

12. Matsumoto Y., Yoshihara T., Yamasaki Y. Maternal deprivation in the early versus late postnatal period differentially affects growth and stress-induced corticosterone responses in adolescent rats // *Brain Res.* – 2006. – № 1115 (1). – P. 155-161.

13. McCarty R., Blizard D., Chevalier R. Development of the hypertensive phenotype: role of the maternal

environment // *Handbook of hypertension.* – Amsterdam, 1999. – P. 413-428.

14. Ryzhavskii B.Ya., Lebed'ko O.A., Belolyubskaya D.S., Baranova S.N. Long-term consequences of prenatal exposure to lead on brain development in rats. *Neurosci. Behav. Physiol.* – 2008. – Vol. 38, № 2. – P. 145-149.

Literature

1. Isengulova A.A., Zarayskaya I.U., Miroshnichenko I.V. Features of dynamics of dental development and formation of behavioral acts in young Vistar rats after their periodic prolonged withdrawal from the nest at the time of milk-feeding // *Journal of higher nervous activity.* – 2009. – Vol. 59, № 5. – P. 610-615.

2. Kotenkova E.V., Fedosov E.V., Ushakova N.A. Mechanisms of maternal influence on growth and development of prepubertal rabbits // *Advances of modern biology.* – 2009. – Vol. 129, № 1. – P. 104-110.

3. Netebenko O.K. Effects of nutrition on brain development // *Pediatrics.* – 2007. – Vol. 87, № 3. – P. 96-103.

4. Ryzhavskii B.Ya. Development of brain in earlier stages of ontogenesis: consequences of some exposures // *The Soros educational journal.* – 2000. – Vol. 6, № 1. – P. 37-43.

5. Ryzhavskii B.Ya. Brain development. Long-term consequences of uncomfortable conditions. 3-rd updated edition. – Khabarovsk, 2009.

6. Ryzhavskii B.Ya. Unidirectional changes in morphometric and histochemical features of various neurons in the process of ontogenetic development of brain and in case of changes in its functional state (theoretical aspects) // *Far Eastern Medical Journal.* – 2013, № 4. – P. 60-64.

7. Ryzhavskii B.Ya., Litvintseva E.M. Effects of young rats staying in «foreign» litter on some aspects of their brain development // *Far Eastern Medical Journal.* – 2009. – № 2. – P. 101-104.

8. Ryzhavskii B.Ya., Baranova S.N., Belolyubskaya D.S. Unique features of correlative relationships of morphological characteristics of rat's brain notable for signs of higher nervous activity // *Far Eastern Medical Journal.* – 2008. – № 2. – P. 109-112.

9. Sperry W. Perspectives of mental revolution and emergence of new scientific paradigm // *Brain and mind. science.* – 1994.

10. Haken H. Principles of brain functioning. – M., 2001. – P. 351.

11. Cockerill S., Uthaya S., Dore C.J., et al. Accelerated postnatal head growth follows preterm birth // *Arch. Dis. Child. Fetal. Neonatal. Ed.* – 2006. – Vol. 91, № 3. – P. 184-187.

12. Matsumoto Y., Yoshihara T., Yamasaki Y. Maternal deprivation in the early versus late postnatal period differentially affects growth and stress-induced corticosterone responses in adolescent rats // *Brain Res.* – 2006. – № 1115 (1). – P. 155-161.

13. McCarty R., Blizard D., Chevalier R. Development of the hypertensive phenotype: role of the maternal environment // *Handbook of hypertension.* – Amsterdam, 1999. – P. 413-428.

14. Ryzhavskii B.Ya., Lebed'ko O.A., Belolyubskaya D.S., Baranova S.N. Long-term consequences of prenatal exposure to lead on brain development in rats // *Neurosci. Behav. Physiol.* – 2008. – Vol. 38, № 2. – P. 145-149.

Координаты для связи с авторами: Рыжавский Борис Яковлевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@fesmu.ru; Литвинцева Екатерина Марковна – канд. биол. наук, доцент кафедры химии ДВГМУ.



