

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ



Научная статья



УДК 159.9.072

<https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-5-54-63>

Психофизиологические корреляты оценки светотеневых градаций на предметной форме

Екатерина Г. Денисова¹ , Юлия Е. Воскресенская¹ , Сергей А. Писаренко²

¹Донской государственный технический университет, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

²Южный федеральный университет, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42

fridamol1177@icloud.com

Аннотация

Введение. Статья посвящена исследованию биоэлектрической активности коры головного мозга в процессе оценки светотеневых градаций на предметной форме. Представлена актуальность исследования, которая обусловлена необходимостью постоянного совершенствования методик обучения профессиональной художественной деятельности. Приводятся и анализируются современные психофизиологические исследования процесса зрительного восприятия, представляющего особую важность в жизни человека, в которых отмечена немаловажная роль яркости и освещенности стимула.

Цель. Выявление психофизиологических особенностей, которые могут обуславливать результаты оценки наблюдаемых светотеневых градаций на предметной форме.

Материалы и методы. В эксперименте приняли участие 22 человека. Из них 11 человек с опытом художественной деятельности, и 11 — без опыта художественной деятельности. В процессе исследования были использованы: метод анкетирования, метод электроэнцефалографии (ЭЭГ), статистические методы обработки данных: достоверность различий спектров мощности ЭЭГ изучалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

Результаты исследования. Приводятся данные о правильности ответов испытуемых. Люди с опытом художественной деятельности ответили верно в 25 % случаев, в то время как люди без опыта — в 22 % случаев. Достоверных отличий выявлено не было. Представлены результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности альфа-, бета-, гамма-, тета- и дельта-диапазона. Продемонстрировано, что показатели мощности основных ритмов ЭЭГ в процессе оценки светотеневых градаций у экспериментальной и контрольной групп имеют отличия.

Обсуждение результатов. Отражена взаимосвязь изменений мощности ритмов и когнитивных процессов. Описаны выявленные отличия биоэлектрической активности коры головного мозга в процессе оценки светотеневых градаций между людьми с опытом художественной деятельности и людьми без опыта. Полученные данные свидетельствуют о том, что у испытуемых экспериментальной и контрольной групп при оценке светотеневых градаций были задействованы разные области головного мозга. При выполнении заданий у художников чаще всего активируется фронтальная и темпоральная области правого полушария.

Ключевые слова: художественное творчество, оценка светотеневых градаций, яркость стимула, ЭЭГ, спектральная мощность

Для цитирования. Денисова, Е. Г., Воскресенская, Ю. Е., Писаренко, С. А. (2023). Психофизиологические корреляты оценки светотеневых градаций на предметной форме. *Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология*, 6(5), 54–63. <https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-5-54-63>

Psychophysiological Correlates of Light-and-Shade Gradation Assessment on the Specific Form

Ekaterina G. Denisova¹ , Yulia E. Voskresenskaya²  , Sergey A. Pisarenko³ 

^{1,2}Don State Technical University, 1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russian Federation

³Southern Federal University, 105/42, Bolshaya Sadovaya Str., Rostov-on-Don, Russian Federation

 fridamoll177@icloud.com

Abstract

Introduction. The article deals with bioelectrical activity of the cerebral cortex in the light-and-shade assessment process on the specific form. The need for constant improvement in professional art teaching methods justifies the urgency of the study. Visual perception plays a special role in the life of the person. We will describe and analyze modern psychophysiological studies regarding this mechanism. These studies highlight the great importance of brightness and illumination of the stimulus.

Purpose. In our article, we will identify psychophysiological characteristics that affect light-and-shade gradations assessment on the specific form.

Materials and Methods. The experiment involved 22 participants. Of them, 11 have experience with artistic activity and 11 do not. In the study, we used: the questionnaire method, the electroencephalography method (EEG), and the methods of mathematical statistics. The significance of differences in the EEG power spectrum was studied with the one-way analysis of variance (ANOVA).

Results. Data on the subjects' answers accuracy are provided. Participants with artistic activity experience answered correctly 25 % of the time. Those without stated experience were correct 22 % of the time. No differences in significance were found. The comparative analysis results of the average power indicators of alpha, beta, gamma, theta, and delta ranges are presented. Indicators of main EEG rhythms power in light-and-shade gradations assessment in the experimental and control groups have differences.

Discussion. We considered the relationship of rhythm power changes and cognitive processes. We described found differences regarding bioelectrical activity of the cerebral cortex in the light-and-shade gradations assessing in participants with and without artistic activity experience. The data obtained allow us to state that in the participants from the experimental and control groups various cortex areas were activated while assessing light-and-shade gradations. While performing a task, the artist's frontal and temporal areas of the right hemisphere activate most of the time.

