

Психология и Психотехника

Правильная ссылка на статью:

Грибер Ю.А., Делов А.А., Ковалев П.С. Цветовое зрение у людей с головными болями // Психология и Психотехника. 2024. № 2. С. 66-82. DOI: 10.7256/2454-0722.2024.2.70470 EDN: H1HAPG URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=70470](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=70470)

## Цветовое зрение у людей с головными болями

**Грибер Юлия Александровна**

доктор культурологии

профессор, директор Лаборатории цвета, Смоленский государственный университет

214000, Россия, Смоленская область, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4

✉ [y.griber@gmail.com](mailto:y.griber@gmail.com)



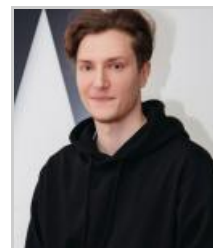
**Делов Алексей Алексеевич**

ORCID: 0000-0001-8589-8523

Научный сотрудник Лаборатории цвета, Смоленский государственный университет

214000, Россия, Смоленская область, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4

✉ [aleksejdelov@gmail.com](mailto:aleksejdelov@gmail.com)



**Ковалев Павел Сергеевич**

ORCID: 0000-0002-1223-8812

ассистент, кафедра неврологии и нейрохирургии, Смоленский государственный медицинский университет; научный сотрудник Лаборатории цвета, Смоленский государственный университет

214000, Россия, Смоленская область, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4

✉ [rozdavid2009@yandex.ru](mailto:rozdavid2009@yandex.ru)



[Статья из рубрики "Тело и телесность"](#)

**DOI:**

10.7256/2454-0722.2024.2.70470

**EDN:**

H1HAPG

**Дата направления статьи в редакцию:**

16-04-2024

**Аннотация:** Целью исследования является получение новых данных о возможных изменениях цветового зрения у людей с головными болями. Объектом исследования

являются люди, периодически испытывающие первичные головные боли разной природы. Предмет исследования – специфика восприятия хроматических параметров окружающей среды и цветовой чувствительности у людей с различными по характеру, качеству, интенсивности и периодичности головными болями. Данные собирались с помощью стандартного клинического теста цветового зрения Фарнsworth-Манселла (FM-100). В исследовании приняли участие 65 человек в возрасте от 17 до 66 лет. Результаты оценки цветового зрения в экспериментальной группе сравнивались с нормативными показателями и данными, полученными в совпадающей по возрасту контрольной группе (N=40). Особое внимание уделялось обсуждению возможных причин выявленных нарушений и анализу корреляции между различными аспектами головной боли с отдельными показателями цветовой чувствительности. Данные анализировались с помощью специализированных компьютерных программ. Анализ включал подсчет общей ошибки (TES) и вычисление частичных ошибок (PES) вдоль сине-желтой (B-Y) и красно-зеленой (R-G) осей. Рассчитывались также частичные ошибки для отдельных тонов. Проведенное исследование показало заметную специфику в восприятии сине-зеленых и синих оттенков у пациентов с сильными, хроническими и нелокализованными головными болями. Так как обнаруженные нарушения цветового зрения, по всей видимости, носят временный характер и, скорее всего, типичны для премониторной фазы приступов, результаты настоящего исследования могут внести вклад в изучение предикторов головной боли. Полученные новые данные об изменениях цветового зрения могут быть полезны для понимания не только патофизиологии головной боли. Поскольку выявленные изменения касаются только одной группы (синих) оттенков, выводы проведенного исследования могут использоваться при разработке альтернативных методов лечения. В частности, для выбора оптимального цвета тонированных линз, которые предлагаются пациентам для облегчения головной боли и снижения частоты приступов.

**Ключевые слова:**

цветовое зрение, головные боли, тест FM-100, цветовая чувствительность, цветоразличение, цвет, цветовая когниция, цветовосприятие, визуальный триггер, визуальное восприятие

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00407, <https://rscf.ru/project/22-18-00407/> в Смоленском государственном университете.*

**Введение**

Головные боли в современном мире относятся к числу наиболее распространенных заболеваний нервной системы. По данным эпидемиологических исследований, от повторяющихся головных болей страдает 62 % жителей России <sup>[1]</sup> и около 50–75 % взрослого населения всей Земли <sup>[2]</sup>. Несмотря на некоторые региональные различия, головные боли – проблема мирового масштаба, затрагивающая людей всех рас, уровней дохода и географических регионов <sup>[3]</sup>.

Люди, испытывающие головные боли, постоянно сообщают о схожих визуальных триггерах, способных вызвать у них новый приступ. Заметное влияние на их самочувствие оказывают определенные визуальные качества окружающей среды (см. подр.: <sup>[4]</sup>). К числу наиболее значимых относят отдельные характеристики естественного

и искусственного освещения [5; 6], мерцающий свет [7], определенные зрительные образы [8], специфическую структуру внутреннего пространства помещений и рабочих мест [4].

Осознание и избегание этих и других провоцирующих факторов имеет важное значение не только в комплексных программах лечения головных болей как части терапевтической схемы, но и в проектировании «удобной для жизни» среды (см. обзор исследований: [9-11]). Поэтому на протяжении нескольких последних десятилетий клинические специалисты и научные исследователи с особым интересом изучают связь различных аспектов головной боли с отдельными компонентами визуальной системы.

Особое внимание при этом уделяется параметрам зрительного дискомфорта, который иногда называют «зрительным стрессом» или просто «чувствительностью» (к шаблонам, бликам, цветам и т.п.) (см. напр.: [12]). Интерес к этой проблематике во многом объясняется тем, что между визуальными триггерами головной боли и ощущением зрительного дискомфорта, по всей видимости, существует связь. Как правило, люди, восприимчивые к визуальным триггерам головной боли, испытывают также больший дискомфорт при просмотре триггерных стимулов [13; 14].

Уже полученные данные свидетельствуют также о наличии связи между зрительным дискомфортом и цветовой чувствительностью – способностью воспринимать как различные цветовые оттенки с разным спектральным составом излучения (см. напр.: [15]). Все большую эмпирическую поддержку получает при этом теория эффективного кодирования (англ. – *theory of efficient coding*) [12], согласно которой зрительный стресс вызывают оттенки, существенно отличающиеся от привычных – тех, что обычно встречаются в окружающей человека естественной среде (см. подр.: [16]).

Исследования показывают, что у людей, страдающих головными болями, цветовая чувствительность не совпадает с соответствующей им по возрасту контрольной группой. Различия касаются восприятия розовых [8], красных [17], синих и фиолетовых оттенков [18]. Некоторые группы ярких оттенков (прежде всего – насыщенные и интенсивные красный и оранжевый) для пациентов с хроническими головными болями являются сильными визуальными триггерами, способными спровоцировать новый приступ [7].

