

ВЛИЯНИЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

С.А. Обрубов, С.В. Маркелова ✉

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Рост пораженности детского населения болезнями глаза на фоне увеличения зрительной нагрузки, обусловленной, в том числе использованием электронных устройств (ЭУ), определяет поиск эффективных мер профилактики, направленных на сохранение здоровья молодежи. Цель исследования — изучение влияния жизнедеятельности в условиях цифровой среды на состояние органа зрения школьников и студентов. Исследование выполнено в период 2017–2020 гг. на базе Долгопрудненской гимназии и РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Проведен офтальмологический осмотр 805 школьников и студентов. Регистрацию аккомодационного ответа проводили с помощью автоматического аккомодографа Speedy-KverMF-1 (Япония). Для изучения режима использования ЭУ обучающимися применен стандартизованный опросник, адаптированный авторами для целей исследования. Критерии включения: школьник, студент, наличие офтальмологического осмотра и подписанного информированного согласия, корректно заполненный опросник. Статистическая обработка проведена посредством Statistica 13.0. Все учащиеся имеют ЭУ. Используют ЭУ не каждый день только 9,9% младших школьников, 2,7% учащихся средней школы, 1,9% старшеклассников, 0,9% студентов. Выявлены значимые отрицательные показатели коэффициентов корреляции между остротой зрения обучающихся и дневным суммарным временем использования ЭУ в течение дня, продолжительностью их непрерывного использования ($p \leq 0,05$). У обучающихся с начальной близорукостью слабость аккомодации отмечалась в 88,76% случаев, реже (11,24%) выявлялся аккомодационный ответ, приближающийся к нормальным показателям. Увеличение дневного суммарного времени использования ЭУ первоклассниками 2 часа и более вызывает увеличение распространенности функциональных заболеваний глаза ($p \leq 0,05$) и тенденцию к увеличению числа миопии высокой степени. Полученные данные определяют необходимость совершенствования приемов гигиенического воспитания обучающихся, начиная с дошкольного периода.

Ключевые слова: школьники, студенты, электронные устройства, болезни глаза, аккомодационный ответ.

Вклад авторов: Обрубов С.А.— научное руководство, сбор материала, анализ литературы; Маркелова С.В.— сбор материала, статистическая обработка, анализ литературы, написание статьи.

Соблюдение этических стандартов: Данное исследование было одобрено ЛЭК РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Протокол № 159 от 21.11.2016 года). Добровольное информированное согласие было получено для каждого участника. Исследование соответствовало требованиям биомедицинской этики и не подвергало опасности участников.

✉ **Для корреспонденции:** Светлана Валерьевна Маркелова
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997; markelova_sv@rsmu.ru

Поступила: 15.04.2021 **Статья принята к печати:** 23.05.2021 **Опубликована онлайн:** 30.06.2021

DOI: 10.24075/rbh.2021.014

IMPACT OF LIFE ACTIVITY IN CONDITIONS OF DIGITAL ENVIRONMENT ON THE STUDENTS' ORGAN OF SIGHT

Obrubov SA, Markelova SV ✉

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

The growth of eye disease incidence in the juvenile population amidst increasing visual load, which, among other factors, results from the use of electronic devices (ED), outlines the search for effective preventive measures, geared towards preservation of health of young people. The study was aimed to assess the impact of life activity upon exposure to digital environment on the organ of sight in schoolchildren and college students. The study was carried out in 2017–2020 at Dolgoprudny gymnasium and Pirogov Russian National Research Medical University. A total of 805 schoolchildren and college students underwent ophthalmologic examination. Accommodative response was registered with Speedy-K Ver. MF-1 autorefractor keratometer (Japan). A standardized questionnaire, tailored by the authors to meet the requirements of the study, was used to assess the regime for the use of ED by students. Inclusion criteria: schoolchild, college student, ophthalmologic examination data and submitted informed consent available, correctly completed questionnaire. Statistical processing was performed using the Statistica 13.0 software. All students were the ED owners. Only 9.9% of primary school students, 2.7% of secondary school students, 1.9% of senior secondary school students, and 0.9% of college students did not use ED every day. Significant negative correlation was revealed between the students' vision acuity and the daily total time of using the ED, as well as the duration of the ED continuous use ($p \leq 0.05$). Accommodation weakness was detected in 88.76% of students with early stage of myopia; accommodative response close to normal was less common (11.24%). The increase in daily total time of using the ED by 2 hours and more results in higher prevalence of functional vision problems ($p \leq 0.05$), and the trend of increasing the number of high myopia cases. The data obtained define the need of improving the students' hygiene training starting from the preschool age.

Keywords: schoolchildren, students, electronic devices, diseases of the eye, an accommodative response.

Author contribution: Obrubov SA — academic advising, data acquisition, literature analysis; Markelova SV — data acquisition, statistical processing, literature analysis, manuscript writing.