УДК 612.821.8:612.843.3:378.172:(621.397+004).0025

Е. Н. Сазонова, Л. П. Владимирова, О. В. Демидова, Н. С. Емельяненко, С. Ф. Калинина, Л. И. Плечева

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ СЕНСОРНУЮ СИСТЕМУ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Дальневосточный государственный медицинский университет,
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск

Резюме

Развитие утомления зрительной сенсорной системы в значительной степени зависит от качества анализируемого изображения. На состояние органа зрения влияет четкость, яркость изображения, его пульсация. В работе проведен сравнительный анализ влияния на зрительную сенсорную систему учащихся вуза изображения видео-

проекторов с технологией изображения 3LCD и DLP. Выявлено, что шестидесятиминутная зрительная нагрузка с использованием видеопроектора технологии DLP индуцирует выраженное утомление зрительной сенсорной системы испытуемых: наблюдаются отчетливые признаки астенопии, сужение полей хроматического зрения, достоверное снижение остроты зрения. Аналогичная зрительная нагрузка с использованием видеопроектора технологии 3LCD не вызывает достоверных изменений исследуемых параметров состояния зрительной сенсорной системы.

Ключевые слова: зрительная сенсорная система, астенопия, технология видеоизображения 3LCD, технология видеоизображения DLP.

E. N. Sazonova, L. P. Vladimirova, O. V. Demidova, N. S. Emelyanenko, S. F. Kalinina, L. I. Plecheva

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE VISUAL STRAIN FROM DIFFERENT VIDEO PROJECTION TECHNOLOGIES ON VISUAL SENSORY SYSTEM IN STUDENTS

Far Eastern State Medical University, Khabarovsk

Summary

Development of visual fatigue is largely dependent on the quality of the analyzed image. The vision is influenced by clearness, brightness, pulsation of the image. The comparative analysis of the influence of video projectors image with 3LCD and DLP technology on the student's visual sensory system was performed. The sixty minutes visual strain with video projector DLP technology induced visual fatigue. Asthenopia signs, chromatic vision fields reduction, visual acuity decreasing were registered. The sixty minutes visual strain with video projector 3LCD technology does not cause significant changes in the studied visual parameters.

Key words: visual sensory system, asthenopia, video technology 3LCD, DLP.

Образовательный процесс в высшей школе сопровождается значительной нагрузкой на зрительную сенсорную систему студентов. В Российской Федерации у студентов вузов миопия слабой и средней степени составляет, по разным данным, от 30% до 68% [1].

В ранее проведенных исследованиях нами было показано, что шестидесятиминутная обучающая презентация, проецируемая на экран видеопроектором, вызывает утомление зрительной сенсорной системы учащихся [3]. Наиболее важными факторами, влияющими на состояние зрительной сенсорной системы, являются нечеткость и нестабильность изображения, его пульсация, недостаточная яркость символов, контрастность между ним и фоном [2]. В связи с этим, особое внимание следует уделять качеству видеоизображения, с которым студент работает на аудиторных занятиях. В настоящее время, используемые в обучении видеопроекторы базируются на двух основных технологиях формирования изображения: трехматричной технологии 3LCD и одноматричной технологии DLP. При DLP-технологии проектор отображает по очереди три цветовых компонента изображения (красный, зеленый, синий), чередуя их с высокой скоростью. При этом вследствие свойства инерционности зрительной сенсорной системы пульсирующее изображение воспринимается как одно цветное. При 3LCD-технологии все три компонента цвета проецируются на экран не по очереди, а вместе, что дает возможным правильный баланс цветов без потери яркости [5].

Целью проводимого исследования является сравнительный анализ влияния на зрительную сенсорную систему учащихся вуза изображения видеопроекторов с технологией изображения 3LCD и DLP.

Материалы и методы

В исследовании участвовали волонтеры – девушки 18-25 лет студентки 2-го курса ДВГМУ. Все испытуемые подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. К исследованию допускались лица, не имеющие выраженной патоло-

гии зрения и признаков острых заболеваний. Испытуемые в течение 60 минут изучали обучающие презентации по курсу нормальной физиологии, содержащие как иллюстративный, так и таблично-текстовый материал. Изображение проецировалось на экран с помощью двух видеопроекторов с разной технологией формирования изображения: студенты 1-й группы исследования (группа DLP) работали с видеопроектором BENQ MX514, студенты 2-й группы исследования (группа 3LCD) работали с видеопроектором EPSON EB-X11H. Исследование параметров зрительной сенсорной системы осуществляли до зрительной нагрузки и после нее.

Исследовали следующие физиологические параметры: остроту зрения – с помощью специальных таблиц для определения остроты зрения вблизи; критическую частоту слияния мельканий (КЧСМ) – с помощью специализированного свето-тестового прибора («Офтальмологические приборы», г. Москва); поля зрения для ахроматического (красного и зеленого) зрения – с помощью периметра Форстера ПНР-03 («Офтальмологические приборы», г. Москва). Кроме того, оценивали субъективное мнение испытуемых по разработанной анкете состояния зрительной сенсорной системы [3].