Установлено также влияние тонированных линз на ощущение визуального дискомфорта и частоту возникновения головных болей. В частности, у испытуемых, которые постоянно носили очки с цветными линзами, реже наблюдались приступы головных болей по сравнению с участниками из контрольной группы [5; 19]. Похожее корректирующее влияние на ощущение визуального дискомфорта оказывал также цветной фон для компьютерного экрана [13].

Вместе с тем, обзор опубликованных к настоящему времени работ убеждает в том, что анализ цветовой чувствительности у людей с головными болями, в подавляющем большинстве случаев, ограничен пациентами с мигренью (см., напр.: [7; 8; 13; 14; 17; 18]). Комплексных исследований цветовосприятия у людей с другими типами головных болей, насколько нам известно, пока не проводилось. Описано лишь несколько отдельных случаев специфической цветовой чувствительности у людей с кластерными головными болями [5; 19].

В настоящей статье мы продолжим изучение специфики восприятия хроматических

параметров окружающей среды и цветовой чувствительности. Целью статьи является получение новых данных о возможных изменениях цветового зрения у людей с первичными головными болями. По статистике, первичные головные боли составляют 95–97 % всех случаев [20]. В отличие от вторичных (симптоматических) головных болей, они характеризуются отсутствием органического поражения головного мозга, структур головы и шеи. Самой известной формой первичных головных болей является мигрень. Однако при этом она отнюдь не является самой распространенной и в России составляет всего 14 % всех случаев. Наряду с мигренью, первичные головные боли включают множество других форм, среди которых – головная боль напряжения, тригеминальные вегетативные (автономные) цефалгии, кашлевая боль, головная боль, связанная с физическим напряжением, сексуальной нагрузкой [21].

Гипотеза исследования заключается в том, что у людей, испытывающих повторяющиеся первичные головные боли разной природы, меняется восприятие хроматических параметров окружающей среды и цветовая чувствительность; различия могут коррелировать со стажем головных болей, периодичностью их возникновения, характером и качеством испытываемых болей, их интенсивностью и локализацией.

## **Материал и методы исследования**

### **(1) Участники**

В исследовании приняли участие 65 человек (13 мужчин и 52 женщины) в возрасте от 17 до 66 лет (средний возраст 26.3,  $SD=12.1$ ). Все они в течение последнего времени испытывали разные по интенсивности, характеру и качеству головные боли, которые возникали у них с различной периодичностью. В среднем, стаж головных болей составлял 10.64 лет (минимум – 1 год, максимум – 46 лет,  $SD=10.10$ ).

Результаты оценки цветового зрения в экспериментальной группе сравнивались с нормативными показателями [22-24] и данными, полученными в совпадающей по возрасту контрольной группе ( $N=40$ , средний возраст 23.54,  $SD=8.4$ , 12 мужчин и 28 женщин). Все участники исследования имели нормальную или скорректированную до нормы остроту зрения.

Перед началом исследования каждый из участников самостоятельно заполнял развернутую анкету, включавшую расширенный блок вопросов о различных аспектах головных болей. Вопросы касались временного паттерна головных болей (время с момента первого и последнего приступа, продолжительность и частота приступов), характера, качества и интенсивности болей, установленных триггеров, наличия сопровождающих симптомов.

### **(2) Процедура оценки цветового зрения**

Сбор данных проводился с использованием стандартного клинического теста цветового зрения Фарнsworth-Манселла на 100 оттенков (Farnsworth-Munsell 100-hue test, FM-100) [25; 26]. В практике научных и клинических исследований этот тест традиционно применяется для диагностики типа и тяжести приобретенных нарушений цветового зрения, вызванных различными патологиями зрительной системы (среди которых – макулопатия, глаукома, неврит зрительного нерва, катаракта), системными заболеваниями (такими как диабетическая ретинопатия или гипотиреоз), а также влиянием разного рода экстремальных изменений в окружающей среде на зрительное восприятие человека (например, крайним снижением естественного освещения за

полярным кругом) (см. обзор исследований: [\[27\]](#)).

Тест FM-100 содержит 85 оттенков, которые вместе образуют полный цветовой круг. Оттенки разделены примерно равными шагами восприятия. Они различаются только по тону и имеют одинаковую светлоту и насыщенность (Value 6 и Chroma 6 в условных обозначениях системы Манселла).

Фишки хранятся в четырех пеналах, которые часто обозначают латинскими буквами А, В, С и D. В пенале А находится 22 фишки, в трех остальных – по 21. В каждом из четырех пеналов фишки представляют определенный сектор цветового круга: от красного до красно-оранжевого (пенал А, фишки 85–21), от желтого до желто-зеленого (пенал В, фишки 22–42), от зеленого до зелено-голубого (пенал С, фишки 43–63) и от индиго до мадженты (пенал D, фишки 64–84). Крайние фишки в каждом из пеналов закреплены, остальные – подвижны.

Каждому участнику исследования предлагалось расположить фишки в пеналах таким образом, чтобы переход от одного закрепленного на конце пенала оттенка до другого был как можно более плавным. В соответствии с рекомендациями для людей с неврологическими нарушениями (см., напр.: [\[18\]](#)), время на выполнение задания не ограничивалось.

### (3) Анализ данных

Данные анализировались с помощью специализированных компьютерных программ. Анализ включал подсчет общей ошибки (TES) и вычисление частичных ошибок (PES) вдоль сине-желтой (B-Y) и красно-зеленой (R-G) осей. Рассчитывались также частичные ошибки для отдельных тонов.

**(3.1) Общая ошибка (TES)** – показатель, который используется для оценки качества цветоразличения в целом. Он рассчитывается как сумма баллов для фишек в четырех коробках. Балл для отдельной фишки рассчитывается как сумма абсолютной разницы между величиной ошибки для данного цвета и величинами ошибок соседних фишек минус 2 [\[26\]](#):

$$Total\ Error\ Score\ (TES) = \sum_{i=1}^4 iES = \sum_{i=1}^4 ((\sum_{j=1}^{n+2} CE_j) - ((n+2)*2))$$

,

где  $i$  – номер пенала;  $S_j$  – номер фишки  $j$ ;  $CE_j$  – ошибка фишки  $j$ ;  $n$  – количество подвижных фишек в пенале, соответствующем  $i$  ( $n = 22$  для пенала А, и  $n = 21$  для пеналов В–D).

Если все фишки расположены в правильном порядке, значение общей ошибки  $TES=0$ ; чем больше смещений фишек, тем больше показатель TES.

Поскольку TES имеет асимметричное распределение, в расчетах чаще используется квадратный корень из общего количества ошибок ( $\sqrt{TES}$ ), чтобы получить распределение, более близкое к нормальному [\[24\]](#).