Compliance with ethical standards: the study was approved by the Ethics Committee of Pirogov Russian National Research Medical University (protocol No. 159 dated November 21, 2016). The informed consent was obtained for all the participants. The study met the requirements of biomedical ethics and involved no risk to participants.

✉ **Correspondence should be addressed:** Svetlana V. Markelova
Ostrovitianov str. 1, Moscow, 117997; markelova_sv@rsmu.ru

Received: 15.04.2021 **Accepted:** 23.05.2021 **Published online:** 30.06.2021

DOI: 10.24075/rbh.2021.014

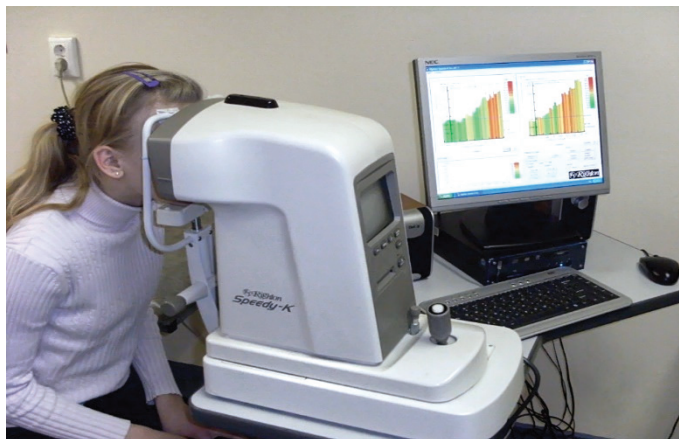


Рис. 1. Исследование аккомодационного ответа на автоматическом аккомодографе Speedy-Kver MF-1 (Япония)

В докладе ЮНИСЕФ за 2017 год отмечается стремительное увеличение распространенности интернет-технологий, в том числе среди детей, подростков и молодежи, снижение возраста пользователей и увеличение продолжительности использования интернета молодежью [1].

Цифровая среда существенно меняет течение детского и подросткового возраста, влияя на многие социальные процессы (получение информации и образования, общение и поддержание социальных связей, развлечения и досуг, взаимодействие с обществом в целом и образ жизни) [2–8].

Однако необходимо отметить, что продолжает наблюдаться ухудшение состояния здоровья детского населения, в частности органа зрения, что делает актуальным разработку профилактических мероприятий, которые позволят снизить риск неблагоприятного влияния цифровой среды на состояние здоровья подрастающего поколения [9, 10].

Целью исследования явилось изучение влияния жизнедеятельности в условиях цифровой среды на состояние органа зрения школьников и студентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование было выполнено в период 2017–2020 гг. на базе ГАОУ Московской области «Долгопрудненская гимназия» и ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России. Был проведен офтальмологический осмотр 805 школьников и студентов (из них школьников начальных классов — 150, школьников средних классов — 130, школьников старших классов — 200, студентов — 325).

Для исследования остроты зрения использовалась таблица Сивцева-Головина, помещенная в аппарат Рота. Результат исследования записан следующим образом: $Vis_{коррекции}^{без}$ (OD=..., OS=...). Выполнен тест Малиновского [11, 12].

Регистрацию аккомодационного ответа проводили с помощью автоматического аккомодографа Speedy-KverMF-1 (Япония) (Рис. 1). Исследование проводилось монокулярно. Пациенту предъявлялся зрительный стимул на различном расстоянии до глаза — из бесконечности до 20 см, проводилось определение рефракции, затем предъявлялся стимул с данной рефракцией (создавались условия для эметропии), и затем ступенчато увеличивалась рефракция стимула на 0,5 Д: –0,5 Д, –1,0 Д, –1,5 Д, –2,0 Д и т.д. (до –5,0 Д). Во время исследования

рефрактометр многократно измерял рефракцию глаза на фоне предъявляемой нагрузки, затем данные поступали на компьютер, где обрабатывались и отражались в виде диаграмм на экране монитора. Для количественной характеристики и сравнительной оценки динамики аккомодограммы оценивались показатели (коэффициенты), характеризующие работу ресничной мышцы. Коэффициенты вычислялись автоматически при помощи специально разработанной компьютерной программы. Коэффициент аккомодационного ответа отражает степень напряжения ресничной мышцы, зависит от соотношения аккомодационного ответа и аккомодационного стимула в каждой конкретной «ступени» исследования. Для оценки роста (убывания) аккомодограммы использовался коэффициент роста аккомодограммы. Коэффициент микрофлюктуационный — коэффициент изменения высокочастотных микрофлюктуаций ресничной мышцы [13].

