті .....................................................48

10

2.2 Методика прямого і зворотного тестів Струпа ..............................................49

2.3 Методика тесту Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів..50

2.4 Методика й умови реєстрації когнітивних викликаних потенціалів ...........51

2.5 Визначення порогу чутливості слухового аналізатора за допомогою методу

порогової аудіометрії .............................................................................................54

2.6 Статистична обробка даних .............................................................................54

РОЗДІЛ 3.....................................................................................................................56

Оцінка стану оперативної пам'яті у музикантів і немузиканітв ........................56

РОЗДІЛ 4.....................................................................................................................70

Вплив занять музикою на виконання прямого і зворотного тестів Струпа ......70

4.1 Прямий тест Струпа .........................................................................................70

4.2 Зворотний тест Струпа .....................................................................................72

4.3 Обговорення результатів ..................................................................................74

РОЗДІЛ 5.....................................................................................................................79

Виконання тесту Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів

музикантами та немузикантами .............................................................................79

РОЗДІЛ 6.....................................................................................................................87

Специфіка когнітивних викликаних потенціалів у музикантів та

немузикантів.............................................................................................................87

6.1 Бінауральна стимуляція ...................................................................................87

6.1.1 Слухові КВП у музикантів-любителів ....................................................87

6.1.2 Слухові КВП у професійних музикантів ................................................90

6.2 Правостороння моноуральна стимуляція .......................................................93

6.2.1 Слухові КВП у музикантів-любителів ....................................................93

6.2.2 Слухові КВП у професійних музикантів ................................................95

6.3 Лівостороння моноуральна стимуляція .........................................................99

6.3.1 Слухові КВП у музикантів-любителів ....................................................99

6.3.2 Слухові КВП у професійних музикантів ..............................................101

6.4 Вплив сторони стимуляції на специфіку КВП у професійних музикантів та

немузикантів ..........................................................................................................105

11

6.5 Обговорення результатів ................................................................................115

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ………..….…………..…….....127

УЗАГАЛЬНЕННЯ ………………………………………………………….……...137

ВИСНОВКИ……………………………………………………………………….139

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ………….………………………………………………141

12

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЛП – латентний період

КВП – когнітивні викликані потенціали

ОП – оперативна пам'ять

ЦНС – центральна нервова система

ВП – викликані потенціали

МЕС – мінімальна експозиція стимулів

ПГМ – працездатність головного мозку

13

ВСТУП

Актуальність теми. Відомо, що гра на музичному інструменті потребує

не лише складних рухових навичок, але й слухової, зорової та моторної

координації, відповідних ресурсів уваги та пам’яті для сприйняття й обробки

комплексної музичної інформації. Ці специфічні якості вдається розвинути

музикантам шляхом наполегливих і довготривалих занять, які у свою чергу

приводять до морфо-функціональної реорганізації головного мозку. Зокрема,

було встановлено, що музиканти у порівнянні з обстежуваними без будь-якого

музичного чи вокального досвіду (тут і далі - немузикантами) мають більший

об’єм сірої речовини у звивині Гешля [1], мозочку [2, 3], кіркових

представництвах пальців рук [4], а також більший об’єм передньої частини

мозолистого тіла [5]. Крім того, дослідження, в яких застосовувалася методика

слухових викликаних потенціалів, вказують на більшу активацію слухової кори

у музикантів під час прослуховування акустичних стимулів [6], а також

випадкових девіантних тонів під час реєстрації негативного відхилення

неспівпадіння (mismatch negativity) [7]. В такому контексті морфофункціональні зміни головного мозку можна розглядати як адаптивні, що

виникають на тлі постійної музичної практики.

Загалом кількість наукових публікацій, присвячених впливу занять

музикою на морфо-функціональні особливості головного мозку, досить велика.

Імовірно, причиною подібного інтересу може бути прагнення з’ясувати

механізми та межі пластичності нервової системи, розкрити її потенційні

можливості. Проте у наукових публікаціях досить часто постає питання – чи

обмежується вплив занять музикою лише тими нервовими процесами, які

мають до неї безпосереднє відношення (наприклад, обробка акустичної

інформації), чи цей вплив може також поширюватися і на інші, «немузичні»

області. Зокрема, деякі дослідження свідчать, що заняття музикою можуть

впливати на когнітивну сферу людини. Так, виявлено, що музиканти, порівняно

з немузикантами, мають кращу вербальну пам'ять [8], візуально-просторові [9],

14

математичні здібності [10, 11, 12] і навіть вищий IQ [13, 14]. Проте, питання

своєрідного «музичного підвищення» когнітивних можливостей у музикантів

залишається дискусійним, як невідомі і механізми, що його опосередковують

(особливо для дорослої вибірки, адже більшість із згаданих вище досліджень

проводилася з дітьми в якості обстежуваних).

