

## Особенности влияния эмоционального состояния на реализацию произвольных целенаправленных бимануальных движений

Н.С. Кононенко<sup>1</sup>, П.В. Ткаченко<sup>1</sup>, М.А. Затолокина<sup>1,2</sup>✉, Ю.А. Прасолова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

<sup>2</sup> Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия

**Аннотация.** Эмоциональное состояние оказывает значительное влияние на вегетативную и соматическую нервные системы, которые дают различные проявления. Все внешние проявления эмоций строго детерминированы и начинают реализовываться при активации участков коры. Ведущая роль в реализации эмоционального состояния принадлежит лобным долям коры и лимбической системе. Прецентральная извилина является корковым центром сложных целенаправленных движений. Целью данной работы является изучение влияния эмоционального состояния на реализацию моторной программы бимануального целенаправленного произвольного движения. Эмоциональное состояние определяли с помощью шкалы К. Изарда. Бимануальную двигательную активность рук измеряли с помощью метода суппортометрии. В результате проведенного исследования установили, что отрицательное эмоциональное состояние приводит к снижению скорости реакции на ошибку, что может быть вызвано изменением исходной сонастройки между моторной корой и лимбической системой.

**Ключевые слова:** психофизиология, эмоции, бимануальные движения, произвольная двигательная активность, электроэнцефалография, корреляты функциональной активности головного мозга

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-4-94-98>

## Features of the influence of emotional state on the implementation of arbitrary purposeful bimanual movements

N. S. Kononenko<sup>1</sup>, P. V. Tkachenko<sup>1</sup>, M. A. Zatolokina<sup>1,2</sup>✉, Yu. A. Prasolova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia

<sup>2</sup> I.S. Turgenev Orel State University, Orel, Russia

**Abstract.** The emotional state has a significant impact on the autonomic and somatic nervous systems, which give various manifestations. All external manifestations of emotions are strictly determined and begin to be realized when the cortical areas are activated. The leading role in the realization of the emotional state belongs to the frontal lobes of the cortex and the limbic system. The precentral sulcus is the cortical center of complex purposeful movements. The purpose of this work is to study the influence of the emotional state on the implementation of the motor program of bimanual purposeful voluntary movement. The emotional state was determined using the K scale. Izard. The bimanual motor activity of the hands was measured using the method of supportometry. As a result of the study, it was found that a negative emotional state leads to a decrease in the reaction rate of the reaction to an error, which may be caused by a change in the initial alignment between the motor cortex and the limbic system.

**Keywords:** psychophysiology, emotions, bimanual movements, voluntary motor activity, electroencephalography, correlates of functional activity of the brain

Повседневная жизнедеятельность сопровождается разного рода эмоциональными состояниями, которые по своей природе представляют субъективное восприятие окружающей среды нашей психикой. Внешними проявлениями являются разнообразная двигательная активность, вегетативные реакции, изменение мимики, перемена голоса и др. В основе появления таких состояний лежат физиологические процессы, протекающие в головном мозге [1].

В формировании эмоций участвует ряд структур мозга, которые названы лимбической системой. Согласно теории У. Кеннона и Ф. Барда, ведущим участком этой системы является таламус [2].

Ведущая роль в реализации эмоционального состояния принадлежит лобным долям коры и лимбической системе. Именно здесь формируется эмоциональное поведение, направленное на удовлетворение потребности, а также формируется оценка вероятных

действий и событий. Кроме того, возбуждение лобной доли обуславливают не только двигательные, но и вегетативные реакции. Эти проявления запускаются определенной моторной программой, заложенной в нашем мозге, то есть все внешние проявления эмоций строго детерминированы и начинают реализовываться при активации участков коры [3, 4].

Появление положительных и отрицательных эмоций в эксперименте Kühn и Gallinat (2011) показало на функциональной магнитно-резонансной томографии активацию теменной коры, поясной извилины, амигдалы, прецентральной извилины, гипоталамуса и таламуса [5]. Прецентральная борозда является корковым центром сложных целенаправленных движений. При реализации бимануального ритмического теппинга установлено, что быстрые ритмические бимануальные движения представлены в центральной нервной системе в виде моторной программы, их такта и выполняются путем последовательной реализации этой программы [6, 7].

В настоящее время вопрос влияния эмоционального состояния на произвольное целенаправленное движение, а именно на уже существующие моторные программы до сих пор остается малоизучен.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучить влияния эмоционального состояния на реализацию моторной программы бимануального целенаправленного произвольного движения в условиях эксперимента.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось на базе лаборатории физиологии двигательной активности НИИ физиологии, объединенного с однопрофильной кафедрой ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России.