**(3.2) Частичные ошибки (PES)** рассчитывались для отдельных диапазонов оттенков:

- (1) вдоль осей:
- синие-желтая ось В-У (фишки 1–12, 34–54 и 76–85);
- красно-зеленая ось R-G (фишки 13–33 и 55–75);
- (2) для отдельных тонов:
- от красного до желто-красного R-УR (фишки 1–9);
- от желто-красного до желтого УR-У (фишки 10–17);
- от желтого до желто-зеленого У-GУ (фишки 18–26);
- от желто-зеленого до зеленого GУ-G (фишки 27–35);
- от зеленого до сине-зеленого G-BG (фишки 36–45);
- от сине-зеленого до синего BG-B (фишки 46–53);
- от синего до сине-фиолетового В-PВ (фишки 54–60);
- от сине-фиолетового до фиолетового РВ-Р (фишки 61–70);
- от фиолетового до фиолетово-красного Р-РР (фишки 71–77);
- от фиолетово-красного до красного РР-R (фишки 78–85).

Результаты

Общая ошибка (TES)

У большинства пациентов, испытывающих головные боли (80%), цветовое зрение соответствовало их возрастной норме (таблица 1). У 11 участников (17%) величина показателя общего количества ошибок превышала среднее значение для здоровых нормальных трихроматов, однако все равно находилось в пределах верхней границы. Только у двух человек (женщина, 19 лет, и мужчина, 25 лет, оба испытывают частые головные боли) цветовое зрение было незначительно хуже нормального ( $\sqrt{TES}=10.58$  и  $\sqrt{TES}=9.59$  соответственно).

Таблица 1. Среднее значение и стандартное отклонение квадратного корня из общего количества ошибок ( $\sqrt{TES}$ ) для здоровых нормальных трихроматов, представленные в [22, Табл. 1],[23, Табл. 1] и [24, Табл. 1]

Возраст	Здоровые нормальные трихроматы								
	Verriest et al. (1982)			Roy et al. (1991)				Kinnear & Sahraie (2002)	
	N	Ср. возраст	Ср. $\sqrt{TES} \pm SD$	N	Правый глаз ср. $\sqrt{TES} \pm SD$	N	Левый глаз ср. $\sqrt{TES} \pm SD$	N	Ср. $\sqrt{TES} \pm SD$
15–19	32	17.3	6.63 $\pm$ 1.91	13	7.2 $\pm$ 3.0	13	6.3 $\pm$ 2.9	68	7.2 $\pm$ 2.63
20–29	29	24.8	5.69 $\pm$ 2.07	25	6.0 $\pm$ 2.2	25	6.0 $\pm$ 2.5	35	6.7 $\pm$ 2.88
30–39	29	34.2	6.71 $\pm$ 2.90	16	6.7 $\pm$ 1.9	17	5.8 $\pm$ 2.7	10	7.3 $\pm$ 2.38
40–49	30	45.3	8.23 $\pm$ 2.44	13	5.8 $\pm$ 1.1	12	5.3 $\pm$ 2.0	10	8.1 $\pm$ 2.66
50–59	30	54.2	8.68 $\pm$ 2.64	10	8.2 $\pm$ 2.0	10	8.0 $\pm$ 2.7	10	9.5 $\pm$ 2.66
60–69	28	64.9	9.57 $\pm$ 2.44	20	10.1 $\pm$ 3.0	18	9.6 $\pm$ 3.0	10	10.7 $\pm$ 2.52

Мы обнаружили положительную корреляцию между периодичностью возникновения головной боли (эпизодические, частые, хронические) и величиной суммарного балла

ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ ) (рис. 1). В среднем этот показатель у людей с эпизодическими болями составил 4.18 и оказался даже ниже, чем в контрольной группе, где  $\sqrt{\text{TES}}=4.92$ . У людей, испытывающих частые и хронические боли величина суммарной ошибки ( $\sqrt{\text{TES}}$ ) была заметно выше и составила 5.51 и 5.83 соответственно.

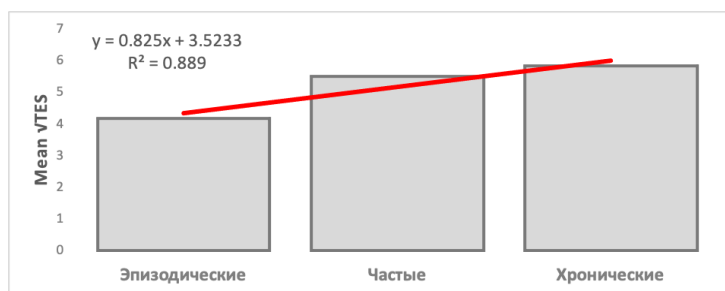


Рис. 1. Корреляция между периодичностью возникновения головной боли (эпизодические, частые, хронические) и величиной суммарного балла ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ )

Еще более значимой оказалась также корреляция между величиной суммарного балла ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ ) и интенсивностью головной боли. У пациентов со слабыми, умеренными и сильными головными болями этот показатель составил 3.89, 4.54 и 6.53 соответственно (рис. 2).

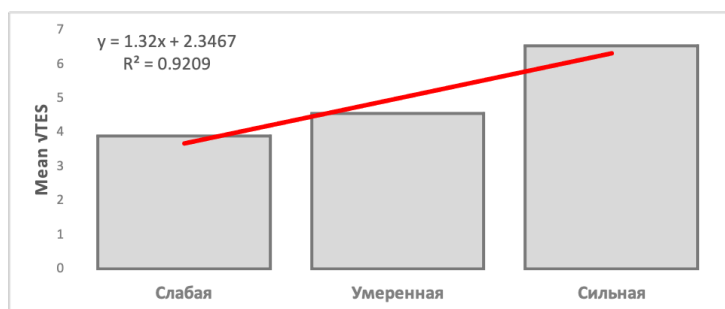


Рис. 2. Корреляция между интенсивностью головной боли (слабая, умеренная, сильная) и величиной суммарного балла ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ )

Кроме того, величина суммарного балла ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ ) коррелировала с локализацией головных болей. У пациентов с локализованными болями этот показатель в среднем был ниже, чем у пациентов, которые испытывали боли без определенной локализации ( $\sqrt{\text{TES}}=4.65$  и  $\sqrt{\text{TES}}=5.56$  соответственно).

Мы не обнаружили статистически значимой корреляции между стажем головных болей и величиной суммарного бала ошибок ( $\sqrt{\text{TES}}$ ) (рис. 3).