Keywords: art work, light-and-shade gradations assessment, stimulus brightness, EEG, power spectrum

For citation. Denisova, E. G., Voskresenskaya, Yu. E., Pisarenko, S. A. (2023). Psychophysiological Correlates of Light-and-Shade Gradation Assessment on the Specific Form. *Innovative science: psychology, pedagogy, defectology*, 6(5), 54–63. <https://doi.org/10.23947/2658-7165-2023-6-5-54-63>

Введение

В современной психофизиологии активно исследуется процесс зрительного восприятия, так как зрение образует самую большую информативную систему для человека (Галанов, 2019). Многочисленные исследования показывают, что при зрительном восприятии немаловажную роль играют яркость и освещенность стимула (te Pas et al, 2017; Chauhan et al, 2023; Eroğlu et al, 2020). Так, в исследовании Tushar Chauhan с коллегами (2023), показано, что контраст и яркость изображений влияют на кодирование информации о цвете, так как любые существенные изменения приводят к очень разнородным формам волн ЭЭГ. Более яркие стимулы уникальных оттенков могут изменить способ кодирования информации, поскольку сигналы колбочек по-разному сочетаются с информацией о яркости. А в исследовании Eroğlu с коллегами (2020) авторы указывают на то, что эффект яркости влияет на активность мозга, изменяя мощность ЭЭГ сигналов. Как показывают результаты, яркость зрительных стимулов может влиять на сенсорные и когнитивные процессы в визуальных исследованиях. Исследование te Pas и соавторов (2017) показывает, что при сопоставлении освещенности в простых реальных сценах больше информации наблюдатели получали из теней и бликов. Это подтверждают данные фиксации глаз.

Особую важность представляет специфика процесса зрительного восприятия у людей с опытом художественной деятельности. Волков (1968), Степанов и Борисова (2015) подчеркивают, что художественная деятельность и восприятие изображения вызывали интерес у исследователей во все времена. Волков (1968) в своей работе указывает на связь индивидуальных психологических особенностей и процесса зрительного восприятия изображения у художника. Степанов и Борисова (2015) в своих исследованиях показывают примеры развития зрительного восприятия через художественное творчество.

Взаимосвязь между зрительным восприятием и формированием художественных навыков активно изучается нейронауками. На восприятие зрительной информации могут влиять психологические особенности и уровень

художественной подготовки человека. Куделина (2021) отмечает, что особенности зрительного восприятия и неповторимые изобразительные решения художников связаны с индивидуальными особенностями личности.

При изучении восприятия цветовых и тоновых отношений необходимо учитывать различные факторы, которые могут повлиять на индивидуальные представления об окружающем мире у людей художественных профессий. Баурина (2016) указывает на такие особенности личности современного художника как дисгармония и рассогласованность, а также богатая внутренняя жизнь, связанная с сильными эмоциональными переживаниями. Кучер (2023) в своей работе показывает, что интроверсия имеет прямые связи с уровнем художественно-творческой креативности и обратно пропорциональна креативному мышлению. Мозговые корреляты творческой активности человека также представляют интерес для исследователей. Дикая и Карпова (2014) в своей работе показывают, что существует специфика формирования функциональных связей у людей, прошедших художественную подготовку, при решении творческих задач.

Однако, на сегодняшний день в современной психофизиологии нет исследований, направленных на изучение специфики восприятия светотеневых отношений у людей с разным опытом художественной деятельности. Таким образом, представляется целесообразным проведение исследования, которое позволило бы получить психофизиологические данные о способностях к оценке характера наблюдаемых светотеневых градаций.

Целью нашего исследования является выявление психофизиологических особенностей, которые могут обуславливать результаты оценки наблюдаемых светотеневых градаций на предметной форме.

Предметом исследования выступает биоэлектрическая активность коры головного мозга в процессе оценки светотеневых градаций на предметной форме.

Объектом исследования являются мужчины и женщины в возрасте от 18 до 39 лет.

На основании анализа теоретических аспектов была сформулирована следующая гипотеза: частотно-пространственные характеристики биоэлектрической активности коры головного мозга испытуемых с опытом художественной деятельности будут иметь свою специфику в ходе оценки светотеневых градаций на предметной форме.

Материалы и методы

В эксперименте приняли участие 22 человека с нормальным зрением. Из них 11 человек с опытом художественной деятельности, которые составили экспериментальную группу, и 11 — без опыта художественной деятельности, вошедшие в контрольную группу.

В процессе исследования были использованы следующие методы:

1. Метод анкетирования.

2. Метод электроэнцефалографии (ЭЭГ).

3. Статистические методы обработки данных: достоверность различий спектров мощности ЭЭГ изучалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

Регистрация электроэнцефалограммы проводилась с использованием многоканального электроэнцефалографа Нейровизор-136 (производства компании «МКС», Россия). Запись проводилась монополярно, стандартно, в 128 отведениях с двумя референтными ипсилатеральными ушными электродами (A1, A2). Частота дискретизации составляла 1000 Гц.

Для каждого испытуемого и каждого задания были рассчитаны абсолютные и относительные значения спектральной мощности в дельта — 1,5–4 Гц, тета — 4–8 Гц, альфа — 8–13 Гц, бета1 — 13–20 Гц, бета2 — 20–30 Гц и гамма — 30–50 Гц диапазонах. Эпоха анализа составляла 1 секунду, полуперекрывание эпох — 50 %, временное окно Хана.