В эксперименте приняли участие 114 человек, в возрасте от 18 до 23 лет, на основании добровольного информированного согласия на участие в исследовании. Первый этап исследования заключался в определении эмоционального состояния с помощью шкалы дифференциальных эмоций К. Изарда. В основе методики заложены 10 базовых эмоций человека, которые нужно оценить по 4-балльной шкале, посчитать сумму баллов и определить коэффициент самочувствия (КС) [8].

Второй этап заключался в изучении пространственной координации движений рук. Измерение проводили с помощью метода суппортометрии, на установке, представляющей собой модифицированный суппорт. Перед началом исследования подопытные получали стандартную инструкцию. Предполагалось выполнить последовательно четыре задания, по мере их усложнения (рис. 1). Во время выполнения задания регистрировали следующие показатели: время

пребывание маркера на контуре задания (ВНК), время пребывания маркера вне контура задания (ВБК), общее время выполнения задания (ОВ), количество ошибок при выполнении задания (КО), скорость выполнения задания (СК) и интегральный показатель координации (ИПК) [7].

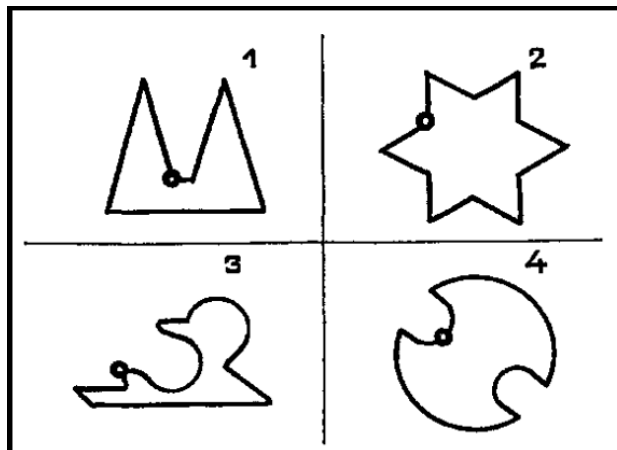


Рис. 1. Задания для суппортометрии и порядок их предъявления

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.6.5 (разработчик ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова – Смирнова (при числе исследуемых более 50).

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95%-го доверительного интервала (95%-й ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3) [9].

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента, при неравных дисперсиях выполнялось с помощью t-критерия Уэлча [9]. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна – Уитни.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии [9].

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты теста К. Изарда на определение эмоционального состояния показали, что на момент исследования среди 114 исследуемых 43 человека (37,7 %) имеют отрицательное эмоциональное состояние (превалируют страх, вина, стыд, гнев и др.) и 71 человек (62,3 %) имеют положительное эмоциональное состояние (превалируют удовольствие и интерес).

При проведении корреляционного анализа между показателями суппортометрии каждого задания и результатом теста для определения эмоционального

состояния установлено, что характеристики выполнения 1, 2 и 4 двигательных проб и результаты теста К. Изарда не обнаруживают между собой статистически значимых связей. Однако при выполнении третьего задания такие связи были выявлены (табл.). Трек 3-го задания суппортометрии является наиболее сложным среди представленных, так как его длина больше остальных, а также он имеет большое количество углов, разворотов, что позволяет более глубоко оценить уровень бимануальной координации произвольных целенаправленных движений рук.

**Анализ группы показателей суппортометрии при выполнении задания 3 в зависимости от показателя результата теста на определение эмоционального состояния по К. Изарду**

| Показатели | Категории                  | Результат теста по Изарду |  |    | p      |
|------------|----------------------------|---------------------------|--|----|--------|
|            |                            | M ± SD / Me               | 95% ДИ / Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub> | n  |        |
| ОВ         | отрицательное самочувствие | 294                       | 269–358                                  | 43 | 0,117  |
|            | положительное самочувствие | 289                       | 244–328                                  | 71 |        |
| ВНК        | отрицательное самочувствие | 255                       | 216–318                                  | 43 | 0,415  |
|            | положительное самочувствие | 247                       | 211–296                                  | 71 |        |
| ВВК        | отрицательное самочувствие | 43 ± 18                   | 38–49                                    | 43 | 0,022* |
|            | положительное самочувствие | 35 ± 18                   | 31–40                                    | 71 |        |
| КО         | отрицательное самочувствие | 48                        | 38–61                                    | 43 | 0,301  |
|            | положительное самочувствие | 44                        | 30–62                                    | 71 |        |
| ИПК        | отрицательное самочувствие | 5                         | 1–7                                      | 43 | 0,022* |
|            | положительное самочувствие | 7                         | 2–10                                     | 71 |        |
| Ск         | отрицательное самочувствие | 1                         | 1–1                                      | 43 | 0,179  |
|            | положительное самочувствие | 1                         | 1–1                                      | 71 |        |

\* Различия показателей статистически значимые (p < 0,05).