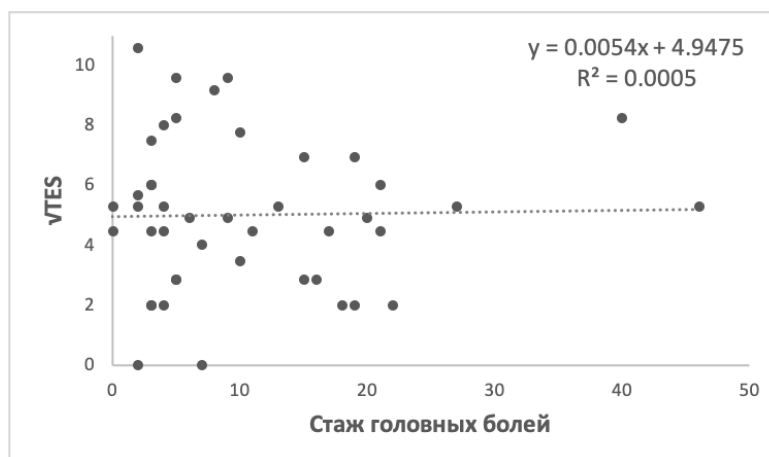
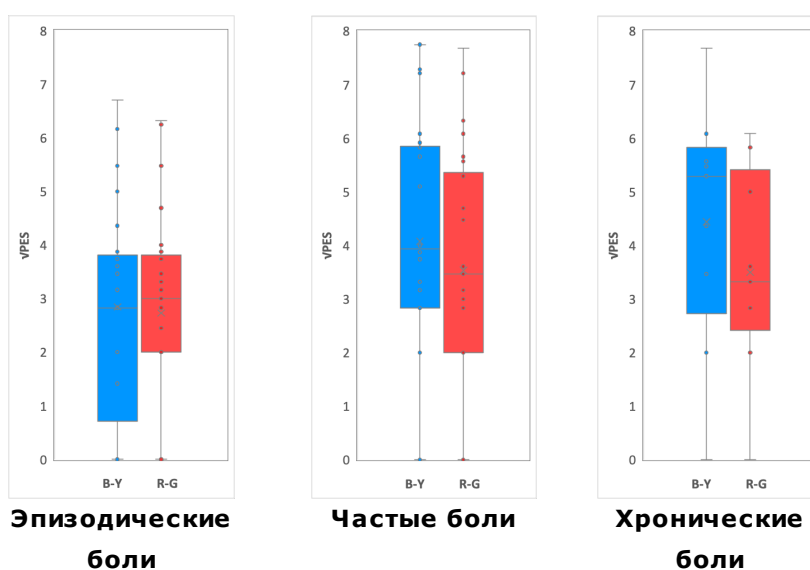


Рис. 3. Функция стажа головной боли и величины суммарного балла ошибок ( $\sqrt{TES}$ )

Статистически незначимой оказалась также корреляция суммарного балла ошибок ( $\sqrt{TES}$ ) с возрастом, полом, характером и качеством головных болей (ноющая, давящая, пульсирующая, острая, распирающая), обычным поведением во время приступа (сонливость, эмоциональное возбуждение, тревога, страх) и наследственностью головных болей.

### Частичные ошибки (PES) вдоль сине-желтой и красно-зеленой осей

У пациентов с частыми (от двух до десяти приступов в месяц) и хроническими (более десяти приступов в месяц) головными болями среди частичных ошибок ( $\sqrt{PES}$ ) преобладали ошибки по сине-желтой (B-Y) оси (рис. 4). У пациентов с частыми болями среднее значение  $\sqrt{PES}$  (B-Y) составило 4.07; среднее значение  $\sqrt{PES}$  (R-G) было равно 3.53. У пациентов с хроническими болями среднее значение  $\sqrt{PES}$  (B-Y) достигало 4.43; среднее значение  $\sqrt{PES}$  (R-G) составило 3.50.

Рис. 4. Частичные ошибки ( $\sqrt{PES}$ ) по сине-желтой (B-Y) и красно-зеленой (R-G) осям у пациентов с различной периодичностью возникновения головных болей

Похожая закономерность обнаружена у участников с умеренными и сильными болями (рис. 5). У обследуемых с умеренными болями среднее значение  $\sqrt{PES}$  (B-Y) составляло 3.27; среднее значение  $\sqrt{PES}$  (R-G) было равно 2.86. У пациентов с сильными болями среднее значение  $\sqrt{PES}$  (B-Y) достигало 4.96; среднее значение  $\sqrt{PES}$  (R-G) составляло 4.07.



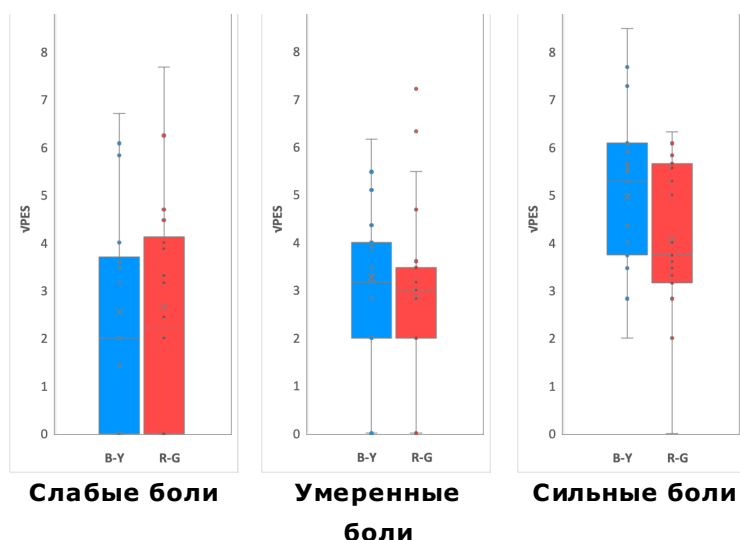


Рис. 5. Частичные ошибки ( $\sqrt{\text{PES}}$ ) по сине-желтой (B-Y) и красно-зеленой (R-G) осям у пациентов с различной интенсивностью головных болей

Аналогичное преобладание ошибок по сине-желтой оси было описано также в исследовании А. Шеперд [18] для людей с мигренью. Однако в этом эксперименте разница с красно-зеленой осью оказалась статистически незначимой, и связи между периодичностью возникновения болей, их интенсивностью и характером зафиксированы не были.

В контрольной группе подобное различие между количеством ошибок по сине-желтой и красно-зеленой осям было статистически незначимым: среднее значение  $\sqrt{\text{PES}}$  (B-Y) составляло 3.49; среднее значение  $\sqrt{\text{PES}}$  (R-G) было равно 3.21.

#### Частичные ошибки (PES) для отдельных тонов

Наиболее заметное увеличение количества ошибок, по сравнению с контрольной группой, мы зафиксировали у пациентов, испытывающих частые и хронические боли для сине-зеленых и синих оттенков (BG-B).