На сьогодні відсутні комплексні дослідження щодо особливостей впливу

занять музикою на когнітивні функції людини, які б враховували не лише

показники роботи пам’яті, уваги, швидкості оброблення інформації, але й

міжпівкульну взаємодію головного мозку, яка виникає при здійсненні

когнітивних задач. Зазначимо, що більш тісна міжпівкульна взаємодія може

бути однією із матеріальних основ кращого виконання когнітивних задач

музикантами у порівнянні з немузикантами. До того ж, відомо, що за певних

умов півкулі головного мозку працюють узгоджено, і цим досягається більш

висока ефективність виконання завдання [15], а регулярні заняття музикою як

такі приводять до зменшення функціональної асиметрії у музикантів [16].

Зазначимо також, що розуміння механізмів впливу занять музикою на

когнітивну сферу людини може стати основою нових розробок

музикотерапевтичних підходів в реабілітаційній медицині. Описана вище

наукова проблематика і обумовила формування мети та постановки задач

дослідження даної дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідної тем ННЦ «Інститут

біології та медицини»: «Механізми реалізації адаптаційно-компенсаторних

реакцій організму за умов розвитку різних патологій» (2011-2015 рр., №

11БФ036-01, № державної реєстрації 0111U004648) та «Механізми

функціонування мозку та вісцеральних систем за умов гострого і хронічного

стресу» (2016-2018 рр., № 16КФ036-04, № державної реєстрації 0116 U006379).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи було

з’ясування особливостей міжпівкульної взаємодії при обробці інформації у

15

музикантів та немузикантів у стані спокою та під час здійснення когнітивних

завдань на оперативну пам'ять і довільну увагу.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Оцінити латентні періоди моторних реакцій правої і лівої рук

музикантів та немузикантів під час тестування оперативної пам’яті на

літери, цифри та геометричні фігури, оцінити ефективність роботи

оперативної пам’яті за загальною кількістю допущених помилок.

2. Оцінити латентні періоди моторних реакцій правої і лівої рук

музикантів та немузикантів під час виконання прямого і зворотного

тестів Струпа, оцінити ефективність роботи довільної уваги за

загальною кількістю допущених при проходженні тестів помилок, а

також прояв ефекту Струпа (інтерференції) в обох групах.

3. Оцінити швидкість обробки стимулів за мінімальним часом їх

експозиції у музикантів і немузикантів під час виконання тесту Струпа

з визначенням просторової локалізації стимулів. Оцінити латентні

періоди моторних реакцій обох рук, ефективність роботи довільної

уваги і працездатність головного мозку за загальною кількістю

допущених помилок, а також прояв ефекту Струпа в обох групах.

4. Оцінити швидкість когнітивної обробки інформації та роботу

оперативної пам’яті за латентними періодами та амплітудами

компонентів когнітивних викликаних потенціалів у музикантів та

немузикантів на пред’явлення стимулів слухової модальності. Оцінити

латентні періоди та амплітуди компонентів слухових викликаних

потенціалів у стані спокою.

Об’єкт дослідження – вплив занять музикою на психодинамічні- і

нейрофізіологічні показники когнітивних функцій людини.

Предмет дослідження – латентні періоди моторних реакцій, кількість

допущених помилок в психофізіологічних тестах, латентні періоди та амплітуда

компонентів когнітивних викликаних потенціалів.

16

Методи дослідження. Методика когнітивних викликаних потенціалів,

комп’ютеризоване тестування оперативної памя’ті на літери, цифри і

геометричні фігури, комп’ютеризований прямий та зворотний тести Струпа,

тест Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів, статистичні

методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше отримано

психофізіологічні показники тестування оперативної пам’яті музикантів та

немузикантів за методичною парадигмою Сперлінга. Було встановлено, що

музиканти не відрізнялися від немузикантів за ефективністю виконання тесту,

критерієм якої була загальна кількість помилкових відповідей, однак музиканти

мали менший прояв функціональної асиметрії, ніж немузиканти, що, ймовірно,

вказує на більш тісну міжпівкульну взаємодію у представників

експериментальної групи.