В результате сопоставления показателя «Время пребывания вне контура» и «Интегрального показателя координации» при выполнении задания 3, в зависимости от показателя «Результат теста по Изарду», нами были выявлены статистически значимые различия (p = 0,022, p = 0,022 соответственно) (используемые методы: t-критерий Стьюдента, U-критерий Манна – Уитни).

На рис. 2 средний показатель времени пребывания вне контура у лиц с отрицательным эмоциональным фоном составляет в среднем 43 с, а у лиц из другой группы в среднем 35 с. Отсюда можно предположить, что доминирование отрицательных эмоций приводит к нарушениям координации и мелкой моторики верхней конечности, что может быть обусловлено корковыми или таламическими влияниями на эфферентные пути или влияниями на афферентную импульсацию в результате «сонастройки». Кроме того, можно предположить о корковом взаимодействии и механизмах «сонастройки» участков, отвечающих за восприятие эмоции и инициации моторной программы.

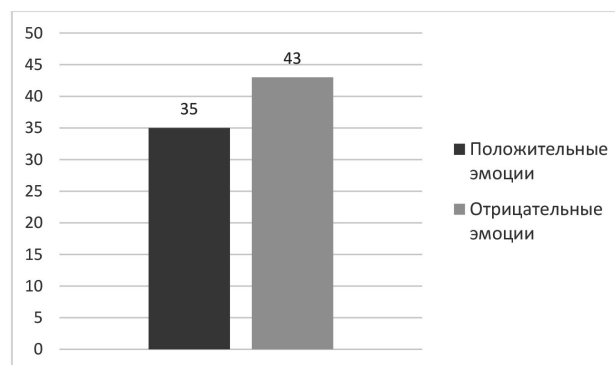


Рис. 2. Средние значения показателей ВВК при выполнении задания 3 при положительных и отрицательных эмоциях

Статистически значимые различия в результатах интегрального показателя координации (рис. 3) говорят о влиянии положительного эмоционального состояния на увеличение ИПК и соответственно о более координированной работе мышц верхней конечности. Формула расчета интегрального показателя

координации:  $ИПК = (3600 - ВВК \times КО) / ОБ$ , соответственно при увеличении времени ВВК показатель ИПК становится ниже, что мы и видим на рис. 3.

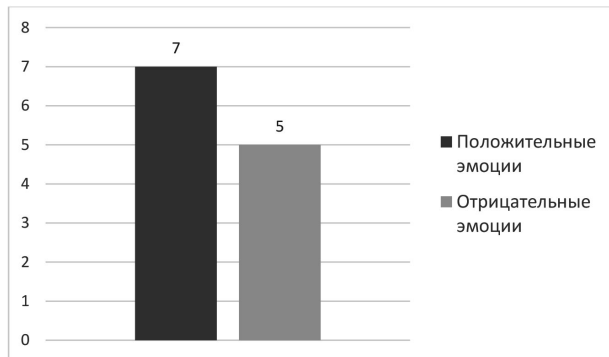


Рис. 3. Медиана показателей ИПК при выполнении задания 3 при положительных и отрицательных эмоциях

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, отрицательное эмоциональное состояние приводит к увеличению времени нахождения маркера вне контура сложного задания, то есть к увеличению времени исправления ошибки, что может свидетельствовать о снижении скорости реакции. Вероятным механизмом подобного эффекта является изменение исходной сонастройки между моторной корой и лимбической системой, что приводит к снижению эффективности корректировки программы произвольных бимануальных движений.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айзман Р. И. Возрастная физиология и психофизиология: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2017. 147 с.
2. Буланников Г.В. Функциональная анатомия лимбической системы. *Молодежь практическому здравоохранению*. 2018;142–146.
3. Савченков Ю. И. Основы психофизиологии. М.: Феникс, 2016. 352 с.
4. Фомина Е.В. Обзор литературных данных о морфологии и физиологии лимбической системы головного мозга. *Актуальные вопросы теории и практики в ветеринарии*. 2017;96–100.
5. Kühn S., Gallinat J. Common biology of craving across legal and illegal drugs – a 20 Quantitative metaanalysis of cuereactivity brain response. *European Journal of Neuroscience*. 2011;33:1318–1326.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### Информация об авторах