Для изучения режима использования электронных устройств, школьниками и студентами, был взят за основу и адаптирован для целей описываемого исследования опросник, разработанный специалистами НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков, используемый при проведении многоцентровых исследований по обеспечению безопасных для здоровья детей цифровых образовательных технологий. Все авторы имели сертификаты специалиста «Гигиена детей и подростков», «Офтальмология», Критериями включения в исследование являлись: школьник, студент, наличие подписанного информированного согласия, наличие офтальмологического осмотра, корректно заполненный респондентом или его законным представителем опросник. Критериями исключения — иная возрастная категория, отсутствие информированного согласия, отсутствие офтальмологического осмотра, отсутствие корректно заполненного опросника. Для изучения характера взаимосвязи остроты зрения обучающихся и дневного суммарного времени использования ими ЭУ, продолжительности непрерывного использования ЭУ, применялся корреляционный анализ ($p \leq 0,05$).

Проведенное исследование не подвергало опасности участников и соответствует требованиям биомедицинской этики и положениям Хельсинкской декларации 1983 года пересмотра, одобрено ЛЭК РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Протокол № 159 от 21.11.2016 года).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистического анализа Statistica 13.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди школьников и студентов не оказалось тех, кто не использует электронные устройства. Среди школьников младших классов используют электронные устройства не каждый день только 9,9%; среди школьников средних классов — 2,7%; школьников старших классов — 1,9%, студентов — 0,9%. Обучающиеся в учебные дни и во время каникул ежедневно используют несколько электронных устройств как стационарных (персональный компьютер, ноутбук), так и мобильных (смартфон, планшет).

Дневное суммарное время использования всех электронных устройств детьми, подростками и молодежью в учебный день и во время каникул представлено в таблице 1.

Установлена высокая продолжительность использования ЭУ в течение суток всеми категориями опрошенных как в учебный день, так и во время каникул.

В период обучения дневное суммарное время использования электронных устройств в течение дня

(в учебной и досуговой деятельности) составляет у школьников младших классов около 2,0 часов, у школьников средних классов около 5,5 часов, у школьников старших классов около 8,0 часов, у студентов около 11,0 часов.

В каникулярный период дневное суммарное время использования электронных устройств школьниками младших и средних классов увеличивается в среднем на 0,8–1,3 часа и составляет 2,8–3,3 ч., у школьников старших классов и студентов наблюдается увеличение времени использования электронных устройств в среднем на 1,7–3,7 часа ($p \leq 0,05$).

При изучении состояния органа зрения обучающихся посредством компьютерной аккомодографии было установлено, что наиболее частым состоянием аккомодации является недостаточность (слабость) ресничной мышцы, что согласуется с данными литературы [14].

У обучающихся с начальной близорукостью слабость аккомодации отмечалась в 88,76% случаев (Рис. 2). Реже (11,24%) выявлялся аккомодационный ответ, приближающийся к нормальным показателям (Рис. 3).

Таблица 1. Дневное суммарное время использования электронных устройств обучающимися в учебный день и во время каникул, М±m, мин.

Обучающиеся	Дневное суммарное время использования электронных устройств	
	в учебный день	во время каникул
Школьники младших классов	109,5±24,0	154,9±27,0
Школьники средних классов	315,9±50,0	393,3±60,0
Школьники старших классов	485,5±30,0	709,8±35,0*
Студенты университета	663,2±17,0	767,1±19,0*