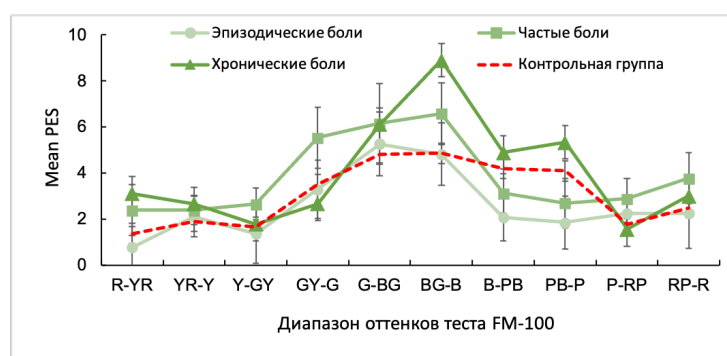


Рис. 6. Средняя величина частичной ошибки (Mean PES) для отдельных тонов у пациентов с различной периодичностью возникновения головных болей (зеленые линии) и в контрольной группе (красная линия)

Количество ошибок для отдельных тонов коррелировало также с интенсивностью головных болей. У пациентов, испытывающих сильные боли, наблюдалось заметное увеличение количества ошибок в диапазоне от зеленого до синего (G-BG и BG-B) (рис. 7).

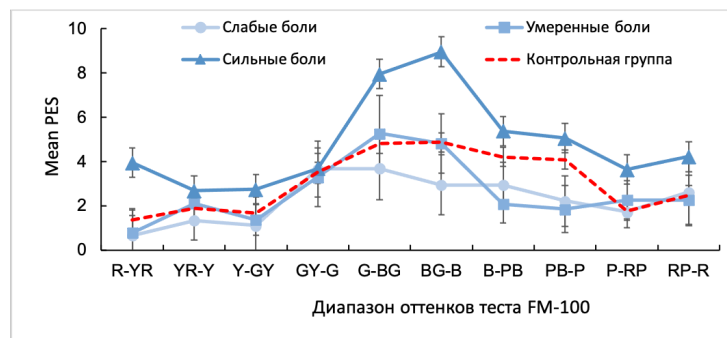


Рис. 7. Средняя величина частичной ошибки (Mean PES) для отдельных тонов у пациентов с различной интенсивностью головных болей (синие линии) и в контрольной группе (красная линия)

Пациенты с нелокализованными головными болями допускали больше ошибок в зеленом, сине-зеленом, синем и фиолетово-красном диапазонах оттенков по сравнению с контрольной группой и с участниками исследования, у которых боль была локализована (рис. 8).

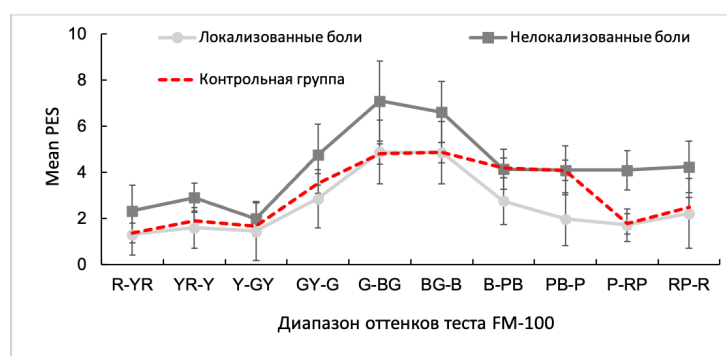


Рис. 8. Средняя величина частичной ошибки (Mean PES) для отдельных тонов у пациентов с различной степенью локализации головной боли (серые линии) и в контрольной группе (красная линия)

## Обсуждение и выводы

Проведенное исследование показало заметную специфику в восприятии сине-зеленых и синих оттенков у пациентов с сильными, хроническими и нелокализованными головными болями.

Наиболее значимые изменения цветовосприятия отмечены для синих оттенков у обследуемых с хроническими болями. Все эти люди испытывают более 10 приступов в месяц и пережили последний приступ за несколько дней до начала исследования. Основываясь на такой периодичности, мы можем предположить, что отмеченное у них нарушение цветоразличения могло быть не следствием перенесенного до начала тестирования приступа, а предиктором нового. Похожее нарушение восприятия синего цвета в премониторной фазе отмечено и в других, проведенных ранее экспериментальных исследованиях мигрени, согласно которым сниженное восприятие синего цвета наблюдалось только у пациентов, переживших приступ в течение 72 часов непосредственно после тестирования [\[17\]](#).

На сегодняшний день нет однозначного ответа на вопрос о причинах нарушений цветового зрения у людей, страдающих головными болями. Цветоразличение представляет собой сложный процесс, включающий сетчаточный, подкорковый и корковый компоненты. На самом нижнем уровне обработки зрительного сигнала свет

поглощается тремя колбочковыми фоторецепторами L-, M- и S-типа, которые реагируют на длинные (или красные), средние (зеленые) и короткие (синие) волны соответственно. В сетчатке сигналы преобразуются в два оппонентных канала  $L \pm M$  (красно-зеленый) и  $S-(L + M)$  (сине-желтый). Оппонентность колбочек сохраняется в ретинофугальных зрительных путях по крайней мере до первичной зрительной коры (V1). Наличие этих двух каналов приводит к появлению двух физиологически важных наборов цветов в любом цветовом пространстве. Эти цвета образуют так называемые «кардинальные» цветовые направления, поскольку в каждом из случаев они стимулируют один и только один колбочково-оппонентный путь, соединяющий сетчатку и кору (см. напр.: [\[13\]](#)).

Для оценки чувствительности колбочковых фоторецепторов сетчатки традиционно используется расчет количества ошибок вдоль сине-желтой и красно-зеленой осей. При восприятии оттенков вдоль сине-желтой оси меняется только сигнал от колбочек S-типа, сигналы от L- и M-колбочек остаются постоянными. Вдоль красно-зеленой оси, наоборот, сигнал от S-колбочек остается неизменным, но меняется соотношение активности L- и M-колбочек. Соответственно, показатель частичной ошибки вдоль сине-желтой оси ( $PES(B-Y)$ ) позволяет оценить чувствительность колбочек S-типа, вдоль красно-зеленой ( $PES(R-G)$ ) – чувствительность L- и M-колбочек.

В нашем исследовании установлено, что различия цветовосприятия между группой с головными болями и контрольной группой, в основном, касаются сине-желтой оси, т.е. ограничены оттенками, селективными для колбочковых фоторецепторов S-типа. В проведенных ранее исследованиях никаких различий для оттенков, селективных для колбочек L- и M-типов также выявлено не было (см. подр.: [\[18\]](#)). У обследованных между приступами пациентов с мигренью наблюдался аналогичный дефицит чувствительности к коротким длинам волн [\[28\]](#).

Выявленные изменения цветовосприятия вряд ли отражают изменения в работе сетчатки или фоторецепторов. Поскольку снижение ограничено исключительно одной группой оттенков, оно, скорее всего, возникает на прекортикальной стадии или на стадиях, предшествующих объединению сигналов от колбочково-оппонентных сигналов (ср.: [\[18\]](#)).