В ходе эксперимента испытуемым на экране компьютера демонстрировались ахроматические изображения (большую часть из них составляли фотографии натуральных постановок) с выделенными небольшими участками прямоугольной формы. Задача испытуемых состояла в том, чтобы определить светлоту этих участков.

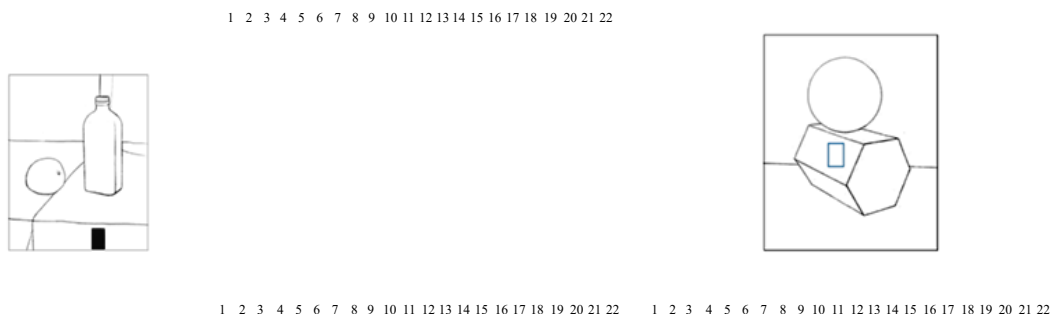
Задания были представлены от простых к более сложным (рис.1).

Для обработки записей ЭЭГ использовалось следующее программное обеспечение: Microsoft Excel, WinEEG.

Статистическая обработка данных выполнялась при помощи программного обеспечения «Jasp» 0.17.1 (Apple Silicon).

Рисунок 1

Пример заданий, представленных испытуемым от простых к более сложным



Результаты исследования

На Рисунке 2 представлены результаты правильности ответов испытуемых.

Рисунок 2

Результаты правильности ответов испытуемых: А — с опытом художественной деятельности, В — без опыта художественной деятельности

Верно 25 %	Верно 22 %
Неверно 75 %	Неверно 78 %

Люди с опытом художественной деятельности ответили верно в 25 % случаев, в то время как люди без опыта художественной деятельности — в 22 % случаев. С помощью критерия хи-квадрат было установлено, что статистических достоверных различий не выявлено: хи-квадрат = 2,148, при $p = 0,143$.

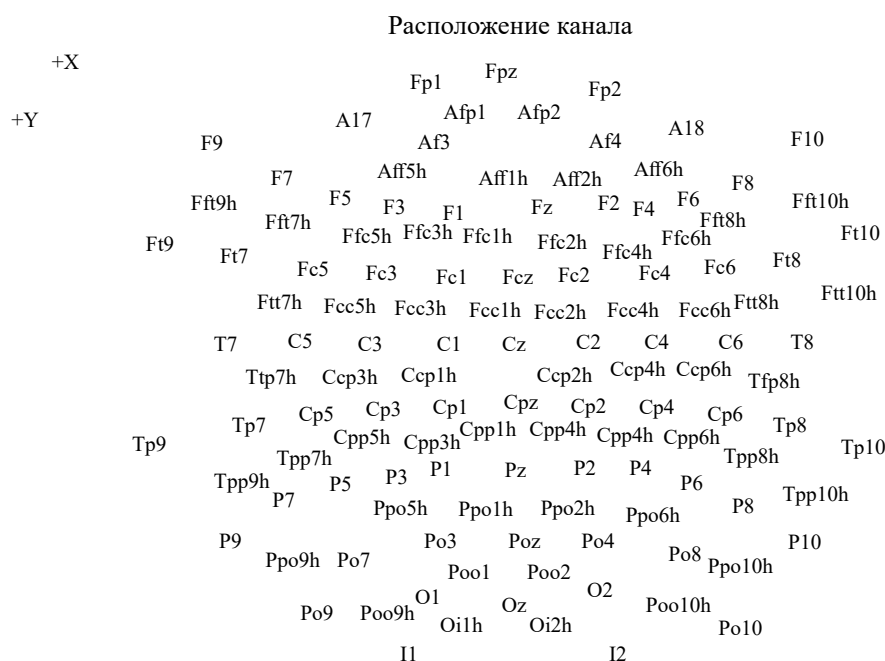
Далее представлены результаты сравнительного анализа между двух групп испытуемых по усредненным показателям мощности основных ритмов ЭЭГ во время тестовых проб.

В группе испытуемых, имеющих опыт художественной деятельности, было выявлено достоверное (при $p < 0,05$) увеличение мощности **альфа-диапазона** (8–13 Гц) в сравнении с испытуемыми не имеющими опыта художественной деятельности во фронтальных, центрально-париетальных и темпоральных областях левого полушария, а также в окципитальной области правого полушария во фронтальных, центрально-париетальных и темпоральных областях левого полушария, а также в окципитальной области правого полушария (рис. 3).