Примечание — * - $p \leq 0,05$

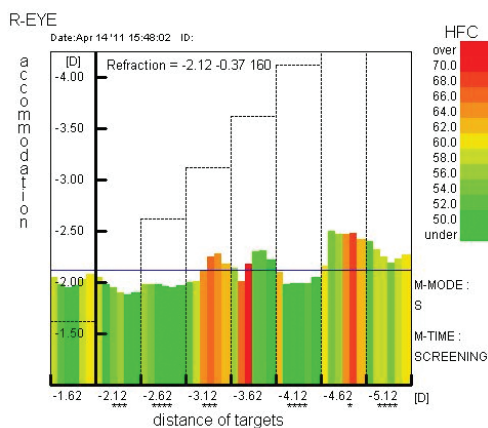


Рис. 2. Компьютерная аккомодограмма ребенка при слабости аккомодации

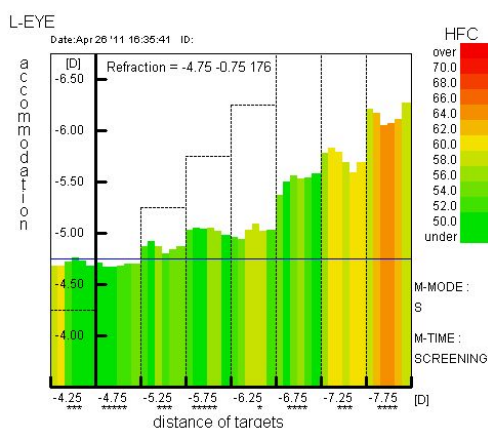
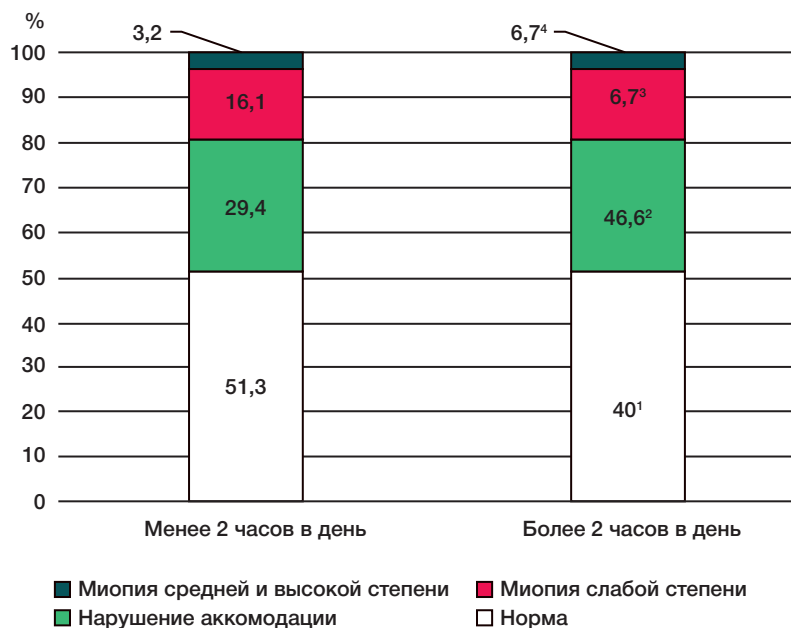


Рис. 3. Компьютерная аккомодограмма ребенка в норме

Таблица 2. Связь остроты зрения обучающихся с продолжительностью использования стационарных и мобильных электронных устройств, R*

Продолжительность использования электронных устройств	OD	OS
Дневное суммарное время использования		
персонального компьютера	-0,74	-0,65
мобильных электронных устройств	-0,58	-0,57
Продолжительность непрерывного использования электронных устройств		
в учебный день	-0,87	-0,81
во время каникул	-0,71	-0,60

Примечание — * — $p \leq 0,05$ 

Примечание — 1 — $p \leq 0,05$ — доля первоклассников с нормальным зрением;
 2 — $p \leq 0,05$ — доля первоклассников с нарушением аккомодации;
 3 — $p \leq 0,05$ — доля первоклассников с миопией слабой степени;
 4 — $p \leq 0,05$ — доля первоклассников с миопией средней и высокой степени.

Рис. 4. Структура заболеваний глаза и его придаточного аппарата у первоклассников в зависимости от дневного суммарного времени использования стационарных и мобильных электронных устройств в образовательной и досуговой деятельности, в 2020 году, %

Полученные результаты аккомодационного ответа у школьников с начальной близорукостью позволяют предположить имеющийся у них дефицит кровоснабжения в задних длинных цилиарных артериях [15].

Связь состояния органа зрения обучающихся с продолжительностью использования ими в течение дня стационарных и мобильных электронных устройств в учебный и каникулярный периоды представлена в таблице 2.

Выявлены значимые отрицательные значения коэффициентов корреляции между остротой зрения обучающихся и дневным суммарным временем использования ЭУ, продолжительностью непрерывного использования стационарных и мобильных электронных устройств ($p \leq 0,05$) [16].

Показано, что при увеличении дневного суммарного времени использования ЭУ первоклассниками на 2 часа и более отмечается достоверное снижение среди них лиц, у которых отсутствуют функциональные и хронические заболевания глаза и его придаточного аппарата, увеличивается распространенность нарушений аккомодации ($p \leq 0,05$) и отмечается тенденция к увеличению числа миопии высокой степени (Рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Активное развитие электронной промышленности на протяжении последних нескольких десятилетий вызвало широкое распространение электронных устройств, в том числе и в жизнедеятельности обучающихся. Полученные нами данные свидетельствуют об использовании различных видов ЭУ абсолютным большинством учащихся, частом и долговременном использовании детьми, подростками и молодежью ЭУ в период обучения и увеличении зрительной нагрузки в каникулярный период. Доказана взаимосвязь между увеличением продолжительности непрерывного использования обучающимися стационарных и мобильных электронных устройств, суммарного времени использования ЭУ и снижением у них остроты зрения, увеличением распространенности функциональных нарушений и хронических заболеваний глаза.

Долгосрочный эффект использования электронных устройств до сих пор неизвестен. Однако описания различных краткосрочных последствий для здоровья органа зрения, таких как сухость, жжение, покраснение, расплывчатость изображения, расфокус зрения, мелькание мушек, двоение изображения, связанные с использованием

ЭУ, часто встречаются как в отечественной, так и зарубежной литературе [17, 18].