Похожие нарушения восприятия синего цвета характерны для ранних стадий заболеваний с дисфункцией сетчатки, таких как глаукома и диабет, в то время как нарушение восприятия красного цвета, по-видимому, чаще встречается при заболеваниях с поражением фовеальной области (см. подр.: [\[17\]](#)).

С другой стороны, есть некоторые основания предполагать, что обнаруженные нарушения могут быть связаны с работой дофаминергической системы. Исследования показывают, что эта система имеет непосредственное отношение к головным болям и мигрени [\[29\]](#). В частности, приступу мигрени могут предшествовать предвестниковые симптомы, которые, как считается, связаны с дофаминергической дисфункцией. Эти симптомы, которые могут возникать за 3 дня до приступа и раньше, включают изменения настроения, поведения, бдительности, аппетита и активности кишечника (см. подр.: [\[17\]](#)). В свете этих наблюдений снижение восприятия синего цвета, которое мы наблюдали у пациентов с хроническими головными болями незадолго до приступа, может быть выражением предвестниковой фазы приступа, которая характеризуется дофаминергической дисфункцией.

С этой интерпретацией, возможно, согласуются клинические данные о том, что нарушение восприятия синего цвета отмечается также при болезни Паркинсона [\[30; 31\]](#).

При этом высказывается предположение, что у таких пациентов приобретенный дефект восприятия синего цвета может зарождаться на уровне сетчатки, поскольку при болезни Паркинсона дофаминергические нейроны могут дегенерировать как в сетчатке, так и в стволе мозга.

Так как обнаруженные нарушения цветового зрения, по всей видимости, носят временный характер и, скорее всего, типичны для премониторной фазы приступов, результаты настоящего исследования могут внести вклад в дальнейшее изучения предикторов головной боли.

Полученные новые данные об изменениях цветового зрения могут быть полезны для понимания не только патофизиологии головной боли. Поскольку выявленные изменения касаются только одной группы (синих) оттенков, выводы проведенного исследования могут использоваться при разработке альтернативных методов лечения. В частности, для выбора оптимального цвета тонированных линз, которые предлагаются пациентам для облегчения головной боли и снижения частоты приступов [5; 19].

## Библиография

1. Saylor D., Steiner T. J. The global burden of headache // *Seminars in Neurology*. 2018. Vol. 38, No. 2. P. 182–190. <https://doi.org/doi:10.1055/s-0038-1646946>
2. Табеева Г. Р. Головные боли в общеврачебной практике // *Терапевтический архив*. 2022. Т. 946 № 1. P. 114–121. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.01.201325>
3. GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators. Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 // *The Lancet. Neurology*. 2024. Vol. 23, No. 4. P. 344–381. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(24\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(24)00038-3)
4. Friedman D. I., De Ver Dye T. Migraine and the environment. *Headache*. 2009. Vol. 49, No. 6. P. 941–952. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2009.01443.x>
5. Wilkins A., Cooper N. Treatment of cluster headache in a different light: a case study // *touchREVIEWS in Neurology*. 2021. No. 17. P. 110–111. <https://doi.org/10.17925/USN.2021.17.2.110>
6. Bernstein C. A., Nir R. R., Nosedá R., Fulton A. B., Huntington S., Lee A. J., Bertisch S. M., Hovaguimian A., Buettner C., Borsook D., Burstein R. The migraine eye: distinct rod-driven retinal pathways' response to dim light challenges the visual cortex hyperexcitability theory // *Pain*. 2019. No. 160(3). P. 569–578. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001434>
7. Hadjikhani N., Vincent M. Visual perception in migraine: a narrative review // *Vision*. 2021. No. 5(2). P. 20. <https://doi.org/10.3390/vision5020020>
8. Hine T. J., White Y. B. Z. Pattern-induced visual discomfort and anxiety in migraineurs: their relationship and the effect of colour // *Vision*. 2022. No. 6(1). P. 1. <https://doi.org/10.3390/vision6010001>
9. Griber Y. A., Selivanov V. V., Weber R. Color in the educational environment for older people: recent research review // *Перспективы науки и образования*. 2020. № 47(5). P. 368–383. <https://doi.org/10.32744/pse.2020.5.26>
10. Грибер Ю. А. Цвет, удобный для жизни // *Проект Байкал*. 2021. № 18(67). С. 82–87. <https://doi.org/10.51461/projectbaikal.67.1759>
11. Грибер Ю. А. Цвет изнутри: новый вектор исследования городской колористики // *Проект Байкал*. 2022. № 19(71). P. 144–149. <https://doi.org/10.51461/projectbaikal.71.1956>
12. Penacchio O., Haigh S. M., Ross X., Ferguson R., Wilkins A. J. Visual discomfort and variations in chromaticity in art and nature. *Frontiers in Neuroscience*. 2021. Vol. 15. P.

711064. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.711064>

13. Shepherd A. J., Hine T. J., Beaumont H. M. Color and spatial frequency are related to visual pattern sensitivity in migraine // *Headache*. 2013. No. 53(7). P. 1087–1103. <https://doi.org/10.1111/head.12062>

14. Shepherd A. J. Tracking the migraine cycle using visual tasks // *Vision*. 2020. No. 4(2). P. 23. <https://doi.org/10.3390/vision4020023>

15. Westland S., Maggio M. *Universal Principles of Color: 100 Key Concepts for Understanding, Analyzing, and Working with Color*. Beverly: Rockport Publishers, 2023. 216 p.

16. Грибер Ю. А. Экологическая мотивация цвета в городской колористике // *Проект Байкал*. 2023. № 20(78). С. 60–65. <https://doi.org/10.51461/issn.2309-3072/78.2235>

17. de Marinis M., Rinalduzzi S., Accornero N. Impairment in color perception in migraine with and without aura // *Headache: The Journal of Head and Face Pain*. 2007. Vol. 47, No. 6. P. 895–904. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2007.00774.x>

18. Shepherd A. J. Colour vision in migraine: selective deficits for S-cone discriminations // *Cephalalgia*. 2005. No. 25(6). P. 412–423. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2004.00831.x>

19. Wilkins A. J., Evans B. J., Plant G. T. Potential uses for precision tinted lenses in a neurology clinic // *touchREVIEWS in Neurology*. 2022. No. 18(2). P. 93–102. <https://doi.org/10.17925/USN.2022.18.2.93>

20. Таппахов А. А., Попова Т. Е., Стеблевская А. Е., Николаева Т. Я., Говорова Т. Г. Первичные головные боли в клинической практике: современные представления и новые возможности // *Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Vestnik of North-Eastern Federal University. Серия «Медицинские науки. Medical Sciences»*. 2019. № 2(15). С. 63–74. [https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2\(15\).31314](https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2(15).31314)

21. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). *The International Classification of Headache Disorders*. 3rd ed. // *Cephalalgia: An International Journal of Headache*. 2018. No. 38(1). P. 1–211. <https://doi.org/10.1177/0333102417738202>

