

токсических металлов у антарктических черных дрожжеподобных грибов *Ps. brunnea* увеличивается активность эндофосфатаз (кислой и нейтральной). Полученные характеристики можно считать важными свойствами, которые обуславливают стойкость *Ps. brunnea* к воздействию таких стрессовых факторов, как токсические металлы.

Ключевые слова: антарктические микроорганизмы, тяжелые металлы, металлорезистентность, интенсификация меланиногенеза, активность эндофосфатаз.

T. Kondratiuk, PhD., V. Sobko, PhD., T. Beregova, DSc., L. Ostapchenko, DSc  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### FEATURES OF MELANIN PRODUCER PSEUDONADSONIELLA BRUNNEA UNDER THE INFLUENCE OF NITRATE LEAD

The features of Antarctic black yeast fungus *Pseudonadsoniella brunnea* (melanin producer) under the influence of heavy metals (lead salts) are studied. It is found that *Ps. brunnea* does not lose viability and developing under the conditions of nitrate content of lead concentrations of 100, 200, 500, 750 and 1000 mg / l (in terms of metal cation) in the environment. Solid and liquid culture media were used for the cultivation of *Ps. brunnea*. Spectrophotometric research methods were used within this study. The intensity of the synthesis of melanin by black fungi under the influence of lead nitrate was determined as a percentage relative to the control variant (media without adding metal). Indicated that *Ps. brunnea* undergoes morphological changes under exposure to heavy metals. Increasing in pigmentation of cultures studied (melanin biosynthesis) was observed with the concentration of 500-1000 mg / l Pb<sup>2+</sup>. Increased activity endofosfataz (acidic and neutral) in Antarctic black yeast fungi *Ps. brunnea* in conditions of the development under the influence of toxic metals is also shown. The described parameters can be considered as significant properties that contribute to the stability of *Ps. brunnea* to the effects of stress factors such as toxic metals.

Keywords: Antarctic microorganisms, heavy metals, metal resistance, intensification of melanogenesis, the activity of endogenous phosphatases.

УДК 612.82/.83; 612.821

А. Охрей, асп., Т. Куценко, канд. біол. наук, М. Макачук, д-р біол. наук  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

### ВПЛИВ ЗАНЯТЬ МУЗИКОЮ НА ВИКОНАННЯ ПРЯМОГО І ЗВОРОТНОГО ТЕСТІВ СТРУПА

Оцінено роботу системи уваги за виконанням прямого і зворотного тестів Струпа у музикантів і немужикантів. Обстежуваними були студенти Національної музичної академії ім. П.Чайковського (музиканти) та їх ровесники з ННЦ "Інститут біології та медицини" без музичного досвіду (немужиканти). Обстежувані проходили прямий та зворотний тести Струпа з наданням відповідей обома руками. При прямому тесті Струпа ефект інтерференції проявлявся в обох групах для обох рук. За результатами аналізу конгруентних стимулів музиканти не мали моторної асиметрії, а їх відповіді були швидшими, ніж у немужикантів. Неконгруентні стимули збільшували кількість помилок обох рук у немужикантів, а у музикантів – лише лівої руки. При зворотному тесті Струпа ефект інтерференції у немужикантів виявлявся для обох рук, у музикантів – тільки для лівої. Загальна кількість помилок не відрізнялася між групами. Музиканти і немужиканти мають однакову ефективність роботи системи уваги за загальною кількістю помилок. Неконгруентні стимули приводять до посилення когнітивного контролю лівої півкулі і появу моторної асиметрії у музикантів. У немужикантів прояв асиметрії виявлений під час аналізу і конгруентних, і неконгруентних стимулів.

Ключові слова: музиканти, немужиканти, прямий тест Струпа, зворотний тест Струпа.

**Вступ.** Накопичується все більше наукових даних, які свідчать про те, що вплив занять музикою на нервову систему людини є комплексним: він не обмежується лише змінами, які лежать в основі формування професійних навичок музиканта, а "передається" й на інші психо- і нейрофізіологічні функції, які можуть і не бути безпосередньо зв'язаними з музичними здібностями. Зокрема встановлено, що музиканти, у порівнянні з обстежуваними без музичного досвіду (немужикантами), мають переваги в когнітивних завданнях, демонструючи вищі результати в тестах на вербальну [1] та оперативну пам'ять [2, 3], у вирішенні математичних [4, 5, 6] і візуально-просторових задач [7], мають вищий показник IQ тощо [8, 9]. Зазначимо, що розуміння впливу занять музикою на когнітивну сферу людини (пам'ять, увагу) може стати перспективним напрямком з точки зору реабілітаційної і педагогічної практики [10], проте даний вплив є предметом дискусій і до кінця не вивчений.