Эта группа симптомов широко известна под названием «компьютерный зрительный синдром», который может проявляться у пользователей как стационарных, так и мобильных электронных устройств. Имеются описания распространенности этого синдрома у 40% офисных работников, хотя бы «половину времени проводящих в офисе» [19].

Зависимость нарушения состояния органа зрения от продолжительности использования электронных устройств была отмечена и другими авторами. Так, была установлена зависимость между продолжительностью использования смартфона подростками более 2 часов в день и увеличением более чем в 2 раза числа жалоб на боль и сухость глаз [20].

Отмеченные симптомы являются непродолжительными и исчезают при прекращении использования ЭУ [21].

Для профилактики возникновения подобных нарушений состояния органа зрения, разработан целый комплекс мероприятий. Однако дети, подростки и молодежь имеют низкий уровень информированности в этой области и, как следствие — отсутствие сформированности навыка безопасного использования ЭУ, что негативно сказывается на состоянии их здоровья, в том числе здоровья органа зрения, ухудшает качество жизни и снижает эффективность их деятельности [22].

Подобного рода нарушения состояния органа зрения могут быть связаны с затруднением работы аппарата аккомодации. От его состояния зависит динамическая рефракция, а от нее — центральное зрение. Недооценка роли аккомодации в развитии целого ряда патологических состояний может оставить школьников без необходимой помощи и ограничить зрительную работоспособность в любом возрасте. Усиленная работа аккомодации при длительном использовании электронных устройств у детей может способствовать росту глазного яблока, усилению рефракции в период постнатального развития. Слабость аккомодации предшествует возникновению близорукости, является первым признаком ее развития и сопутствует ее клиническому течению [15].

Полагаем, что выявленные нами аккомодационные нарушения могут быть проявлением дисрегуляции в работе ресничной мышцы вследствие изменений вегетативного обеспечения деятельности, которые приводят к последующим гемодинамическим изменениям в сосудах глазного яблока не только за счет механического растяжения склеры, но и благодаря разбалансированной нейрогенной регуляции сосудистой стенки [23].

Кроме того, возможной причиной прогрессирования близорукости у детей школьного возраста может быть и изменение кровенаполнения собственно сосудистой оболочки. Можно предположить, что в условиях повышенного хороидального кровотока собственно сосудистая оболочка глаза может быть возможным источником чрезмерного поступления ретиноидов (ретиноевая кислота, РК), которые оказываются не востребуемыми в биохимических реакциях сетчатки при близорукости и ближайшей структурой для их накопления становятся известные рецепторы склеры [24–26].

Накапливаясь в склере РК приводит к изменению пролиферативной активности, дифференцировки фибробластов [27].

Дальнейшее развитие исследований в этой сфере могло бы способствовать охране зрения детей, подростков и молодежи в условиях их пребывания в цифровой среде [28–30].

Выводы

Широкое распространение электронных устройств среди детей, подростков и молодежи на фоне роста заболеваемости болезнями глаза и его придаточного аппарата вызывает глубокую озабоченность офтальмологов и гигиенистов. Изучение патогенеза развития заболеваний органов зрения и выявленная достоверная отрицательная связь между остротой зрения обучающихся и продолжительностью непрерывного и дневного суммарного использования ими электронных устройств свидетельствуют о наличии управляемых факторов риска в развитии данной патологии. Учитывая эти обстоятельства, одним из первостепенных направлений профилактической работы на современном этапе должно явиться гигиеническое воспитание обучающихся в части формирования знаний, умений и навыков безопасного использования электронных устройств в условиях цифровой среды, формирования приверженности здоровому образу жизни как во время обучения, в каникулярный период, так и на протяжении всей жизни. Учитывая ранний опыт использования ЭУ, необходимость их применения для целей образования, профилактическая работа должна начинаться на дошкольном этапе, охватывать мероприятиями по гигиеническому воспитанию не только обучающихся, но и их родителей, воспитателей, педагогов. Взаимодействие обучающихся с ЭУ в рамках образовательных программ должно проводиться в строгом соответствии с гигиеническими требованиями.