При этом в правом полушарии во фронтально-темпоральной области наблюдается достоверное снижение мощности.

Рисунок 3

Результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности альфа-диапазона во время проведения тестовых проб. Условные обозначения: ▼ — достоверное снижение мощности при оценке светотеневых градаций; ▲ — достоверное увеличение мощности при оценке светотеневых градаций

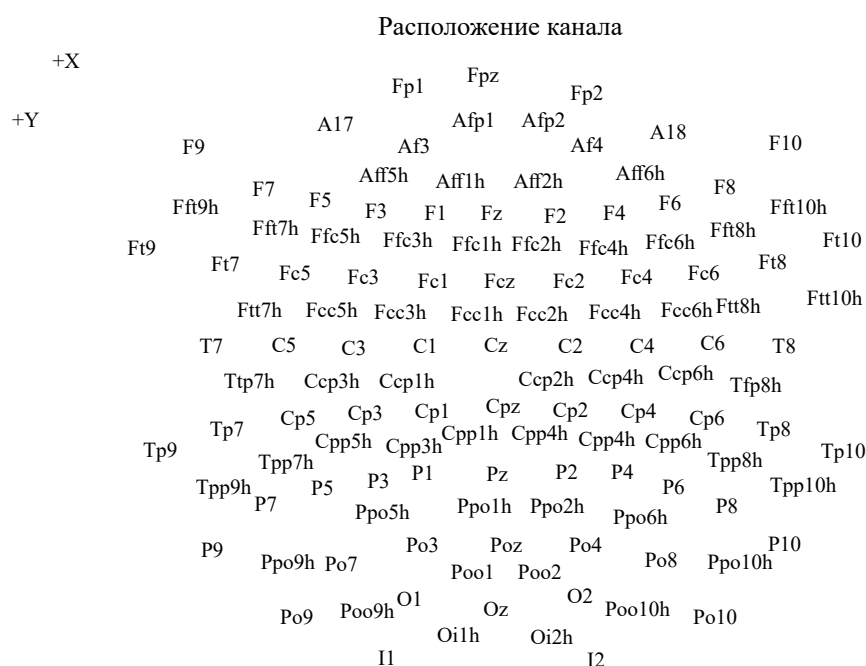


Показаны 128 из 128 местоположений электродов

Показатели **бета-диапазона** (13–30 Гц) достоверно (при $p < 0,05$) снижаются у экспериментальной группы в сравнении с контрольной во фронтальной, центральной, темпоральной, париентальной и окципитальной областях правого полушария, и достоверно увеличиваются во фронтальной, центральной и темпоральной областях левого полушария (рис. 4).

Рисунок 4

Результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности бета-диапазона во время проведения тестовых проб. Условные обозначения: ▼ — достоверное снижение мощности при оценке светотеневых градаций; ▲ — достоверное увеличение мощности при оценке светотеневых градаций

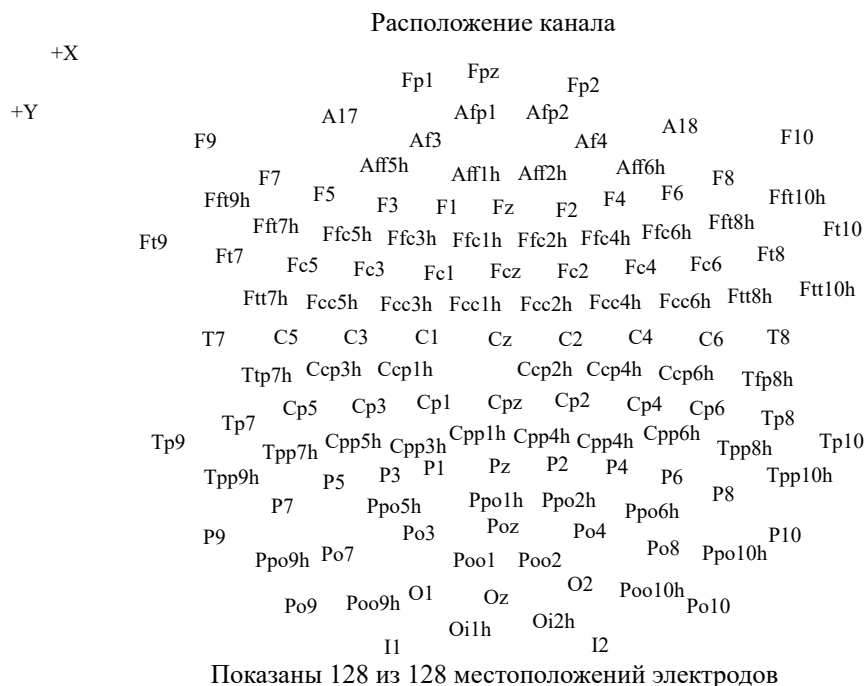


Показаны 128 из 128 местоположений электродов

Было выявлено достоверное (при $p < 0,05$) снижение мощности гамма-диапазона (30–50 Гц) у группы испытуемых с опытом художественной деятельности в сравнении с людьми без опыта по всей поверхности коры головного мозга (рис. 5).