У попередніх дослідженнях ми з'ясували, що музиканти не мали міжпівкульної різниці в часі появи компонентів N2, P3, N3 викликаних потенціалів головного мозку на тонові сигнали, у той час як у немужикантів зазначені піки у лівій півкулі мали довший латентний період (ЛП), ніж у правій [11], тобто виявлялася міжпівкульна асиметрія. Крім того, компонент P3 у лівій півкулі немужикантів виявлявся пізніше, ніж у музикантів, що, ймовірно, вказує на більш швидку оцінку стимулу у представників останньої групи. Подібні результати були також виявлені нами під час тестування ефекту Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів – музиканти досягали значуче коротшого часу експозиції подразників, ніж немужиканти, що свідчить на користь бі-

льшої швидкості аналізу стимулів в обстежуваних з музичним досвідом [12]. Ми припускаємо, що під час виконання когнітивних завдань у музикантів прояв функціональної асиметрії є меншим, ніж у немужикантів, що, можливо, є основою кращого виконання тестів обстежуваними цієї групи. Для подальшого з'ясування нашого припущення у даному дослідженні ми вирішили застосувати прямий і зворотний тести Струпа [13], які вважаються одними із еталонних тестів для оцінки системи спрямованої уваги та ефекту інтерференції [14]. Методика, яка була застосована в даному дослідженні, є комп'ютеризованою модифікацією цього тесту і передбачає надання відповідей обома руками, що дозволяє прослідкувати прояв міжпівкульної асиметрії під час тестування.

Суть тесту Струпа полягає у поданні обстежуваним слів, що означають назви кольорів (наприклад, "ЗЕЛЕНИЙ"). Ці слова можуть бути висвітлені як "своїм" кольором (конгруентні подразники), так і мати інше забарвлення, яке не співпадає з семантичним значенням пред'явленого слова (неконгруентний подразник). Конгруентні подразники аналізуються швидше і з меншою кількістю помилок, ніж неконгруентні. Це явище називається ефектом Струпа, або ефектом інтерференції. Не дивлячись на свою простоту, механізми, що лежать в основі виникнення даного ефекту, є до кінця нез'ясованими. З психофізіологічної точки зору ефект Струпа може бути пояснений конкуренцією двох потоків інформації, які призводять до появи конфліктуючих відповідей [15]. Щоб невірна відповідь не надалася, необхідна активація пригнічення нерелевантної інформації і посилення впливу інформації, необхідної в даний момент для виконання завдання [16, 17]. Поява конкуренції між

двома потоками інформації активує передню поясну звивину, що, в свою чергу, залучає ресурси дорзоплатеральної префронтальної кори (передня система уваги). Включення фронтальних нейронних мереж підвищує когнітивний контроль над завданням, результатом чого стає покращення виконання тесту [18].

Метою даного дослідження є оцінка ефективності системи уваги за виконанням прямого і зворотного тестів Струпа у музикантів і немусикантів.

#### Матеріали і методи

В обстеженні взяли участь 66 студентів обох статей. Група музикантів ( $n=28$ ) була представлена студентами Київської національної музичної академії ім. П. Чайковського, які мали від 10 до 14 років досвіду гри на певному музичному інструменті. До групи немусикантів ( $n=38$ ) увійшли студенти ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка без будь-якої попередньої музичної чи співочої практики. Усі обстежувані були праворукими, без психічних чи неврологічних порушень. Вік обстежуваних коливався від 18 до 25 років ( $M=22\pm 2.5$ ).

У даному дослідженні було застосовано комп'ютеризовані прямий і зворотний тести Струпа, розроблені на кафедрі фізіології людини і тварин [19]. Обстежувані розташовувалися перед монітором комп'ютера, на який послідовно у псевдовипадковому порядку подавалися слова "ЗЕЛЕНЬКИЙ" і "КРАСНИЙ", написані зеленим або червоним кольором, незалежно від семантичного значення слів. Загальна кількість подразників – 240. У прямому тесті Струпа релевантною інформацією є колір, а семантичне значення слова має ігноруватися: обстежувані отримували інструкцію натискати правою рукою

клавішу "P" на клавіатурі комп'ютера (англійська розкладка) в якості реакції на слова, висвітлені червоним кольором, та клавішу "Q" лівою рукою в якості реакції на слова, забарвлені зеленим кольором. В зворотному тесті Струпа релевантною інформацією є семантичне значення слова, у той час як інформація про колір слова має бути проігнорована. Обстежувані мали натискати правою рукою клавішу "P" на слово "КРАСНИЙ" та клавішу "Q" лівою рукою на слово "ЗЕЛЕНЬКИЙ".