Литература

1. Доклад ЮНИСЕФ. Положение детей в мире, 2017 год: дети в цифровом мире. 11 декабря 2017 года. <https://www.unicef.org/eca/ru/Отчеты/доклад-«положение-детей-в-мире-2017-год-дети-в-цифровом-мире»> (дата обращения 25.03.2021).
2. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Храмов П.И. Гигиеническая безопасность жизнедеятельности детей в цифровой среде. Здоровье населения и среда обитания. 2016; 8 (281): 4–7.
3. Кучма В.Р. Гигиеническая безопасность гиперинформатизации жизнедеятельности детей. Гигиена и санитария. 2017; 96 (11): 1059–1063. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063
4. Milushkina O. Yu., Skobolina N.A., Markelova S.V., Tatarinchik A.A., Melikhova E.P., Libina I.I., Popov M.V. The impact of electronic devices on the physical growth and development of the modern youth and recommendations on their safe use. Bulletin of Russian State Medical University. 2019; 4: 83–89.
5. Попов М.В., Либина И.И. Гаджеты как информационный фактор риска и их влияние на состояние здоровья молодежи. В сб: Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профилактики. Под ред. В.Н. Ракитского. Москва. 2019; 99–102.
6. Попов М.В., Либина И.И., Мелихова Е.П. Оценка влияния гаджетов на психоэмоциональное состояние студентов. Молодежный инновационный вестник. 2019; 8 (2): 676–678.
7. Либина И.И., Мелихова Е.П., Попов М.В. Исследование влияния электронных устройств на состояние здоровья

- студентов медицинского вуза. В книге: Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. Психологическое здоровье молодежи. Роль информационных технологий. Москва: Научная книга. 2019; 5:181–191.
8. Milushkina O. Yu., Popov V.I., Skoblina N.A., Markelova SV, Sokolova NV. The use of electronic devices by students, parents and teachers before and after the transition to distant learning. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2020; 3: 77–82.
 9. Skoblina N.A., Shpakou A., Milushkina O. Yu., Markelova S.V., Kuzniatsou A., Tatarinchik A.A. Eye health risks associated with the use of electronic devices and awareness of youth. *Klinika Oczna*. 2020; (2): 60–65. doi:10.5114/ko.2020.96492
 10. Хаертдинова А.И., Шаймухаметова Г.Ф., Толмачев Д.А. Влияние электронных устройств на состояние здоровья органов зрения студентов медицинской академии. *Modern Science*. 2020; 12 (2): 291–294.
 11. Российская офтальмология онлайн. Диагностика и лечение близорукости у детей. 2013. <https://eyeexpress.ru/article.aspx?14990>. (дата обращения 25.02.2021).
 12. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. и др. Проведение мониторинга состояния здоровья детей и подростков и организация их оздоровления. Методические рекомендации. Москва. 2006; 47.
 13. Жаров В.В. Компьютерная аккомодография на приборе Speedy-Kver MF-1 (Япония). Методические рекомендации. И. 2007; 24.
 14. Аккомодация: Руководство для врачей. Под ред. Катаргиной Л.А. М.: Апрель. 2012; 135.
 15. Богинская О.А., Обрубов С.А., Пыков М.И., Швецова М.А. Ультразвуковая оценка кровотока в сосудах глаза у детей с близорукостью, сочетающейся с недифференцированной дисплазией соединительной ткани. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014; 1: 47–53.
 16. Скоблина Н.А., Попов В.И., Еремин А.Л., Маркелова С.В., Милушкина О.Ю., Обрубов С.А., Цамерян А.П. Риски развития болезней глаза и его придаточного аппарата у обучающихся в условиях нарушения гигиенических правил использования электронных устройств. Гигиена и санитария. 2021; 100 (3): 279–284.
 17. Kim D.J., Lim C.Y., Gu N. et al. Visual Fatigue Induced by Viewing a Tablet Computer with a High-resolution Display. *Korean J. Ophthalmol*. 2017; 31 (5): 388–393. doi:10.3341/kjo.2016.0095
 18. Long J., Cheung R., Duong S. et al. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp. Optom*. 2017; 100 (2): 133–137. doi:10.1111/cxo.12453
 19. Uchino M., Schaumberg D.A., Dogru M. et al. Prevalence of dry eye disease among Japanese visual display terminal users. *Ophthalmology*. 2008; 115 (11): 1982–1988. DOI: 10.1016/j.optha.2008.06.022
 20. Moon J.H., Kim K.W. et al. Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age: a case control study. *BMC Ophthalmol*. 2016; 16: 188–194. <https://doi.org/10.1186/s12886-016-0364-4>
 21. Kim J., Hwang Y., Kang S. et al. Association between Exposure to Smartphones and Ocular Health in Adolescents. *Ophthalmic Epidemiol*. 2016; 23 (4): 269–276. doi:10.3109/09286586.2015.1136652
 22. Shantakumari N., Eldeeb R., Sreedharan J. et al. Computer use and vision-related problems among university students in Ajman, United Arab emirate. *Ann Med Health Sci Res*. 2014; 4 (2): 258–263. DOI:10.4103/2141-9248.129058.
 23. Порядин Г.В., Богинская О.А., Обрубов С.А., Пыков М.И., Колбатова Е.С., Дубовик Л.Г. Особенности состояния вегетативной нервной системы у детей с близорукостью, ассоциированной с недифференцированной дисплазией соединительной ткани. В книге: Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2013; 57 (3): 27–31.
 24. Ganesan P., Wildsoet C.F. Pharmaceutical intervention for myopia control. *Expert Review of Ophthalmology*. 2010; 5 (6): 759–787.
 25. McFadden S.A., Howlett M.H., Mertz J.R. et al. Acute effects of dietary retinoic acid on ocular components in the growing chick. *Experimental Eye Research*. 2006; 83 (4): 949–961.
 26. Mertz J.R., Wallman J. Choroidal Retinoic Acid Synthesis: A Possible Mediator between Refractive Error and Compensatory Eye Growth. *Experimental Eye Research*. 2000; 70 (4): 519–527.
 27. Хамнагдаева Н.В., Обрубов С.А., Семенова Л.Ю., Салмаси Ж.М., Порядин Г.В., Казимирский А.Н. и др. Влияние all-trans ретиноевой кислоты на культуру склеральных фибробластов кролика. Российская детская офтальмология. 2016; 3: 18–23.
 28. Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А., Маркелова С.В., Татаринчик А.А., Бокарева Н.А., Федотов Д.М. Оценка рисков здоровью школьников и студентов при воздействии обучающих и досуговых информационно-коммуникационных технологий. Анализ риска здоровью. 2019; 3: 135–143. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.16
 29. Кучма В.Р., Барсукова Н.К., Саньков С.В. Комплексный подход к гигиеническому нормированию использования детьми электронных средств обучения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2020; 64 (3): 139–149. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-3-139-149>
 30. Новикова И.И., Зубцовская Н.А., Романенко С.П., Кондращенко А.И., Лобкис М.А. Исследование влияния мобильных устройств связи на здоровье детей и подростков. В книге: Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2020; 4 (2): 95–103.