22. Verriest G., Van Laethem J., Uvijls A. A new assessment of the normal ranges of the Farnsworth-Munsell 100-Hue test scores // *American Journal of Ophthalmology*. 1982. No. 93(5). P. 635–642. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)77380-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)77380-5)

23. Roy M. S., Podgor M. J., Collier B., Gunkel, R. D. Color vision and age in a normal North American population // *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 1991. Vol. 229. P. 139–144. <https://doi.org/10.1007/BF00170545>

24. Kinnear P. R., Sahraie A. New Farnsworth-Munsell 100 hue test norms of normal observers for each year of age 5–22 and for age decades 30–70 // *British Journal of Ophthalmology*. 2002. No. 86(12). P. 1408–1411. <https://doi.org/10.1136/bjo.86.12.1408>

25. Farnsworth D. The Farnsworth-Munsell 100-hue and dichotomous tests for color vision // *Journal of the Optical Society of America*. 1943. No. 33(10). P. 568–578.

26. Farnsworth D. *The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the Examination of Color Discrimination: Manual*. Boston: Munsell Color Company, 1957.

27. Griber Y.A., Paramei G.V. Colour discrimination in post-COVID-19 observers assessed by the Farnsworth-Munsell 100-Hue test // *Российский психологический журнал*. 2024. № 21(1).

28. McKendrick A. M., Cioffi G. A., Johnson C. A. Short-wavelength sensitivity deficits in patients with migraine // *Archives of Ophthalmology*. 2002. No. 120(2). P. 154–161. <https://doi.org/10.1001/archopht.120.2.154>

29. DaSilva A. F., Nascimento T. D., Jassar H., Heffernan J., Toback R. L., Lucas S., DosSantos M. F., Bellile E. L., Boonstra P. S., Taylor J. M. G., Casey K. L., Koeppel R. A.,

Smith Y. R., Zubieta J. K. Dopamine D2/D3 imbalance during migraine attack and allodynia in vivo // Neurology. 2017. No. 88(17). P. 1634–1641.

<https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000003861>

30. Brandt A. U., Zimmermann H. G., Oberwahrenbrock T., Isensee J., Müller T., Paul F. Self-perception and determinants of color vision in Parkinson's disease // Journal of Neural Transmission. 2018. No. 125(2). P. 145–152. <https://doi.org/10.1007/s00702-017-1812-x>

31. Tran K. K. N., Lee P. Y., Finkelstein D. I., McKendrick A. M., Nguyen B. N., Bui B. V., Nguyen C. T. O. Altered outer retinal structure, electrophysiology and visual perception in Parkinson's disease // Journal of Parkinson's Disease. 2024. No. 14(1). P. 167–180.

<https://doi.org/10.3233/JPD-230293>

## Результаты процедуры рецензирования статьи

*В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.*

*Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).*

На рецензирование представлена работа «Цветовое зрение у людей с головными болями». Исследование представляет собой краткий обзор исследований и анализ результатов эмпирического исследования.

Предмет исследования. Работа нацелена на получение новых данных о возможных изменениях цветового зрения у людей с первичными головными болями. Автором проведено эмпирическое исследование, а также высказана экспериментальная гипотеза. Проведенная работа позволила проверить предположение о том, что у людей, испытывающих повторяющиеся первичные головные боли разной природы, меняется восприятие хроматических параметров окружающей среды и цветовая чувствительность. Различия могут коррелировать со стажем головных болей, периодичностью их возникновения, характером и качеством испытываемых болей, их интенсивностью и локализацией. Исследование позволило подтвердить выдвинутую гипотезу.

Методологией исследования. Автором проанализировано ряд работ, которые рассматривают затронутую автором проблему: изучения связи различных аспектов головной боли с отдельными компонентами визуальной системы, рассмотрения параметров зрительного дискомфорта («зрительный стресс», «чувствительность»), изучения специфики восприятия хроматических параметров окружающей среды и цветовой чувствительности и т.д.

Актуальность исследования. Затронутая в статье проблема является актуальной. На протяжении нескольких последних десятилетий клинические специалисты и научные исследователи с особым интересом изучают связь различных аспектов головной боли с отдельными компонентами визуальной системы. Несмотря на наличие эмпирических исследований, их количество является недостаточным. Обзор опубликованных к настоящему времени работ убеждает в том, что анализ цветовой чувствительности у людей с головными болями, в подавляющем большинстве случаев, ограничен пациентами с мигренью. Комплексных исследований цветовосприятия у людей с другими типами головных болей не проводилось. Описано лишь несколько отдельных случаев специфической цветовой чувствительности у людей с кластерными головными болями. Поэтому проведенное исследование является актуальным.

Научная новизна исследования заключается в том, что автором показана заметная специфика в восприятии сине-зеленых и синих оттенков у пациентов с сильными, хроническими и нелокализованными головными болями:

- наиболее значимые изменения цветовосприятия отмечены для синих оттенков у обследуемых с хроническими болями;

- различия цветовосприятия между группой с головными болями и контрольной группой, в основном, касаются сине-желтой оси.

Автор отмечает, что обнаруженные нарушения могут быть связаны с работой дофаминергической системы.

Стиль, структура, содержание. Стиль изложения соответствует публикациям такого уровня. Язык работы научный. Структура работы четко прослеживается, автором выделены основные смысловые части. Логика в работе прослеживается. Объем статьи отвечает требованиям, предъявляемым к работам такого уровня.

Статья начинается с введения, в котором определяется актуальность и проблема исследования. Автором отмечается, что значительная часть населения России страдает от повторяющихся болей. Данное заболевание нервной системы затрагивает людей всех рас, уровней дохода и географических регионов. Вводный раздел включает также теоретический раздел, в котором представлен анализ источников. Проведенная работа позволила дать характеристику следующих феноменов: наличие схожих визуальных триггеров, значимое влияние отдельных визуальных качеств окружающей среды (характеристик естественного и искусственного освещения, мерцающий свет, определенные зрительные образы, специфическая структура внутреннего пространства помещений и рабочих мест) и др. Проведенный теоретический анализ позволил автору отметить наличие связи между зрительным дискомфортом и цветовой чувствительностью, то есть способностью воспринимать как различные цветовые оттенки с разным спектральным составом излучения. В то же время, эмпирическую поддержку получает теория эффективного кодирования, сущность которой заключается в том, что зрительный стресс вызывают оттенки, существенно отличающиеся от привычных – тех, что обычно встречаются в окружающей человека естественной среде. Установлено также то, что тонированные линзы влияют на ощущение визуального дискомфорта и частоту возникновения головных болей. Автором была описана проблема, а также цель и гипотеза.