В усіх субтестах реєструвався латентні періоди (ЛП) правильних реакцій з точністю до 10 мс та кількість помилкових відповідей кожною рукою, що слугувало критерієм ефективності функціонування системи уваги.

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою пакету STATISTICA (StatSoft, USA, 2001). Нормальність розподілів перевіряли за тестом Шапіро-Вілкі. Оскільки більша частина даних мала розподіл, відмінний від нормального ( $p<0,05$ ), то для опису випадкового розподілу використовували медіану ( $Me$ ), а також верхній і нижній квартилі ( $[25; 75]$ ). Для порівняння двох незалежних вибірок використовували критерій Манна-Вітні, залежних – критерій Вілкоксона. Критичний рівень значущості ( $p$ ) при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним 0,05 і на графіках позначався як "\*" ( $p<0,01$  – "\*\*",  $p<0,001$  – "\*\*\*").

#### Результати і обговорення

Виявлено, що всі обстежувані, незалежно від наявності музичного досвіду, мали виражений ефект інтерференції під час виконання прямого тесту Струпа, що проявлявся у подовженні латентних періодів реакції обох рук у випадках пред'явлення неконгруентних стимулів (рис. 1).

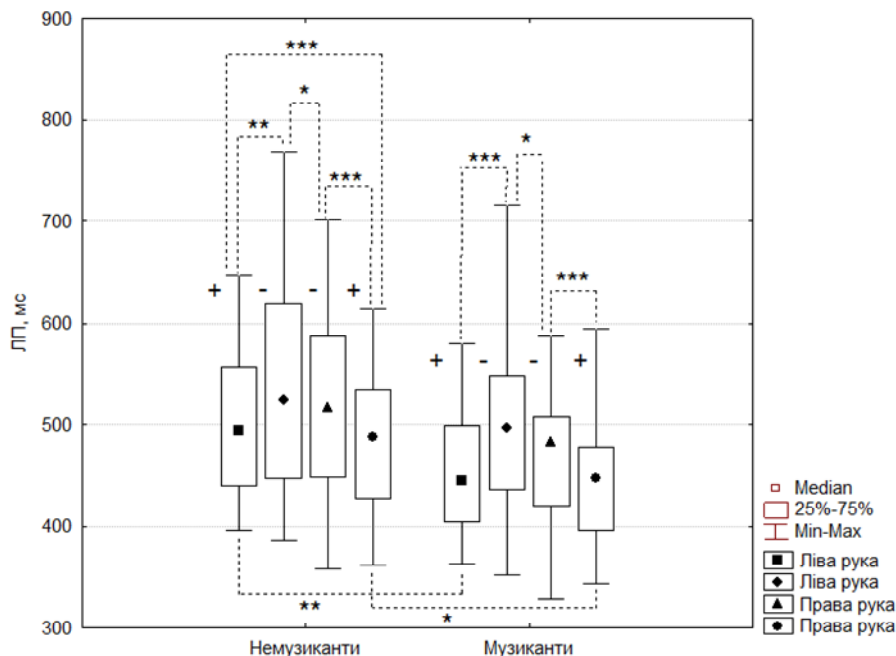


Рис. 1. Латентні періоди реакцій правої і лівої рук музикантів та немусикантів під час проходження прямого тесту Струпа. "+" – конгруентний стимул, "-" – неконгруентний стимул.

У випадку подачі конгруентних стимулів музиканти надавали відповіді швидше, ніж немусиканти, що було виявлено як для правої, так і для лівої руки (див. рис. 1).

У межах групи немусикантів латентні періоди реакцій правої руки були коротшими, ніж лівої, у той час як у групі музикантів подібна закономірність виявлялася лише під час пред'явлення неконгруентних стимулів (див. рис. 1).

За загальною кількістю помилок не було знайдено відмінностей між музикантами та немусикантами під час проходження прямого тесту Струпа. Проте, виявлено, що немусиканти у випадках неспівпадіння кольору і значення слова помилялися більше як правою, так і лівою рукою, у той час як музиканти – лише лівою рукою (рис. 2).