Рисунок 5

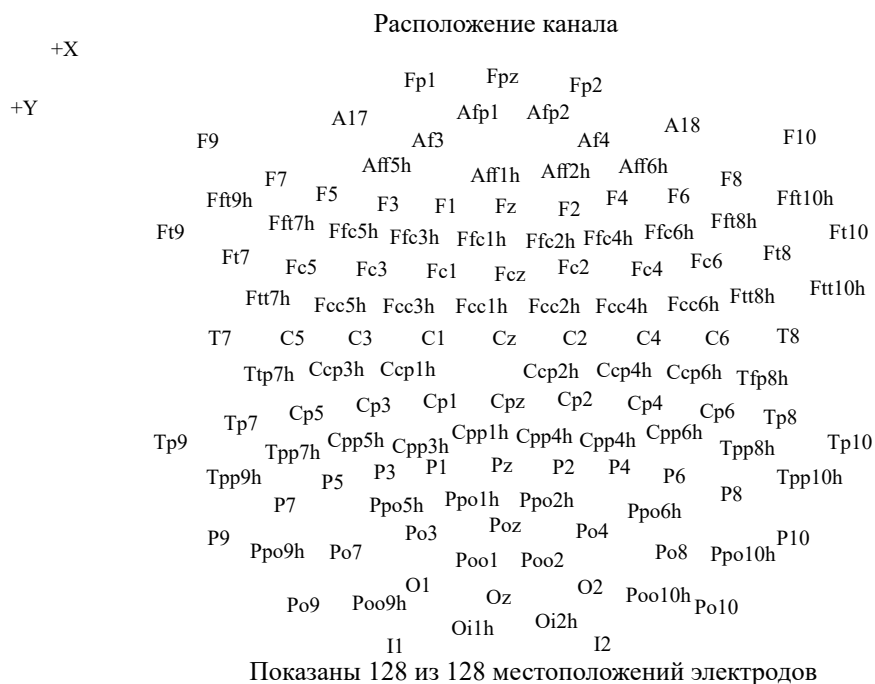
Результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности гамма-диапазона во время проведения тестовых проб. Условные обозначения: ▼ — достоверное снижение мощности при оценке светотеневых градаций; ▲ — достоверное увеличение мощности при оценке светотеневых градаций



Показатели **тета-диапазона** (4–8 Гц) имеют достоверное (при $p < 0,05$) увеличение мощности у экспериментальной группы в сравнении с контрольной в центральных областях билатерально и во фронтальных областях со сдвигом влево, а также достоверное уменьшение мощности во фронтальной части правого полушария со сдвигом вправо (рис. 6).

Рисунок 6

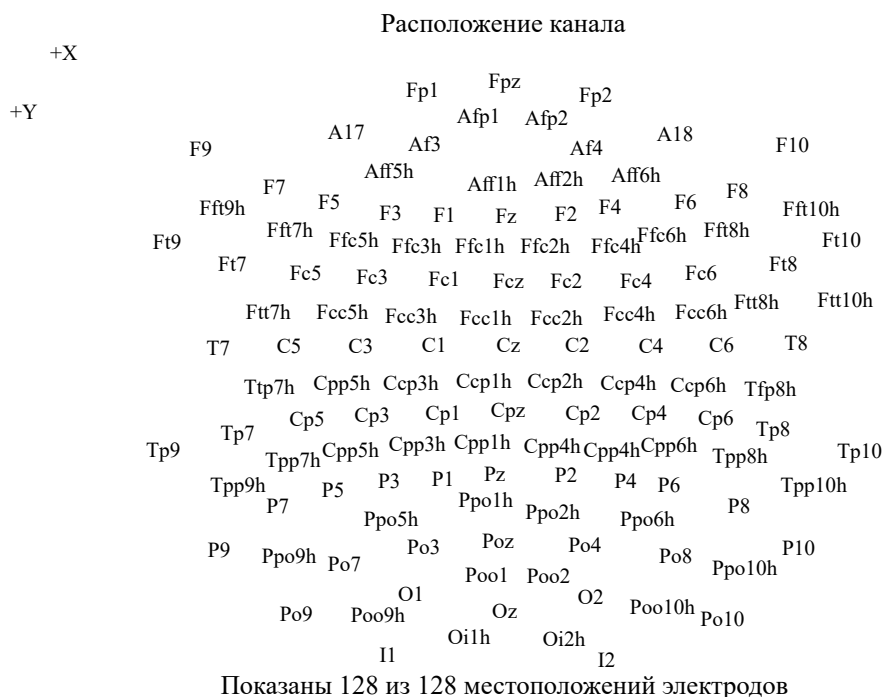
Результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности тета-диапазона во время проведения тестовых проб. Условные обозначения: ▼ — достоверное снижение мощности при оценке светотеневых градаций; ▲ — достоверное увеличение мощности при оценке светотеневых градаций



Показатели **дельта-диапазона** (1,5–4 Гц) характеризуются достоверным увеличением мощности у испытуемых с опытом художественной деятельности в сравнении с контрольной группой в центральной и парietальной областях билатерально и во фронтальной со сдвигом влево, и также достоверным снижением мощности во фронтальной области правого полушария со сдвигом вправо (рис. 7).