Всего в исследовании участвовали 80 испытуемых. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с помощью программы «Statistica 5.0». Сравнение показателей до исследования и после нагрузки осуществляли по t-критерию Стьюдента для связанных выборок. Отличие экспериментальных групп считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты анкетирования испытуемых до начала исследования выявили отсутствие отличий между группами сравнения по анкете состояния зрительной сенсорной системы: $18,60 \pm 0,56$ баллов у группы «3LCD» и $18,33 \pm 0,40$ баллов у группы «DLP». Таким образом, стохастически набранные группы были сопоставимы.

Зрительно-интеллектуальная работа в течение 1 часа вызвала выраженное утомление испытуемых. Практически все испытуемые после исследования указывали на появление ощущения усталости, сонливости. Кроме того, наблюдались признаки зрительного утомления – астенопии. Многие испытуемые жаловались на появление утомления глаз, слезотечение, жжения в глазах. Признаки астенопии были выявлены в обеих группах сравнения. Количество баллов по анкете состояния зрительной сенсорной системы составляло в группе «3LCD» до зрительной нагрузки – $18,60 \pm 0,56$ баллов, после нагрузки – $14,25 \pm 0,81$ баллов. Изменение было статистически достоверно: при сопоставлении групп по t-критерию Стьюдента – $p=0,00008$. Снижение показателя составило 23,4%.

В группе «DLP» до зрительной нагрузки показатель составил $18,33 \pm 0,40$ баллов, после нагрузки – $12,38 \pm 0,74$ баллов, изменение также было достоверно ($p=0,0000001$). Уменьшение параметра составило 32,5%. Следует отметить, что при сопоставлении результатов анкетирования групп «3LCD» и «DLP» после зрительной нагрузки показатели группы «DLP» были на 14,2% хуже показателей группы «3LCD».

При анализе полей хроматического зрения (красного и зеленого цветов) было выявлено отсутствие изменений после нагрузки у испытуемых группы «3LCD» по сравнению с исходными показателями (рис. 1, 2).



Рис. 1. Поля зрения для красного цвета у испытуемых после зрительной нагрузки с использованием видеопроектора технологии 3LCD



Рис. 2. Поля зрения для зеленого цвета у испытуемых после зрительной нагрузки с использованием видеопроектора технологии 3LCD

У испытуемых, подвергнутых зрительной нагрузке с использованием видеопроектора DLP-технологии, при исследовании полей зрения для красного цвета была выявлена тенденция ($0,05 < p < 0,1$) к уменьшению верхне-внутреннего поля (рис. 3).

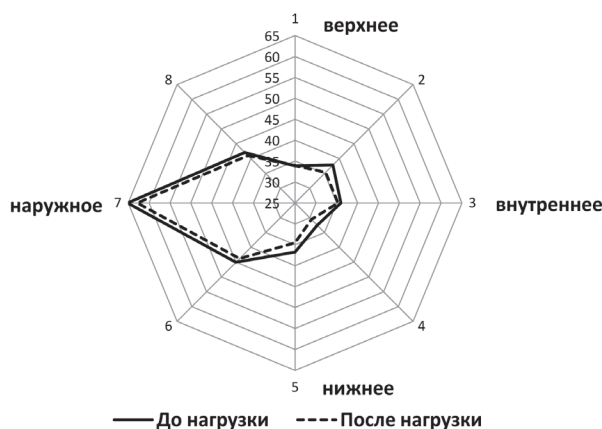


Рис. 3. Поля зрения для красного цвета у испытуемых после зрительной нагрузки с использованием видеопроектора технологии DLP

При анализе полей зрения для зеленого цвета у испытуемых данной группы зарегистрировано существенное сужение полей зрения: уменьшение показателя было статистически достоверно по нижнему и наружному полям зрения; параметры имели тенденцию к снижению по верхне-внутреннему и нижне-внутреннему полям (рис. 4).



Рис. 4. Поля зрения для зеленого цвета у испытуемых после зрительной нагрузки с использованием видеопроектора технологии DLP

Примечание. * – отличие статистически достоверно по отношению к показателю до нагрузки ($p < 0,05$).

Наиболее важным показателем состояния зрительной сенсорной системы является острота зрения [4]. У испытуемых группы «3LCD» зрительная нагрузка не вызвала изменений показателя остроты зрения (до нагрузки – $0,782 \pm 0,017$; после нагрузки – $0,778 \pm 0,017$). В группе «DLP» мы зарегистрировали достоверное снижение показателя после зрительной нагрузки (до нагрузки – $0,811 \pm 0,011$; после нагрузки – $0,786 \pm 0,015^*$, $p=0,003$ при анализе по t-критерию Стьюдента для связанных выборок).