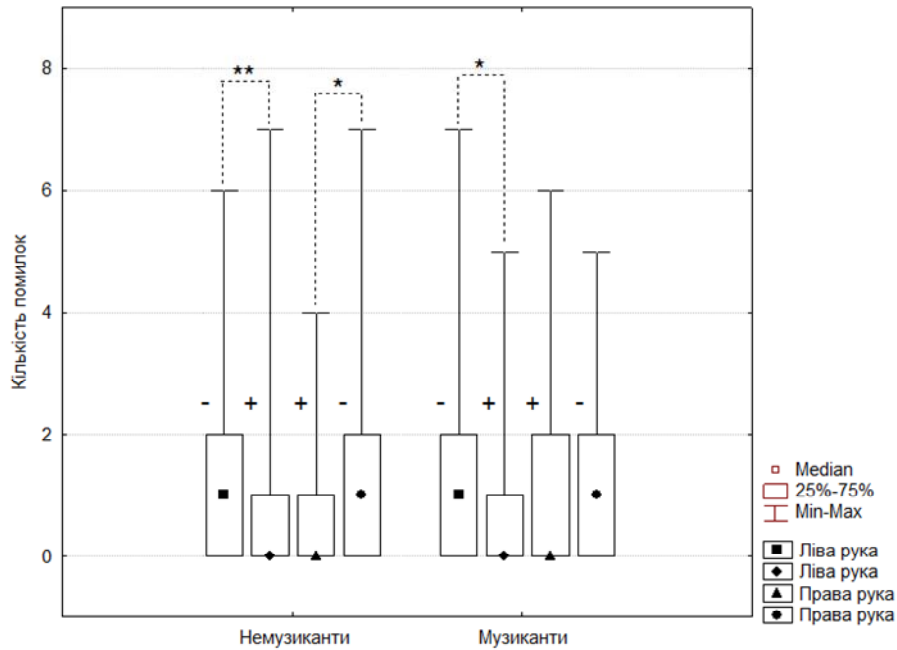


Рис. 2. Кількість помилок, допущених музикантами і немузикантами під час проходження прямого тесту Струпа. "+" – конгруентний стимул, "-" – неконгруентний стимул

Під час проходження зворотного тесту Струпа ефект Струпа у групі немузикантів виявлявся як для правої, так і лівої руки, а у музикантів – лише для лівої (рис. 3).