Рисунок 7

Результаты сравнительного анализа по усредненным показателям мощности дельта-диапазона во время проведения тестовых проб. Условные обозначения: ▼ — достоверное снижение мощности при оценке светотеневых градаций; ▲ — достоверное увеличение мощности при оценке светотеневых градаций



Обсуждение результатов

В настоящем исследовании было продемонстрировано, что показатели мощности основных ритмов ЭЭГ в процессе оценки светотеневых градаций у экспериментальной и контрольной групп имеют отличия. У испытуемых с опытом художественной деятельности наблюдается достоверное изменение мощности основных ритмов ЭЭГ в процессе решения заданий в сравнении с контрольной группой.

Альфа-ритм. Альфа-ритм связывают с расслабленным состоянием бодрствования, покоя. Депрессия альфа-ритма наблюдается при решении когнитивных задач, требующих определенных зрительных представлений (Звездочкина 2014).

В данном исследовании было установлено, что при решении задач у испытуемых с опытом художественной деятельности активируется фронтально-темпоральная область правого полушария. Эти результаты согласуются с данными исследования Поликановой и Сергеева (2014), в котором показано увеличение мощности альфа-ритма при длительной когнитивной нагрузке.

Бета-ритм. Выраженность бета-ритма связывают с процессами внимания, умственного напряжения и эмоционального возбуждения (Кропотов 2010).

В ряде работ показано, что мощность бета-ритма возрастает при решении когнитивных задач, а также в ситуациях, требующих высокой концентрации внимания (Boksmen, Meijman, Lorist 2005; Klimesh, 1999). Однако, некоторые исследователи указывают на снижение бета-ритма во фронтальных областях в процессе длительной когнитивной нагрузки (Jar et al, 2007, Lal, Bekiaris, 2007).

На основании этого можно сделать вывод о том, что у испытуемых с опытом художественной деятельности и испытуемых без опыта при длительном выполнении заданий были задействованы разные области головного мозга.

Гамма-ритм. По результатам нашего исследования было выявлено достоверное увеличение мощности гамма-ритма по всей поверхности коры головного мозга у испытуемых с опытом художественной деятельности в процессе оценки светотеневых градаций. Это согласуется с работами Даниловой (2000), в которых показано, что гамма-активность связана с процессами направленного внимания, конструирования целостных образов из отдельных фрагментов, а также с когнитивной и моторной деятельностью.

Гамма-ритм также может быть связан с процессами сохранения информации в рабочей памяти. Это подтверждается опытами с периодами задержки, в которых необходимо удерживать информации о ранее предъявляемых стимулах (Данилова 2000).

Тета-ритм. В норме тета-волны связаны с изменением состояния сознания. В ряде исследований показано, что возрастание тета-ритма может быть следствием утомления (Поликанова и Сергеев, 2014). Установлено, что длительная когнитивная нагрузка сопровождается повышением мощности тета-ритма во фронтальных областях. Это сочетается в полученных в нашем исследовании данными о том, что в процессе решения заданий у испытуемых с опытом художественной деятельности активируется фронтальная часть правого полушария.

Дельта-ритм. У человека дельта-ритмы возникают в наиболее глубоких мозговых структурах, таких как таламус и гипоталамус. Дельта-ритм связывают с тормозными процессами в коре головного мозга, с процессом утомления (Марютина, Ермолаев, 2001). Это согласуется с нашими выводами о том, что при решении задач у испытуемых с опытом художественной деятельности активируется фронтальная область правого полушария со сдвигом вправо.

В представленных нами результатах у людей с опытом художественной деятельности при решении задач чаще всего активируется фронтальная область правого полушария. Это согласуется с данными исследования Бакулина и др. (2020), в котором авторы связывают активацию правой фронтальной области (средней и верхней лобных извилинах справа) в период запечатления и в период извлечения информации при решении задач с процессом переключения внимания.

Таким образом, полученные данные в целом не противоречат существующим концепциям исследования зрительного восприятия и согласуются с данными эмпирических исследований. Важность полученных нами данных заключается в выявлении отличий в процессе оценки светотеневых градаций между людьми с опытом художественной деятельности и людьми без опыта.

Целью проведенного исследования было выявление психофизиологических особенностей, которые могут обуславливать результаты оценки наблюдаемых светотеневых градаций на предметной форме.

Таким образом, после проведения эксперимента и анализа данных было получено подтверждение гипотезы о том, что частотно-пространственные характеристики биоэлектрической активности коры головного мозга испытуемых с опытом художественной деятельности имеют свою специфику в ходе оценки светотеневых градаций на предметной форме.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у испытуемых экспериментальной и контрольной групп при оценке светотеневых градаций были задействованы разные области головного мозга. Было выявлено, что у людей с опытом художественной деятельности при решении представленных заданий чаще всего активируется фронтальная область правого полушария. Художники отличаются наиболее выраженной активацией фронтальной и темпоральной областей правого полушария, в то время как люди без опыта художественной деятельности — фронтальной, центральной и темпоральной областей левого полушария. Отмечено преобладание медленно-волновой активности у людей с опытом художественной деятельности в фронтальной, центральной и темпоральной областях левого полушария.