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют говорить о более благоприятном влиянии на зрительную сенсорную систему изображения, полученного по технологии «3LCD», по сравнению с «DLP». Вероятно, это связано с цветовой пульсацией изображения, полученного по технологии «DLP». Пространственно-временная нестабильность обуславливает «нефизиологичность» изображения, негативно влияет на состояние зрительной сенсорной системы, в частности, ухудшает эффективность аккомодации [6]. По данным литературы, нестабильность изображения, кроме ухудшения состояния зрительной сенсорной системы, способна вызывать ряд системных вегетативных дисфункций. Так показано, что даже при подпороговом (субъективно не регистрируемом) уровне дрожания изображения выявляется эффект изменения частоты сердечных сокращений [2]. Все это предполагает суще-

ственное негативное влияние нестабильного изображения на состояние организма человека.

Выводы

1. Зрительная нагрузка в течение шестидесяти минут, в виде презентации на экране видеопроектора одноматричной технологии DLP, вызывала достоверные изменения состояния зрительной сенсорной системы испытуемых: были зарегистрированы субъективные признаки астенопии в сочетании со снижением остроты зрения и уменьшением полей хроматического зрения после нагрузки.

2. Зрительная нагрузка в течение шестидесяти минут в виде презентации на экране видеопроектора трехматричной технологии 3LCD не вызывала изменений остроты зрения и полей хроматического зрения испытуемых.

Литература

1. Догадова Л.П. Состояние органа зрения и диспансерное наблюдение студентов медицинского института // Физиология и патология механизмов адаптации органа зрения. Т. 1. – Владивосток, 1983. – С. 52-54.
2. Ключарев В.А., Никитина И.С., Лысков Е.Б. и соавт. Влияние слабых электромагнитных полей на стабильность изображения компьютерного монитора: возможные последствия для оператора // Физиология человека. – 2000. – № 3. – С. 54-59.
3. Сазонова Е.Н., Владимирова Л.П., Демидова О.В. и соавт. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2014. – № 1.

4. Смирнов В.М., Будилина С.М. Физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности. – М., Академия. – 2003. – 304 с.
5. Технологии проекторов: LCD (3LCD), DLP, LCoS // Режим доступа: <http://myprojector.ru/blog/9.html>.
6. Gur S., Ron S., Heicklen-Klein A. Objective evaluation of visual fatigue in VDU workers // Occup. Med. – 1994. – Vol. 44. – P. 201.

Literature

1. Dogadova L.P. Eye status and follow-up monitoring of medical university students // Physiology and pathology of eye adaptation mechanisms. – Vladivostok, 1983. – Vol. 1. – P. 52-54.
2. Klucharev V.A., Nikitina I.S., Lyskov E.B., et al. Effects of weak electromagnetic fields on the stability of computer screen images: possible consequences for the operator // Human physiology. – 2000. – № 3. – P. 54-59.
3. Sazonova E.N., Vladimirova L.P., Demidova O.V., et al. // Far Eastern Medical Journal. — 2014. – № 1.

4. Smirnov V.M., Budylyna S.M. Physiology of sensory systems and higher nervous activity. – M., Academy. – 2003. – P. 304.
5. Technologies behind LCD (3LCD), DLP and LCoS projectors // Mode of access: <http://myprojector.ru/blog/9.html>.
6. Gur S., Ron S., Heicklen-Klein A. Objective evaluation of visual fatigue in VDU workers // Occup. Med. – 1994. – Vol. 44. – P. 201.

Координаты для связи с авторами: Сазонова Елена Николаевна – д-р мед. наук, заведующая кафедрой нормальной физиологии ДВГМУ, тел. +7-924-206-34-63, e-mail: sazen@mail.ru; Владимирова Любовь Петровна – канд. мед. наук, доцент кафедры нормальной физиологии ДВГМУ; Демидова Ольга Викторовна – канд. биол. наук, доцент кафедры нормальной физиологии ДВГМУ; Емельяненко Надежда Сергеевна – канд. биол. наук, доцент кафедры нормальной физиологии ДВГМУ; Калинина Светлана Феликсовна – преподаватель кафедры нормальной физиологии ДВГМУ; Плечева Людмила Ивановна – старший преподаватель кафедры нормальной физиологии ДВГМУ.