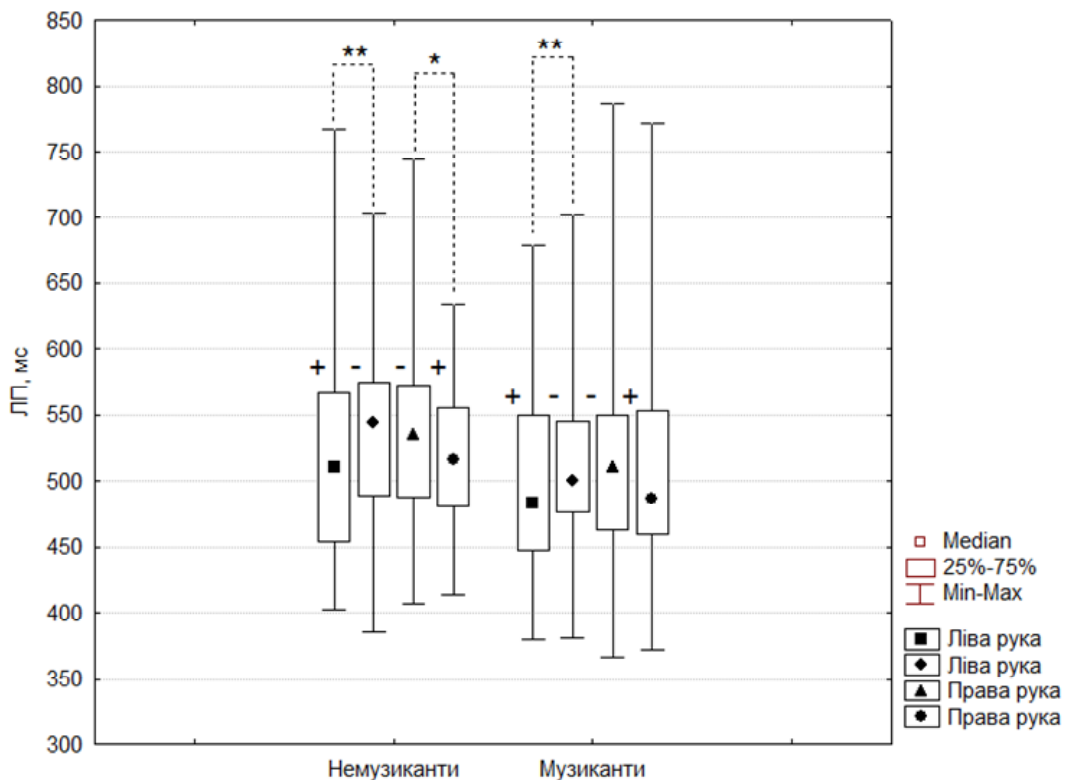


Рис. 3. Латентні періоди реакцій правої і лівої рук музикантів та немузикантів під час проходження зворотного тесту Струпа. "+" – конгруентний стимул, "-" – неконгруентний стимул

Відмітимо, що у цьому субтесті не було виявлено відмінностей між музикантами і немузикантами стосовно загальної кількості помилок. Крім того, у межах груп не виявлено відмінностей стосовно кількості помилок в

залежності від співпадіння чи неспівпадіння значення слова і його кольору.

Таким чином, результати даного дослідження вказують на наявність деяких відмінностей в організації когнітивних функцій у музикантів та немузикантів під час ви-

конання прямого та зворотного тесту Струпа. Виявлено, що ефект інтерференції під час прямого тесту Струпа проявлявся однаково як у музикантів, так і в немужикантів для обох рук. При цьому нами не було виявлено відмінностей між латентними періодами реакцій музикантів і немужикантів у випадку подачі неконгруентних стимулів та відмінностей у кількості допущених помилок, що вказує на однаковий прояв інтерференції та однакову ефективність роботи системи уваги у представників обох груп. Однак, за результатами зворотного тесту Струпа нами було виявлено, що ефект інтерференції у групі немужикантів проявлявся під час надання відповідей як правою, так лівою рукою, у той час як у музикантів – лише лівою. На нашу думку, цей факт можна пояснити сильнішим когнітивним контролем з боку лівої півкулі музикантів порівняно з правою. Примітно, що дана закономірність проявилася саме під час зворотного тесту Струпа, у якому когнітивні вимоги до лівої півкулі підвищуються порівняно з прямим тестом Струпа, оскільки для успішного виконання завдання обстежувані мають проводити аналіз слів у вербальній системі лівої півкулі. Відмітимо, що нами не було знайдено відмінностей між кількістю помилок, допущених музикантами і немужикантами під час виконання зворотного тесту Струпа.

Однак зазначимо, що в одній із небагатьох публікацій, присвячених дослідженню ефекту Струпа у музикантів і немужикантів [15], було виявлено, що ефект інтерференції у професійних музикантів під час проходження прямого тесту Струпа є меншим порівняно з музикантами-любителями. Тобто, ці дані не повністю співпадають з нашими результатами, оскільки ми отримали менший ефект інтерференції у музикантів лише при проходженні ними зворотного тесту Струпа. На нашу думку, існує декілька причин, які обумовлюють подібне розходження. По-перше, у вибірці Travis F. et al. [15] не було немужикантів – дослідники працювали з вибіркою музикантів-любителів і професійних музикантів віком від 27 до 63 років. Отже, дана вибірка не співпадає з нашою за соціо-демографічними показниками. По-друге, у нашому дослідженні обстежувані проходили прямий тест Струпа лише один раз і при цьому відповіді надавалися миттєво шляхом натискання відповідних клавіш на клавіатурі комп'ютера, тоді як методика Travis F. et al. полягала у надаванні відповідей голосом і застосуванні триразового проходження тесту (для аналізу були взяті результати останньої проби). Повторні проходження прямого тесту Струпа могли ввімкнути механізми навчання в обстежуваних, що, разом із іншим методичним підходом до надання відповідей, і могло позначитися на кінцевому результаті. Менше з тим, загальний результат залишається схожим – у музикантів ефект інтерференції зменшується.

Крім того, нами було виявлено, що під час проходження прямого тесту Струпа немужиканти робили більше помилок на неконгруентні подразники порівняно з конгруентними як правою, так і лівою рукою. Музиканти за аналогічних умов помилялися більше лише лівою рукою, а кількість помилок правої руки не відрізнялася для конгруентних і неконгруентних стимулів (див. рис. 2). Подібна закономірність уже була виявлена нами раніше за результатами попереднього дослідження, у якому обстежували (музиканти та немужиканти) проходили тест Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів [12]. Ймовірно, ці дані також вказують на те, що музиканти мають більш сильний когнітивний контроль з боку лівої півкулі під час виконання такого роду завдань.