Список литературы

- Бакулин, И. С., Забирова, А. Х., Копнин, П. Н., Сеницын, Д. О., Пойдашева, А. Г., Федоров, М. В., Гнедовская, Е. В., Супонева, Н. А., и Пирадов, М. А. (2020). Активация коры головного мозга при выполнении задачи Стернберга на вербальную рабочую память. *Вестник РГМУ*, 1, 42–50. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2020.013>
- Баурина, А. Б. (2016). Психологические особенности личности художников. В М. О. Резванцева (ред.), *Социально-культурная детерминация субъектов образовательного процесса. Сборник материалов международной конференции XI Левитовские чтения в МГОУ* (С. 9–11). Московский государственный областной университет.
- Волков, Н. (1968). Процесс изобразительного творчества и проблема «обратных связей». В К. С. Мейлах (ред.), *Содружество наук и тайны творчества. Сборник*. Искусство.
- Галанов, Е. К. (2017). Физическая природа чувств. *Инновационная наука*, 12, 153–182.
- Данилова, Н. Н. (2006). Роль высокочастотных ритмов электрической активности мозга в обеспечении психических процессов. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 3(2), 62–72.
- Дикая, Л. А., и Карпова, В. В. (2014). Влияние профессиональной художественной подготовки на особенности формирования функциональных связей коры головного мозга при выполнении образной творческой деятельности. *Российский психологический журнал*, 4, 80–90. <https://doi.org/10.21702/rpj.2014.4.6>
- Звездочкина, Н. В. (2014). *Исследование электрической активности головного мозга человека. Учебно-методическое пособие*. Казанский университет.
- Кропотов, Ю. Д. (2010). *Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия*. Издатель Заславский А.Ю.
- Куделина, В. З. (2021). Особенности зрительного восприятия мира в творческих работах будущих дизайнеров в области игрушки. *Традиционное прикладное искусство и образование*, 36(1), 108–117.
- Кучер, И. В. (2023). Потенциал интроверсии в творчестве художника. В Т. Н. Соболев, А. А. Леженин (ред.), *Актуальные проблемы психологии труда и организационной психологии субъекта жизнедеятельности. Сборник*

научных трудов Всероссийской научно-практической конференции (С. 84–90). Дальневосточный государственный университет путей сообщения.

Марютина, Т. М., и Ермолаев, О. Ю. (2001). *Введение в психофизиологию. Учебное пособие*. Флинта.

Поликанова, И. С., и Сергеев, А. В. (2014). Влияние длительной когнитивной нагрузки на параметры ЭЭГ. *Национальный психологический журнал*, 1(13), 84–92. <https://doi.org/10.11621/npj.2014.0109>

Степанов, В. Г., и Борисова, А. И. (2015). Зрительное восприятие и изобразительное искусство. *Педагогика и психология образования*, 4, 100–108.

Boksmen, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007>

Jap, B. T., Lal, S., Fischer, P., & Bekiaris, E. (2007). Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue. *Expert Systems with Applications*, 36, 2352–2359. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.12.043>

Klimesh, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29, 169–195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)

Eroğlu, K., Kayıkçıoğlu, T., & Osman, O. (2020). Effect of brightness of visual stimuli on EEG signals. *Behavioral Brain Research*, 382, 112486. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112486>

Lal, S., & Bekiaris, E. (2007). The reliability of sensing fatigue from neurophysiology. In *Aus Wireless 2006. International Conference on Wireless Broadband and Ultra Wideband Communications Proceeding* (pp. 1–4). UTS

te Pas, S. F., Pont, S. C., Dalmaijer, E. S., & Hooge, I. T. C. (2017). Perception of object illumination depends on highlights and shadows, not shading. *Journal of Vision*, 17(8.2), 1–15. <https://doi.org/10.1167/17.8.2>

Chauhan, T., Jakovljević, I., Thompson, L. N., Wuerger, S. M., & Martinovic, J. (2023). Decoding of EEG signals reveals non-uniformities in the neural geometry of colour. *NeuroImage*, 268, 119884. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.119884>

References

Bakulin, I. S., Zabirowa, A. H., Kopnin, P. N., Sinitsyn, D. O., Poydasheva, A. G., Fedorov, M. V., Gnedovskaya, E. V., Suponeva, N. A., & Piradov, M. A. (2020). Cerebral cortex activation during the sternberg verbal working memory task. *Bulletin of RSMU*, 1, 42–50. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2020.013> (In Russ.).

Baurina, A. B. (2016). Psychological characteristics of the artist's personality. In M. O. Rezvantseva (ed.), *Sociocultural determination of the educational process subjects. Collection of materials of the international conference XI Levitov readings at Moscow State Regional University* (pp. 9–11). Moscow State Regional University. (In Russ.).