Вперше отримано дані стосовно особливостей міжпівкульних взаємодій,

що виникають при тестуванні системи довільної уваги у музикантів та

немузикантів за допомогою прямого та зворотного тесту Струпа. Виявлено, що

музиканти демонструють виражену функціональну асиметрію лише під час

аналізу неконгруентних стимулів (тобто слів, семантичне значення яких не

співпадає з кольором, яким воно написане), у той час як немузиканти – під час

аналізу як неконгруентних, так і конгруентних стимулів. Ці дані вказують на те,

що півкулі немузикантів працювали в «асиметричному» режимі під час

виконання тесту, тоді як у музикантів асиметрія виявлялася лише при аналізі не

конгруентних стимулів, тобто коли завдання ускладнювалося.

Крім того, за результатами аналізу компонентів когнітивних викликаних

потенціалів, що реєструвалися за умов бінауральної і моноуральної

правосторонньої стимуляції, нами було виявлено, що музиканти мають

коротший латентний період компонентів N2 і Р3 порівняно з немузикантами.

Однак, при цьому не знайдено міжгрупових відмінностей стосовно

міжінтервальної різниці N2-Р3. Зазначимо, що попередні дослідження

розглядали коротший латентний період Р3 у музикантів як прояв раннього

17

оновлення інформації в оперативній пам’яті. Дані нашої роботи дозволяють

припустити, що власне оновлення інформації в оперативній пам’яті у

музикантів відбувається раніше не за рахунок більшої швидкості цього

процесу, а за рахунок більш раннього початку впізнання стимулу, на що вказує

коротший латентний період компоненту N2, а також відсутність міжгрупової

різниці N2-Р3.

Практичне значення одержаних результатів. Результати даного

дослідження розширюють теоретичні уявлення про пластичність нервової

системи в контексті впливу занять музикою на когнітивну сферу людини.

Отримані експериментальні дані дозволяють припустити, що одним із

можливих механізмів, який лежить в основі своєрідного «посилення»

когнітивних функцій музикантів, є більш тісна міжпівкульна взаємодія, що

ґрунтується на встановленні ефективних міжнейронних зв’язків між системами

різної модальності в головному мозку (зоровою, слуховою, тактильною тощо) з

метою забезпечення комплексного інтегрування вхідних сигналів. Ці

міжмодальні зв’язки розвиваються музикантами шляхом наполегливих і

довготривалих занять і є необхідною умовою професійного виконання

музичних творів, трансляції нотного запису в гру, участі в оркестрі.

Електрофізіологічні і психофізіологічні результати даного дослідження

вказують також на більш швидку обробку стимулів музикантами, що

опосередковано підтримує думку стосовно тіснішої міжпівкульної взаємодії,

адже відомо, що мієлінізація приводить до швидшого проведення нервових

імпульсів, а різноманітні когнітивні порушення пов’язані з дегенерацією

мієліну [19, 20]. Дані дисертаційної роботи є вагомим підґрунтям для

подальших наукових праць, які мають пролити світло на механізми впливу

музики на когнітивну сферу людини з метою застосування цих знань в розробці

реабілітаційних методик музикотерапевтичної практики та медицини.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем особисто був проведений

набір обстежуваних та подальші експериментальні дослідження на базі кафедри

фізіології людини і тварин ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського

18

національного університету імені Тараса Шевченка. Крім того, дисертантом

було здійснено пошук та обробку літературних джерел, статистичний аналіз

отриманих даних, обґрунтування результатів дослідження, підготовлено

матеріал для публікацій у наукових фахових виданнях. Постановка схеми

обстеження, формулювання висновків, а також редагування дисертаційної

роботи здійснено за участю наукового керівника, д.б.н., професора Макарчука

М.Ю. та к.б.н., доцента Куценко Т.В.

Здобувач щиро вдячний науковому керівнику та колегам за допомогу та

сприяння у проведенні обстежень. Їх співучасть була відмічена у спільних

наукових публікаціях.