Крім того, було виявлено, що під час проходження прямого тесту Струпа музиканти мали коротші латентні періоди реакцій як правої, так і лівої руки порівняно з відповідними показниками немужикантів (див. рис. 1).

Однак дана закономірність спостерігалася лише під час подачі слів, колір яких співпадав із їх значенням. Ймовірно, когнітивна оцінка таких конгруентних стимулів у музикантів відбувалася швидше, ніж у немужикантів. Проте, під час пред'явлення неконгруентних стимулів різниця в ЛП реакцій правої і лівою рук музикантів і немужикантів зникає, ймовірно, внаслідок ефекту інтерференції. Виявлену закономірність стосовно більш швидкої оцінки конгруентних стимулів музикантами можна було б пояснити також більш тренуваним моторним компонентом в останніх, а не швидшою обробкою стимулу як такою. Однак, результати досліджень спростовують факт внеску розвиненої моторики музикантів у ЛП реакцій їх рук. Так, Brochard R. та співавт. виявили, що ЛП простих сенсомоторних реакцій не відрізняються між музикантами і немужикантами [20]. Проте, якщо в завдання внести когнітивний компонент, то ЛП відповідей музикантів стають швидшими, ніж у немужикантів. Більш швидкі ЛП реакцій рук під час когнітивних завдань у музикантів у порівнянні з немужикантами були описані і в роботі Patston et al. [7], а також у нашому дослідженні [12].

Важливо відмітити, що під час проходження прямого тесту Струпа у немужикантів виявлялася чітка моторна асиметрія – відповіді правою рукою надавалися швидше, ніж лівою. У групі музикантів така моторна асиметрія виявлялася лише під час пред'явлення неконгруентних стимулів, коли завдання ставало складнішим. Враховуючи наведені вище дані стосовно більш швидких ЛП відповідей музикантів у випадках співпадіння кольору слова і його значення, здається можливим, що під час обробки конгруентних стимулів півкулі мозку музикантів працюють симетрично, а оцінка стимулу проходить швидко. Поява неконгруентного стимулу і подальший його аналіз ніби змінюють організацію функціонування когнітивної системи – посилюється когнітивний контроль лівої півкулі, що приводить до появи асиметрії. У свою чергу, швидкість моторних реакцій не відрізняється від відповідних значень у немужикантів. Можливо, подібне "переключення" у музикантів має на меті підвищення ефективності виконання завдання і недопущення появи помилки у випадку конфліктного стану між двома потоками інформації (власне інтерференції). З іншого боку, у немужикантів організація когнітивної системи завжди знаходиться в "асиметричному" режимі, незалежно від того, конгруентний чи неконгруентний подразник в даний час сприймається і аналізується.

#### Висновки

За результатами прямого і зворотного тестів Струпа музиканти і немужиканти мають однакову ефективність роботи системи уваги, критерієм якої є загальна кількість помилок. Однак музиканти аналізують конгруентні стимули швидше, ніж немужиканти, демонструючи при цьому більшу симетричність моторних реакцій. Аналіз неконгруентних стимулів у музикантів приводить до посилення когнітивного контролю лівої півкулі і появи моторної асиметрії. Для немужикантів прояв асиметрії характерний під час аналізу як конгруентних, так і неконгруентних стимулів.

#### Список використаної літератури.

1. Ho Yim-Chi. Music training improves verbal but not visual memory: cross-sectional and longitudinal explorations in children / Ho Yim-Chi, Cheung Mei-Chun, Chan A.S. // *Neuropsychology*. – 2003. – Vol.17, №3. – P. 439.
2. Lee Y. Effects of skill training on working memory capacity / Lee Y., Lu M., Ko H. // *Learning and Instruction*. – 2007. – Vol. 17. – P.336-344.
3. George E.M., Coch D. Music training and working memory: An ERP study / George E.M., Coch D. // *Neuropsychologia*. – 2011. – Vol.49. – P.1083-1094.
4. Gardiner M. Learning improved by arts training / Gardiner M., Fox A., Knowles F. [et al.] // *Nature*. – 1996. – V. 381. – P. 284.
5. Cheek J.M. Music training and mathematics achievement / Cheek J.M., Smith L.R. // *Adolescence*. – 1999. – V.34, №136. – P. 759-761.

