



## Study of the Arithmetic Task's Solution by Students with Musical and Biological Education

---

Anna Fomina and Kuklis Olga

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

November 7, 2020

# Исследование особенностей решения математических примеров студентами с музыкальным и биологическим образованием

Фомина А.С.<sup>1</sup> (a\_bogun@mail.ru), Куклис О.В.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Донской государственной технической университет, кафедра «Биология и общая патология», Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, кафедра физиологии человека и животных, Ростов-на-Дону, Россия

Работа посвящена исследованию механизмов решения когнитивных задач студентами музыкальных и биологических специальностей. Выявлено, что время выполнения примеров на сложение у студентов музыкальных специальностей было в 2 раза ниже в сравнении с биологами. Количество правильных ответов были выше у биологов. При выполнении корректурной пробы Бурдона с числовым стимульным материалом для всех студентов показан уровень устойчивости внимания выше среднего, а также высокий уровень точности. При этом у биологов точность теста была выше, а скорость работы - ниже. Для музыкантов увеличение объема внимания приводит к повышению точности и скорости работы. При выполнении всех заданий музыканты имели повышенную тета-и альфа-активность в передней и задней областях, что отражало активацию произвольной системы внимания. У биологов уровень продуктивности был ниже, а точность выполнения-выше, что сопровождалось снижением значений показателей активации ЭЭГ. У музыкантов преобладали частоты тета-диапазона во лобно-центральной области, тогда как у биологов - тета-и альфа-диапазонов. При неправильном решении обоих типов задач у музыкантов наблюдалось снижение, а у биологов-увеличение показателей активации ЭЭГ.

## Study of the arithmetic task's solution by students with musical and biological education

Anna S. Fomina<sup>1</sup>, Olga V. Kuklis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

<sup>2</sup>Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

The study was devoted to the mechanisms of cognitive task's solution by musicians and biologists. It was shown that the solving's time for addition's tasks in musicians is almost 2 times lower than in biologists. In the numerical proof-reading test, all students had an above average level of attention stability, as well as a high level of accuracy. In biologists, the accuracy of the test was higher, and the rate of activity was lower. For musicians, increased attention span leads to increased productivity and work rate. When performing tasks, the musicians had increased theta and alpha activity in the anterior and posterior regions, which reflected the activation of the voluntary attention system. In biologists, the level of productivity was lower, and the accuracy of execution was higher, which was accompanied by EEG activation's decrease. The solution time and the correct answer's quantity were higher for biologists during the arithmetic task's solution. In musicians, theta band frequencies in the frontal-central region were dominated. In biologists, the theta and alpha band frequencies were dominated. If the answer was incorrect, musicians had a decrease, and biologists had an increase in EEG activation.

В современной литературе слабо представлены данные, связанные со спецификой нейробиологического базиса выполнения интеллектуальных задач у людей с музыкальным образовательным профилем. Музыкальная практика обеспечивает когнитивные улучшения в рабочей памяти (Schulze et al., 2010), зрительном внимании (Rodrigues et al., 2013), и скорости обработки информации (Schellenberg, Michael, 2013). В качестве области, связываемой с

абсолютным слухом, предполагается *planum temporale* в височной коре (Gaser, Schlaug, 2003); критичным является вовлечение правой префронтальной и теменной коры, двусторонней задней дорзальной коры и зубчатой извилины (Pallesen et al., 2010).

Целью работы стало исследование нейрофизиологических механизмов решения когнитивных задач разного содержания и уровня сложности у студентов с музыкальным и биологическим профилем образования

В исследовании приняли участие 22 студента музыкальных специальностей Ростовского Колледжа Искусств в возрасте 18-20 лет, и 20 студентов биологических специальностей Южного федерального университета в возрасте 17-20 лет. В качестве тестовых заданий использовался бланковый вариант корректурной пробы Бурдона, связанный с поиском арабской цифры (время выполнения - 3 минуты), и решение примеров на сложение двузначных чисел (50 примеров, операнды черного цвета, предъявляемые на сером фоне в течение 25 с). Для корректурной пробы рассчитывались точность, продуктивность и темп деятельности. Для математических примеров рассчитывалось время и качество решения. Для всех задач рассчитывалась спектральная мощность диапазонов ЭЭГ (дельта, тета, альфа, бета). В качестве фонового состояния для показателей ЭЭГ использовалось спокойное бодрствование с открытыми глазами.