Апробація результатів дисертації. Основні результати даного

дослідження були представлені на V конгресі Українського товариства

нейронаук (м. Київ, 2011 р.), міжнародній конференції молодих науковців

«Біологія: від молекули до біосфери» (м. Харків, 2011 р.), міжнародній науковій

конференції студентів та аспірантів «Молодь і поступ в біології» (м. Львів, 2012

р.), міжнародній школі-конференції молодих вчених «Биология - наука ХХІ

века» (м. Пущино, Росія, 2012 р.), ІІІ міжнародній науково-практичній

конференції «Сучасні проблеми біології екології та хімії» (м. Запоріжжя, 2012

р.), VI міжнародній науковій конференції «Психофізіологічні та вісцеральні

функції в нормі і патології» (м. Київ, 2012 р.), VІ міжнародній конференції

молодих вчених «Біорізноманіття. Екологія. Адаптація. Еволюція» (м. Одеса,

2013 р.), ІІ міжнародному симпозіумі молодих дослідників у біологічних науках

(м. Клуж-Напока, Румунія, 2015 р.), міжнародній конференції молодих

науковців CYS-2015 (м. Київ, 2015 р.), ІІІ міжнародному симпозіумі молодих

дослідників у біологічних науках (м. Клуж-Напока, Румунія, 2016 р.), XV

міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених

«Шевченківська весна: Досягнення біологічної науки» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 19 наукових праць: 7

публікацій у наукових фахових виданнях України, серед яких 1 включена до

міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 1 публікація в іноземному

19

науковому виданні, 11 тез у матеріалах міжнародних та всеукраїнських

наукових конференцій, конгресів та симпозіумів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з

анотації, 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 165 посилань. Дисертація викладена на 170 сторінках і

проілюстрована 41 рисунком

ВИСНОВКИ

Уданійдисертаційнійроботівідповіднодопоставленоїметинаведено

теоретичнеузагальненняатакожекспериментальніданістосовношвидкості

когнітивноїобробкитаміжпівкульноївзаємодіїяківиникаютьприздійсненні

когнітивнихзавданьнаоперативнупамятьідовільнуувагуумузикантіві

немузикантівЗотриманихрезультатівзробленонаступнівисновки

Музикантипорівнянознемузикантамимаютьбільштісну

міжпікульнувзаємодіюпривиконаннікогнітивнихзавданьщо

дозволяємузикантампроводитишвидшуобробкуінформаціїзатаких

умов

Ефективністьвиконаннятестузоцінкироботиоперативноїпам’ятіна

візуальнопредставленілітерицифриігеометричніфігурине

відрізняєтьсяміжмузикантамиінемузикантамиМузикантимали

меншийпроявфункціональноїасиметріїніжнемузикантищовказує

набільштіснуміжпівкульнувзаємодіюпідчасданоготестування

Немузикантинавідмінувідмузикантівпотребуютьбільшечасудля

когнітивноїобробкиінформаціїінаданнявідповідііззростанням

кількостістимулівумножині

ЗарезультатамипрямогоізворотноготестівСтрупамузикантиі

немузикантимаютьоднаковуефективністьроботидовільноїуваги

критеріємякоїєзагальнакількістьдопущенихупроцесітестування

помилокОднакмузикантианалізуютьконгруентністимулишвидше

ніжнемузикантидемонструючиприцьомуменшийрівень

функціональноїасиметріїАналізнеконгруентнихстимуліву

музикантівприводитьдопосиленнякогнітивногоконтролюлівої

півкулііпоявиасиметріїДлянемузикантівпроявасиметрії

характернийпідчасаналізуякконгруентнихтакінеконгруентних

стимулів



Музикантимаютьвищушвидкістькогнітивноїобробкиінформації

порівнянознемузикантамипідчасвизначеннямінімальноїекспозиції

стимулівприпроходженнітестуСтрупазпросторовоюлокалізацією

стимулівЕфективністьроботидовільноїувагипрацездатність

головногомозкуякібуливизначенізазагальноюкількістю

допущенихпомилокатакожпроявфункціональноїасиметріїне

відрізнялисяміжобстежуванимиобохгруп

Прибінауральнійіправостороннійподачітонівумузикантівпроцеси

впізнанняпочинаєтьсяранішещоприводитьдошвидшоїобробки

стимулупорівнянознемузикантамиПрилівосторонньомуподаванні

тонівшвидкістьобробленнястимулівумузикантівінемузикантівне

відрізняєтьсяімовірноузв’язкузтранскалозальноюзатримкоюу

музикантівщоспричиненаперенесеннямінформаціїдолівоїпівкулі

якаумузикантівспеціалізуєтьсянаобробціінформаціїпровисоту

тонуНевиявленоміжгруповихіміжпівкульнихвідмінностейміж

музикантамиінемузикантамизаЛПіамплітудамикомпонентів

відповідіслуховоїкорищовказуєнаоднаковийрівень

функціональноїасиметріїустаніспокою