6. Graziano A. B. Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training / Graziano A. B., Peterson M., Shaw G. L. // *Neurological Research*. – 1999. – V.21, № 2. – P. 139-152.
7. Patston L. Attention in musicians is more bilateral than in non-musicians / Patston L., Hogg S., Tippett L. // *Laterality*. – 2007. – V.12, №3. – P. 262-272.
8. Nering M. E. The effect of piano and music instruction on intelligence of monozygotic twins / Nering M. E. // *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*. – 2002. – V.63, №3-A. – P. 812.
9. Schellenberg E.G. Music lessons enhance IQ / Schellenberg E.G. // *Psychological Science*. – 2004. – V.15, №8. – P.511-514.
10. Панюшева Т.Д. Музыкальный мозг: обзор отечественных и зарубежных исследований / Панюшева Т.Д. // *Асимметрия*. – 2008. – Том 2, №2. – P.41-54.
11. Okhrei A.G. Specificity of Auditory Cognitive Evoked Potentials in Musicians. / Okhrei A.G., Kutsenko T.V., Makarchouk N.E. // *Neurophysiology*. – 2012. – Vol. 43, №6. – P.507-509.
12. Охрей А.Г. Виконання тесту Струпа з визначенням просторової локалізації стимулів музикантами і немужикантами / Охрей А.Г., Куценко Т.В., Макачук М.Ю. // *Вісник Черкаського Університету*. – 2016. – №1. – P.82-89.
13. Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions / Stroop J.R. // *Journal of Experimental Psychology*. – 1935. – Vol.18. – P.643-662.
14. Bench C.J. Investigations of the functional anatomy of attention using the Stroop test. / Bench C.J., Frith C.D., Grasby P.M. [et al.] // *Neuropsychologia*. – 1993. – Vol.31, №9. – P.907-922.
15. Travis F. Moral development, executive functioning, peak experiences and brain patterns in professional and amateur classical musicians: Interpreted in light of a Unified Theory of Performance. / Travis F., Harung H.S., Lagrosen Y. // *Consciousness and Cognition*. – 2011. – Vol.20, №4. – P.1256-1264.
16. Cohen J.D. On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. / Cohen J.D., Dunbar K., McClelland J.L. // *Psychological Review*. – 1990. – Vol.97. – P.332-361.
17. Lindsay D.S. Stroop process dissociations: The relationship between facilitation and interference. / Lindsay D.S., Jacoby L.L. // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1994. – Vol. 20. – P.219-234.
18. Carter C.S. Anterior cingulate cortex and conflict detection: an update of theory and data. / Carter C.S., van Veen V. // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. – 2007. – Vol.7, №4. – P.367-379.
19. Куценко Т.В. Прояв прямого та зворотного ефекту Струпа при відповідях обома руками та кожною рукою окремо / Куценко Т.В., Філімонова Н.Б., Костенко С.С. // *Вісник Черкаського університету (Серія біологічні науки)*. – 2009. – Том 156. – P.55-61.
20. Brochard R. Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. / Brochard R., Dufour A., Despres O. // *Brain and Cognition*. – 2004. – Vol.54. – P.103-109.

#### References

1. Ho Y, Cheung M, Chan AS. Music training improves verbal but not visual memory: cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*. 2003;17(3):439-450.

A. Okhrei asp., T. Kutsenko канд. биол. наук, M. Makarchuk, д-р биол. наук  
 Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ МУЗЫКОЙ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ТЕСТОВ СТРУПА

*Оценивали работу системы внимания по результатам выполнения прямого и обратного тестов Струпа у музыкантов и немужикантов. Обследуемыми были студенты Национальной музыкальной академии им. П.Чайковского (музыканты) и их сверстники из ОНЦ "Институт биологии" без музыкального опыта (немужиканты). Обследуемые проходили прямой и обратный тесты Струпа с предоставлением ответов обеими руками. При прямом тесте Струпа эффект интерференции проявлялся в обеих группах для обеих рук. По результатам анализа конгруэнтных стимулов моторная асимметрия у музыкантов не проявлялась, а их ответы были быстрее, чем у немужикантов. Неконгруэнтные стимулы увеличивали количество ошибок обеих рук у немужикантов, а у музыкантов – только левой руки. При обратном тесте Струпа эффект интерференции наблюдался у немужикантов для обеих рук, у музыкантов – только для левой. Общее количество ошибок не отличалось между группами. Музыканты и немужиканты имеют одинаковую эффективность работы системы внимания по общему количеству ошибок. Неконгруэнтные стимулы приводят к усилению когнитивного контроля левого полушария и появления моторной асимметрии у музыкантов. У немужикантов проявление асимметрии обнаружено при анализе и конгруэнтных, и неконгруэнтных стимулов.*

*Ключевые слова:* музыканты, немужиканты, прямой тест Струпа, обратный тест Струпа.