При анализе значений поведенческих показателей было выявлено, что среднее время решения примеров у биологов в 2 раза превышало таковое у музыкантов (6,84 с и 3,95 с соответственно). Для музыкантов выявлена отрицательная корреляция времени и качества выполнения теста: с увеличением времени решения происходило снижение % правильных ответов. При выполнении корректурной пробы в обеих группах выявлен средний и высокий уровень устойчивости внимания и точности деятельности. У биологов точность выполнения теста была выше. Для музыкантов показано увеличение продуктивности и темпа деятельности от 1 к 3 минуте, что могло отражать рост концентрации внимания. Увеличение устойчивости внимания приводило к росту продуктивности и темпа работы, тогда как стабильность значений предполагала большую устойчивость внимания. Для биологов от 1 к 3 минуте показано двукратное снижение продуктивности, и трехкратное - темпа деятельности, что могло отражать уменьшение вовлеченности произвольного внимания ввиду низкой сложности задачи.

При анализе ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования у музыкантов доминировали симметричный тета-фокус в центральных областях и мощный альфафокус в теменно-затылочной области. Открывание глаз сопровождалось тета- и альфадесинхронизацией; за счет смещения тета-фокуса в передние области и сохранения теменного альфа-фокуса формировалась лобно-теменная противофаза активации. Для биологов показано доминирование альфа-диапазона в теменно-затылочных областях. При открывании глаз наблюдалась выраженная альфа-десинхронизация.

При выполнении корректурной пробы в обеих группах перестройки уровня активации происходили на 1 минуте и сохранялись на протяжении тестирования. У музыкантов наблюдалось усиление тета-диапазона в лобно-центральных и затылочных областях и концентрация альфа-частот в затылочных областях. У биологов при более низких значениях спектральной мощности и сохранении диффузного тета-фокуса в лобно-центральной области происходила десинхронизация альфа-диапазона. Вероятно, выполнение корректурной пробы, связанное с поддержанием избирательного внимания, требовало от музыкантов больших усилий, чем у биологов.

При выполнении задач на сложение у музыкантов наблюдалось сохранение переднего тета-фокуса и концентрация альфа-частот в затылочных областях, за счет чего сохранялась противофаза с максимумом в лобных областях. У биологов происходило значимое усиление тета-активности в лобно-центральных областях и альфа-активности в теменно-затылочных областях, за счет чего формировалась противофаза. У музыкантов правильное решение приводило к значимой альфа-десинхронизации и сохранению тета-фокуса, что связано с большей активацией системы рабочей памяти и произвольного внимания. При неправильном

решении происходило снижение уровня ЭЭГ-активации, что отражало отказ от решения. Для биологов независимо от правильности ответа показано поддержание уровня тета-диапазона и десинхронизация альфа-частот, что предполагало активацию системы произвольного внимания, долговременной памяти и снижение нагрузки на рабочую (Klimesch, 2012).

На основании полученных данных можно предположить, что музыканты и биологи использовали разный подход к решению когнитивных задач. В качестве одной из причин может выступать целостное восприятие задания, связанное с доминированием правого полушария у музыкантов, и поэтапное восприятие, связанное с активацией левого полушария у биологов (Schellenberg, Michael, 2013). Применение целостного подхода к решению задания приводило к увеличению темпа и снижению точности деятельности. При этом происходило избирательное притормаживание вовлекаемых структур на фоне общей тета- и альфа-активации. Это свидетельствовало о большей нагрузке на рабочую память и более мощной активации лобного компонента системы произвольного внимания, и требовало вовлечения фронто-таламической системы и префронтальной коры. Поэтапное решение задач требовало активации систем как рабочей, так и долговременной памяти, что приводило к снижению темпа выполнения и росту точности деятельности. Это отражалось в десинхронизации альфа-диапазона и сохранении стабильного тета-фокуса. Вероятно, поэтапное решение связано в большей степени с активирующими влияниями кортико-гиппокампальной системы, связанной с доминированием системы долговременной памяти (Pallesen et al., 2010), и меньшей – префронтальной системы рабочей памяти и фронто-таламической системы произвольного внимания.

- Gaser C., Schlaug G. 2003. Brain Structures Differ between Musicians and NonMusicians. *The Journal of Neuroscience* 23, 9240–9245.
- Klimesch W. 2012 Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences* 16, 606-617.
- Pallesen K. J., Brattico E., Bailey C. J., Korvenoja A., Koivisto J., Gjedde A., Carlson S. 2010. Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. *PLoS ONE* 5, p.18
- Rodrigues A. C., Loureiro M. A., Caramelli P. 2013 Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. *Brain and Cognition* 3, 229–235.
- Schellenberg E.G., Michael W.W. 2013 Music and cognitive abilities In D. Deutsch (Ed.). *The Psychology of Music* 3, 499-550.
- Schulze K., Mueller K., Koelsch, S. 2010 Neural correlates of strategy use during auditory working memory in musicians and non-musicians. *European Journal of Neuroscience* 1, 189–196.