**Павел Владимирович Ткаченко** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой нормальной физиологии имени профессора А.В. Завьялова, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; pwtkachenko@rambler.ru

**Николай Сергеевич Кононенко** – аспирант кафедры нормальной физиологии имени профессора А.В. Завьялова, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; kononenkons@kursksmu.net

**Мария Алексеевна Затолокина** – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гистологии, эмбриологии и цитологии, Курский государственный медицинский университет, Курск; заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия; marika1212@mail.ru

activity brain response. *European Journal of Neuroscience*. 2011;33:1318–1326.

6. Соколова Н.И., Петрова Е.В., Ткаченко П.В. Тонкие манипуляторные движения как характеристика организации и уровня произвольной двигательной активности. *Региональный вестник*. 2019;14(29):12–14.

7. Ткаченко П.В., Бобынцев И.И. Соотношение моторных и сенсорных функций человека. Курск: Изд-во КГМУ, 2016. 264 с.

8. Изард К. Э. Психология эмоций. СПб.: Питер, 2011.

9. Баврина А. П. Современные правила применения параметрических непараметрических критериев в статистическом анализе медико-биологических данных. *Медицинский альманах*. 2021;1(66):64–73.

### REFERENCES

1. Aizman R. I. Age physiology and psychophysiology: textbook. Moscow, INFRA-M, 2017. 147 p. (In Russ.).
2. Bulannikov G.V. Functional anatomy of the limbic system. *Molodezh' prakticheskomu zdavoohraneniyu = Youth to practical healthcare*. 2018:142–146. (In Russ.).
3. Savchenkov Yu. I. Fundamentals of psychophysiology. Moscow, Phoenix, 2016. 352 p. (In Russ.).
4. Fomina E.V. Review of literature data on the morphology and physiology of the limbic system of the brain. *Aktual'nye voprosy teorii i praktiki v veterinarii = Topical issues of theory and practice in veterinary medicine*. 2017: 96–100. (In Russ.).
5. Kühn S., Gallinat J. Common biology of craving across legal and illegal drugs – a 20 Quantitative metaanalysis of cuereactivity brain response. *European Journal of Neuroscience*. 2011;33:1318–1326.
6. Sokolova N.I., Petrova E.V., Tkachenko P.V. Fine manipulative movements as a characteristic of the organization and level of voluntary motor activity. *Regional'nyj vestnik = Regional Bulletin*. 2019;14(29):12–14. (In Russ.).
7. Tkachenko P.V., Bobyntsev I.I. Correlation of human motor and sensory functions. Kursk, Publishing House of KSMU, 2016. 264 p. (In Russ.).
8. Izard K. E. Psychology of emotions. St. Petersburg, Peter, 2011. (In Russ.).
9. Bavrina A. P. Modern rules of application of parametric nonparametric criteria in statistical analysis of biomedical data. *Medicinskij al'manah = Medical Almanac*. 2021;1(66):64–73. (In Russ.).

*Юлия Андреевна Прасолова* – студентка стоматологического факультета, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; ylia\_prasolova@gmail.ru

Статья поступила в редакцию 11.06.2023; одобрена после рецензирования 02.10.2023; принята к публикации 28.11.2023.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Information about the authors**

*Pavel V. Tkachenko* – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Normal Physiology named after Professor A.V. Zavyalov, Kursk State Medical University, Kursk, Russia; pwtkachenko@rambler.ru

*Nikolay S. Kononenko* – Postgraduate student of the Department of Normal Physiology named after Professor A.V. Zavyalov, Kursk State Medical University, Kursk, Russia; kononenkons@kursksmu.net

*Maria A. Zatolokina* – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Histology, Embryology and Cytology, Kursk State Medical University, Kursk; Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, I.S. Turgenev Oryol State University, Orel, Russia; ✉ marika1212@mail.ru

*Yulia A. Prasolova* – student of the Faculty of Dentistry, Kursk State Medical University, Kursk, Russia; ylia\_prasolova@gmail.ru

The article was submitted 11.06.2023; approved after reviewing 02.10.2023; accepted for publication 28.11.2023.