Второй раздел посвящен описанию материалов и методов, а также результатов эмпирического исследования. В исследовании приняли участие 65 человек в возрасте от 17 до 66 лет, которые в течение последнего времени испытывали разные по интенсивности, характеру и качеству головные боли разной периодичности и с разным стажем. Респонденты заполняли развернутую анкету, включавшую расширенный блок вопросов о различных аспектах головных болей. Сбор данных осуществлялся с использованием стандартного клинического теста цветового зрения Фарнsworth-Манселла на 100 оттенков. Полученные результаты анализировались с помощью специализированных компьютерных программ: подсчитывалась общая ошибка, вычислялись частичные ошибки вдоль сине-желтой и красно-зеленой осей, рассчитывались также частичные ошибки для отдельных тонов. Данные позволили выявить:

- среднее значение и стандартное отклонение квадратного корня из общего количества ошибок для здоровых нормальных трихроматов;
- корреляцию между периодичностью возникновения головной боли (эпизодические, частые, хронические) и величиной суммарного балла ошибок;
- корреляцию между интенсивностью головной боли (слабая, умеренная, сильная) и величиной суммарного балла ошибок;
- величина суммарного балла ошибок коррелировала с локализацией головных болей;
- отсутствие статистически значимой корреляции между стажем головных болей и величиной суммарного бала ошибок;
- незначимую корреляцию суммарного балла ошибок с возрастом, полом, характером и качеством головных болей (ноющая, давящая, пульсирующая, острая, распирающая),

обычным поведением во время приступа (сонливость, эмоциональное возбуждение, тревога, страх) и наследственностью головных болей.

Автором были выделены:

- частичные ошибки по сине-желтой и красно-зеленой осям у пациентов с различной периодичностью возникновения головных болей;
- частичные ошибки по сине-желтой (B-Y) и красно-зеленой (R-G) осям у пациентов с различной интенсивностью головных болей;
- средняя величина частичной ошибки для отдельных тонов у пациентов с различной периодичностью возникновения головных болей;
- средняя величина частичной ошибки для отдельных тонов у пациентов с различной периодичностью интенсивностью головных болей;
- средняя величина частичной ошибки для отдельных тонов у пациентов с различной степенью локализации головной боли.

В заключении автор сделал заключение, что Полученные новые данные об изменениях цветового зрения могут быть полезны для понимания не только патофизиологии головной боли. Данные результаты могут использоваться при разработке альтернативных методов лечения. Например, для выбора оптимального цвета тонированных линз, которые предлагаются пациентам для облегчения головной боли и снижения частоты приступов.

Библиография. Библиография статьи включает в себя 31 отечественный и зарубежный источник, незначительная часть которых издана за последние три года. В списке представлены, в основном, статьи и тезисы. Помимо этого, имеются также монографии и интернет-источники. Источники оформлены, в основном, некорректно и неоднородно.

Апелляция к оппонентам.

Рекомендации:

- 1) разработать рекомендации по результатам проведенного исследования;
- 2) в работе имеются синтаксические, стилистические и смысловые неточности (например, «...составляет всего 14 % всех случаев»);
- 3) оформить список литературы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Выводы. Проблематика статьи отличается несомненной актуальностью, теоретической и практической ценностью; будет интересна специалистам, которые занимаются проблемами коррекции головных болей. Статья может быть рекомендована к опубликованию. Учет выделенных рекомендаций и внесение соответствующих изменений позволить представить в редакцию научно-исследовательскую статью, отличающуюся научной новизной и значимостью.

## **Результаты процедуры повторного рецензирования статьи**

*В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.*

*Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).*

Рецензируемая статья посвящена актуальной проблеме – выявление триггеров, провоцирующих заболевания нервной системы. Авторы уделяют внимание исследованию факторов окружающей среды, их связи с различными аспектами головной боли. Авторы подчеркивают отличие чувствительности к внешнему стрессу у людей страдающими головными болями и людьми из соответствующей контрольной возрастной группы, анализируют влияние различных цветов как триггеров головной боли, рассматривают провоцирующие бытовые факторы. Новизна работы заключается в исследовании факторов не только для пациентов с мигренью, но и пациентов с первичными головными болями.



Структура статьи отвечает требованиям к публикации. Авторы подробно описывают экспериментальную часть, приводят расчеты и анализ количественных оценок результатов. Используемая выборка достаточна, описание экспериментальной части выполнения теста FM-100 позволяет воспроизвести результаты исследования. Достоинством работы является анализ корреляции количественных оценок с интенсивностью и локализацией болей, одновременно показано отсутствие зависимости суммарного балла ошибок от стажа болей. Интересен результат зависимости частичных ошибок по различным цветовым наборам от периодичности болей, а также график зависимости ошибок для разных оттенков для пациентов с разной частотой возникновения боли. Отмечается наибольшая чувствительность к волнам с короткой длиной волны, даны рекомендации по возможному снижению последствий болевых приступов.

Стиль изложения соответствует требованиям. Имеются иллюстрации, качество достаточное.

Библиография содержит 31 источник, преимущественно зарубежные публикации в рецензируемых журналах. Ссылки по тексту имеются.

Замечания.

Материалы и методы. В каждой из рассматриваемых выборок количество женщин существенно превышает количество мужчин. Необходимо пояснить, оказывает ли такое соотношение значимое влияние на результат.

Процедура оценки описана подробно, но возможно следует добавить иллюстрацию (фото или схема), наглядно показывающую средства для проведения теста FM-100.

Не видна формула для расчета общей ошибки TES.

Не ясно как выбирались диапазоны для отдельных тонов (предустановленные значения, по количеству фишек, иной критерий), т.к. для некоторых диапазонов фишки располагаются в разных пеналах, а из описания средств тестирования известно, что первая и последняя в каждом пенале закреплены, следовательно, ошибка их расположения, исключается. Тогда для диапазона, например, 36-45 из 10 фишек для двух (42 и 43) положение фиксировано. А в диапазоне 18-26 зафиксированы 2 фишки из 9.

Каким образом рассчитанная общая ошибка сравнивалась с известными данными (в табл. 1 приведены значения нормы для трех исследований, но для некоторых групп диапазоны значений отличаются)? Необходимо отметить в тексте.

В описании не отмечен критерий разделения пациентов на группы (эпизодические, частые, хронические боли), хотя при расчете частичных ошибок упоминается периодичность болей для этих групп. Желательно указать это выше рис.1.

Рис. 4 для сравнения анализируемых осей относительно остальных, рекомендуется добавить результаты. Замечание носит рекомендательный характер.

Рис. 6 – чем объясняется снижение ошибок для диапазонов В-РВ, РВ-Р у пациентов с эпизодическими и частыми болями относительно контрольной группы?

В библиографии необходимо проверить правильность написания выходных данных.

Статья будет интересна широкому кругу читателей.

Статья соответствует профилю Журнала и может быть опубликована после внесения правок, повторное рецензирование не требуется.