References

1. Doklad JuNISEF. Polozhenie detej v mire, 2017 god: deti v cifrovom mire. 11 dekabnja 2017 goda. <https://www.unicef.org/eca/ru/Otchety/doklad-«polozhenie-detej-v-mire-2017-god-deti-v-cifrovom-mire»> (data obrashhenija 25.03.2021). Russian.
2. Kuchma VR, Suhareva LM, Hramcov PI. Gigienicheskaja bezopasnost' zhiznedejatel'nosti detej v cifrovoj srede. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*. 2016; 8 (281): 4–7. Russian.
3. Kuchma VR. Gigienicheskaja bezopasnost' giperinformatizacii zhiznedejatel'nosti detej. *Gigiena i sanitarija*. 2017; 96 (11): 1059–1063. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1059-1063 Russian.
4. Milushkina OYu, Skoblina NA, Markelova SV, Tatarinchik AA, Melikhova EP, Libina II, Popov MV. The impact of electronic devices on the physical growth and development of the modern youth and recommendations on their safe use. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2019; 4: 83–89.
5. Popov MV, Libina II. Gadzhety kak informacionnyj faktor riska i ih vlijanie na sostojanie zdorov'ja molodezhi. V sb. aktual'nye problemy gigieny, toksikologii i profilaktiki. Pod red. V.N. Rakitskogo. Moskva; 2019; 99–102. Russian.
6. Popov MV, Libina II, Melihova EP. Ocenka vlijanija gadzhetov na psihojemocial'noe sostojanie studentov. *Molodezhnyj innovacionnyj vestnik*. 2019; 8 (2): 676–678. Russian.
7. Libina II, Melihova EP, Popov MV. Issledovanie vlijanija jelektronnyh ustrojstv na sostojanie zdorov'ja studentov medicinskogo vuza. *Zdorov'e molodezhi: novye vyzovy i perspektivy. Psihologicheskoe zdorov'e molodezhi. Rol' informacionnyh tehnologij*. Moskva: Nauchnaja kniga; 2019; 5: 181–191. Russian.
8. Milushkina OYu, Popov VI, Skoblina NA, Markelova SV, Sokolova NV. The use of electronic devices by students, parents and teachers before and after the transition to distant learning. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2020; 3: 77–82.
9. Skoblina NA, Shpakou A, Milushkina OYu, Markelova SV, Kuzniatsou A, Tatarinchik AA. Eye health risks associated with the use of electronic devices and awareness of youth. *Klinika Oczna*. 2020; (2): 60–65. DOI:10.5114/ko.2020.96492
10. Haertdinova AI, Shajmuhametova GF, Tolmachev DA. Vlijanie jelektronnyh ustrojstv na sostojanie zdorov'ja organov zrenija studentov medicinskoj akademii. *Modern Science*. 2020; 12 (2): 291–294. Russian.