Boksmen, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007>

Chauhan, T., Jakovljević, I., Thompson, L. N., Wuerger, S. M., & Martinovic, J. (2023). Decoding of EEG signals reveals non-uniformities in the neural geometry of colour. *NeuroImage*, 268, 119884. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.119884>

Danilova, N. N. (2006). High-frequency rhythms role of the brain electrical activity in mental processes. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, 3(2), 62–72. (In Russ.).

Dikaya, L. A., & Karpova, V. V. (2014). The influence of professional art preparation on the features of the formation of brain cortex's functional links in the performance of imaginative creative activity. *Russian Psychological Journal*, 4, 80–90. <https://doi.org/10.21702/rpj.2014.4.6> (In Russ.).

Eroğlu, K., Kayıkçıoğlu, T., & Osman, O. (2020). Effect of brightness of visual stimuli on EEG signals. *Behavioral Brain Research*, 382, 112486. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112486>

Galanov, E. K. (2017). Physical nature of feelings. *Innovative Science*, 12, 153–182. (In Russ.).

Jap, B. T., Lal, S., Fischer, P., & Bekiaris, E. (2007). Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue. *Expert Systems with Applications*, 36, 2352–2359. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.12.043>

Klimesh, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29, 169–195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)

Kropotov, Yu. D. (2010). *Quantitative EEG, cognitive evoked potentials of the human brain and neurotherapy*. Zaslavsky A.Yu. Publisher. (In Russ.).

Kucher, I. V. (2023). Potential of introversion in the artist. In T. N. Sobolev, A. A. Lezhenin (eds), *Current problems of Labor Psychology and Organizational Psychology of the Subject of Life. Collection of scientific papers of the All-Russian Scientific and Practical Conference* (pp. 84–90). Far Eastern State Transport University. (In Russ.).

Kudelina, V. Z. (2021). Features of visual perception of the world in the creative works of future designers in the field of toy. *Traditional Applied Arts and Education*, 36(1), 108–117. (In Russ.).

Lal, S., & Bekiaris, E. (2007). The reliability of sensing fatigue from neurophysiology. In *Aus Wireless 2006. International Conference on Wireless Broadband and Ultra Wideband Communications Proceeding* (pp. 1–4). UTS

Maryutina, T. M., & Ermolaev, O. Yu. (2001). *Introduction to psychophysiology. Educational manual*. Flinta. (In Russ.).

Polikanova, I. S., & Sergeev, A. V. (2014). The effect of long-term cognitive load on the EEG parameters. *National Psychological Journal*, 1(13), 84–92. <https://doi.org/10.11621/npj.2014.0109> (In Russ.).

Stepanov, V. G., & Borisova, A. I. (2015). Visual perception and fine arts. *Pedagogy and Psychology of Education*, 4, 100–108. (In Russ.).

te Pas, S. F., Pont, S. C., Dalmaijer, E. S., & Hooge, I. T. C. (2017). Perception of object illumination depends on highlights and shadows, not shading. *Journal of Vision*, 17(8.2), 1–15. <https://doi.org/10.1167/17.8.2>

Volkov, N. (1968). The art-making process and the problem of “feedback”. In K. S. Meilakh (ed.), *The harmony of sciences and the mysteries of creativity. A collection*. The Art. (In Russ.).

Zvezdochkina, N. V. (2014). *Studying the electrical activity of the human brain. Educational and methodological manual*. Kazan University. (In Russ.).

Об авторах:

Екатерина Геннадьевна Денисова, кандидат психологических наук, доцент кафедры «Психофизиология и клиническая психология», заведующий лабораторией «Психофизиология и психогенетика» Научного центра Российской академии образования, Донской государственный технический университет (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](#), [AutorID](#), keithdenisova@gmail.com

Юлия Евгеньевна Воскресенская, студент 4 курса, Донской государственный технический университет (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](#), fridamoll177@icloud.com

Сергей Александрович Писаренко, кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и практики изобразительного искусства, Южный федеральный университет (344006, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42), [ORCID](#), [AutorID](#), pisarenko-21@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.08.2023

Поступила после рецензирования 22.09.2023

Принята к публикации 01.10.2023

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Ekaterina Gennadiyevna Denisova, Cand. Sci. (Psychology), Associate Professor of the “Psychophysiology and Clinical Psychology” Department, Head of the “Psychophysiology and Psychogenetics” Laboratory of the Scientific Center of the Russian Academy of Education, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation), [ORCID](#), [AutorID](#), keithdenisova@gmail.com

Yulia Evgeniyevna Voskresenskaya, 4th year student, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation), [ORCID](#), fridamoll177@icloud.com

Sergey Aleksandrovich Pisarenko, Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor of the “Theory and Practice of Fine Arts” Department, Southern Federal University (105/42, Bolshaya Sadovaya Str., Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation), [ORCID](#), [AutorID](#), pisarenko-21@yandex.ru

Received 07.08.2023

Revised 22.09.2023

Accepted 01.10.2023

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.