A. Okhrei Phd stud., T. Kutsenko Phd., M. Makarchuk, Dsc.  
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### EFFECT OF MUSIC LESSONS ON THE IMPLEMENTATION OF THE DIRECT AND INVERSE TESTS SCAB

*To estimate the functioning of attention system by results of direct and reverse Stroop tests in musicians and non-musicians. Participants were students of the National Academy of Music (musicians) and their peers from the ESC "Institute of Biology" without musical experience (non-musicians). Participants passed direct and reverse Stroop tests giving answers with both hands. During the direct Stroop test interference effect was revealed in both groups for both hands. Analysis of congruent stimuli revealed that musicians have no motor asymmetry and their responses were faster than non-musicians' ones. Incongruent stimuli increased the number of errors of both hands in the non-musicians and only of the left hand in musicians. During reverse Stroop test interference effect was observed in non-musicians for both hands and only for left hand in musicians. The total number of errors didn't differ between groups.*

*Musicians and non-musicians have the same efficiency of attention system by the total number of errors. Incongruent stimuli lead to increased cognitive control of the left hemisphere and to emergence of motor asymmetry in musicians. Non-musicians demonstrated motor asymmetry during analysis of both congruent and incongruent stimuli.*

*Keywords:* musicians, non-musicians, direct Stroop test, reverse Stroop test.

2. Lee Y, Lu M, Ko H. Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*. 2007;17:336-344.
3. George EM, Coch D. Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*. 2011;49:1083-1094.
4. Gardiner MF, Fox A, Knowles F, Jeffrey D. Learning improved by arts training. *Nature*. 1996 May 23;381(6580):284.
5. Cheek JM, Smith LR. Music training and mathematics achievement. *Adolescence*. 1999;34(136):759-761.
6. Graziano AB, Peterson M, Shaw GL. Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*. 1999;21(2):139-152.
7. Patston LL, Hogg SL, Tippett LJ. Attention in musicians is more bilateral than in non-musicians. *Laterality*. 2007;12(3):262-272.
8. Nering ME. The effect of piano and music instruction on intelligence of monozygotic twins. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*. 2002; 63(3-A):812.
9. Schellenberg EG. Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*. 2004;15(8):511-514.
10. Panyusheva TD. [Musical mind: a review of domestic and foreign researches]. *Asymmetriya*. 2008; 2(2):41-54.
11. Okhrei AG, Kutsenko TV, Makarchouk NE. Specificity of Auditory Cognitive Evoked Potentials in Musicians. *Neurophysiology*. 2012;43(6):507-509.
12. Okhrei AG, Kutsenko TV, Makarchuk NE. [The fulfillment of Stroop test with identification of spatial localization of stimuli by musicians and non-musicians]. *Vistnyk Cherkas'kogo Universytetu*. 2016;1:82-89.
13. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*. 1935; 18:643-662.
14. Bench CJ, Frith CD, Grasby PM, Friston KJ, Paulesu E, Frackowiak RSJ, et al. Investigations of the functional anatomy of attention using the Stroop test. *Neuropsychologia*. 1993;31(9):907-922.
15. Travis F, Harung HS, Lagrosen Y. Moral development, executive functioning, peak experiences and brain patterns in professional and amateur classical musicians: Interpreted in light of a Unified Theory of Performance. *Consciousness and Cognition*. 2011; 20(4):1256-1264.
16. Cohen JD, Dunbar K, McClelland JL. On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychological Review*. 1990; 97:332-361.
17. Lindsay DS, Jacoby LL. Stroop process dissociations: The relationship between facilitation and interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1994;20:219-234.
18. Carter CS, van Veen V. Anterior cingulate cortex and conflict detection: an update of theory and data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2007; 7(4):367-379.
19. Kutsenko TV, Filimonova NB, Kostenko SS. [The direct and reverse Stroop effect during answering with both hands and with each hand separately]. *Vistnyk Cherkas'kogo Universytetu (Biological Sciences Series)*. 2009;156:55-61.
20. Brochard R, Dufour A, Despres O. Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*. 2004;54:103-109.

Надійшла до редколегії 06.09.16