11. Rossijskaja oftal'mologija onlajn. Diagnostika i lechenie blizorukosti u detej. 2013. <https://eyepress.ru/article.aspx?14990>. (data obrashhenija 25.02.2021). Russian.
12. Baranov AA, Kuchma VR, Suhareva LM et al. Provedenie monitoringa sostojanija zdorov'ja detej i podrostkov i organizacija ih ozdorovlenija. Metodicheskie rekomendacii. Moskva; 2006; 47. Russian.
13. Zharov VV Komp'juternaja akkomodografija na pribore Speedy-Kver MF-1 (Japonija). Metodicheskie rekomendacii. I., 2007; 24. Russian.
14. Akkomodacija: Rukovodstvo dlja vrachej. Pod red. Katarginoj L.A. M.: Aprel .2012;135. Russian.
15. Boginskaja OA, Obrubov SA, Pykov MI, Shvecova MA Ul'trazvukovaja ocenka krovotoka v sosudah glaza u detej s blizorukost'ju, sochetajushhejsja s nedifferencirovannoj displaziej soedinitel'noj tkani. Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika. 2014; 1: 47–53. Russian.
16. Skoblina NA, Popov VI, Eryomin AL, Markelova SV, Milushkina OYu, Obrubov SA, Tsameryan AP. Risk of developing diseases of an eye and its adnexa in students in conditions of the conditions of the violation of hygienic rules for the use of electronic devices. Hygiene and sanitation. 2021; 100 (3): 279–284. Russian.
17. Kim DJ, Lim CY, Gu N et al. Visual Fatigue Induced by Viewing a Tablet Computer with a High-resolution Display. Korean J Ophthalmol. 2017; 31 (5): 388–393. DOI:10.3341/kjo.2016.0095
18. Long J, Cheung R, Duong S et al. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. Clin Exp. Optom. 2017; 100 (2): 133–137. DOI:10.1111/cxo.12453
19. Uchino M, Schaumberg DA, Dogru M et al. Prevalence of dry eye disease among Japanese visual display terminal users. Ophthalmology. 2008; 115 (11): 1982–1988. DOI: 10.1016/j.optha.2008.06.022
20. Moon JH, Kim KW et al. Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age: a case control study. BMC Ophthalmol. 2016; 16: 188–194. <https://doi.org/10.1186/s12886-016-0364-4>
21. Kim J, Hwang Y, Kang S et al. Association between Exposure to Smartphones and Ocular Health in Adolescents. Ophthalmic Epidemiol. 2016; 23 (4): 269–276. DOI:10.3109/09286586.2015.1136652
22. Shantakumari N, Eldeeb R, Sreedharan J et al. Computer use and vision-related problems among university students in Ajman, United arab emirate. Ann Med Health Sci Res. 2014; 4 (2): 258–263. DOI:10.4103/2141–9248.129058.
23. Porjadin GV, Boginskaja OA, Obrubov SA, Pykov MI, Kolbatova ES, Dubovik LG Osobennosti sostojanija vegetativnoj nervnoj sistemy u detej s blizorukost'ju, associirovannoj s nedifferencirovannoj displaziej soedinitel'noj tkani. In: Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija. 2013; 57 (3): 27–31. Russian.
24. Ganesan P, Wildsoet CF Pharmaceutical intervention for myopia control. Expert Review of Ophthalmology. 2010; 5 (6): 759–787.
25. McFadden SA, Howlett MH, Mertz JR et al. Acute effects of dietary retinoic acid on ocular components in the growing chick. Experimental Eye Research. 2006; 83 (4): 949–961.
26. Mertz JR, Wallman J Choroidal Retinoic Acid Synthesis: A Possible Mediator between Refractive Error and Compensatory Eye Growth. Experimental Eye Research. 2000; 70 (4): 519–527.
27. Hamnagdaeva NV, Obrubov SA, Semenova LJu, Salmasi ZhM, Porjadin GV, Kazimirskij AN et al. Vlijanie all-trans retinoevoj kisloty na kul'turu skleral'nyh fibroblastov krolika. Rossijskaja detskaja oftal'mologija. 2016; 3: 18–23. Russian.
28. Milushkina OYu, Skoblina NA, Markelova SV, Tatarinchik AA, Bokareva NA, Fedotov DM Ocenka riskov zdorov'ju shkol'nikov i studentov pri vozdeystvii obuchajushhijh i dosugovyh informacionno-kommunikacionnyh tehnologij. Analiz riska zdorov'ju. 2019; 3: 135–143. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.16 Russian.
29. Kuchma VR, Barsukova NK, Sankov SV Kompleksnyj podhod k gigenicheskomu normirovaniju ispol'zovanija det'mi jelektronnyh sredstv obuchenija. Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. 2020; 64 (3): 139–149. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-3-139-149>. Russian.
30. Novikova II, Zubcovskaja NA, Romanenko SP, Kondrashhenko AI, Lobkis MA Issledovanie vlijanija mobil'nyh ustrojstv svjazi na zdorov'e detej i podrostkov. Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovanija. 2020; 4 (2): 95–103. Russian.