

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ С ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЧТЕНИЯ (РИДЕРА)

Кучма В.Р., Текшева Л.М., Вятлева О.А., Курганский А.М.

НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН, Москва

Контактная информация: Курганский Александр Михайлович, тел.: (495)916-12-85,
e-mail: Kurgansk@yandex.ru

Проведено сравнение удобочитаемости трех различных носителей информации: бумаги, персонального компьютера (ЖК монитор) и ридера у 30 школьников 12-14 лет. С помощью комплексной оценки качества деятельности (скорость чтения вслух, количество ошибок при чтении, интегральный показатель степени сложности зрительной задачи), ее физиологической стоимости (по данным ЭЭГ, ЭОГ и ЭКГ), а также субъективного предпочтения в выборе носителя со стороны школьников показано, что по сумме признаков ридер занимает промежуточное положение между печатным текстом и экраном компьютера. Выявлен эффект повышенной эмоциональной напряженности при чтении ридера, проявляющийся в сохранении активации симпатической нервной системы после завершения чтения. Показана необходимость дополнительных исследований

Ключевые слова: ридер, электронная книга, электронная бумага, удобочитаемость, функциональное состояние, дети, подростки, электрокулография, электроэнцефалография, вариабельность сердечного ритма

FEATURES OF THE PERCEPTION OF INFORMATION FROM AN ELECTRONIC DEVICE FOR READING (READER)

Kuchma V.R., Teksheva L.M., Vyatleva O.A., Kurgansky A.M.

Research institute of hygiene and health care of children and adolescents,
Scientific Center of Children's Health, RAMS, Moscow

A comparison of the legibility of the three different media: paper, personal computer (LCD) and the e-reader in schoolchildren of 12-14 years age was performed. Comprehensive assessment of the reading performance (speed of reading aloud, the number of errors in reading, and integral indicator of the degree of difficulty of visual task), its physiological value (according to data of EEG, EOG and ECG), and subjective preference of type of media by the schoolchildren showed that by the sum of signs e-reader occupies an intermediate position between printed text and the computer screen. The effect of increased emotional intensity of using e-reader (increased motivation), which is manifested in the preservation of the sympathetic nervous system activation after the reading, was obtained. The necessity of additional research has been shown

Key words: e-reader, electronic book, electronic paper, legibility, functional status, children, adolescents, elektrokulografiya, electroencephalography, heart rate variability

Бурное развитие информационных технологий в настоящее время, по мнению некоторых авторов, можно охарактеризовать как информационную революцию. При этом формируется так называемое информационное общество, к свойствам которого [5] можно отнести отсутствие привязки ко времени и месту образования, когда для получения информации требуется компьютер, возможность выхода в Интернет, а также навыки самого обучающегося по поиску необходимой информации. При этом ребенок может получить доступ к различным словарям, базам данных, обучающим програм-

мам, тестам и фильмам. Существуют такие понятия, как E-learning (электронное обучение) и M-learning (мобильное обучение). Положительной стороной внедрения электронных устройств в школьное образование может стать интерактивное обучение, при котором учитель со своего места получает возможность отслеживать выполнение задач учениками и индивидуально контролировать учебный процесс.

Внедрение компьютерных технологий в дальнейшем приведет к модификации образовательной среды. В современных условиях обсуждается идея внедрения так называемого

электронного портфеля без бумажных учебников. Интенсивное использование различных типов электронных экранов при обучении может значительно повысить нагрузку на зрение учащихся, в связи с чем их внедрение требует гигиенической оценки.

Указанные проблемы глобальны: американским студентам выдаются наладонные компьютеры, в Украине и в Южной Корее в школьное образование внедряются ридеры. В настоящее время в некоторых Российских школах для обучения детей используются ридеры, нетбуки и ноутбуки. Поскольку спектр перечисленных устройств достаточно широк, возникает необходимость в гигиеническом выборе наиболее функционально пригодных и безопасных устройств для школьного обучения. На данный момент благодаря развитию технологии электронной бумаги, на которой информация представляется в отраженном свете, выбор остановлен именно на ридере.

Большое разнообразие технических решений сопровождается отсутствием необходимых гигиенических регламентов. Разработанные гигиенические требования к представлению информации в книгах [6, 7] и на видеодисплейных терминалах [9] неприменимы для мультимедийных устройств или гаджетов.

Проблемой использования ридеров в школе является тот факт, что существующие гигиенические нормативы [8] регламентируют среднее время непрерывного чтения с бумажного носителя, которое не должно превышать в 5-11-х классах 10-15 минут. Время непрерывного просмотра статического изображения с экрана, работающего на отраженном свечении (от проектора), составляет 25 минут для учеников 8-11-х классов. Экран ридера разработчики предлагают причислить к экранам, работающим на отраженном свете и воспроизводящим статическое изображение. Однако делать это недопустимо, поскольку восприятие информации с экрана при проектом изображении и с экрана ридера принципиально различно по зрительным задачам (наблюдение с расстояния не менее 2 м в первом случае и 30-40 см во втором). Длительное использование букридеров в педагогическом процессе может оказы-

вать негативное воздействие на зрительный анализатор.

Принцип работы электронной бумаги основан на явлении электрофореза. Электронная бумага состоит из гранул с маслом, внутри которых располагаются черно-белые частицы, которые управляются микроэлектродами, расположенными под экраном. Такой принцип устройства получил название электронных чернил (e-ink). Отличие ридера от бумаги заключается только в наличии пикселей и бликах на поверхности экрана (контрастность изображения на ридере ниже, чем на бумаге и на мониторе компьютера).

Положительными сторонами применения букридеров являются: работа в условиях отраженного свечения, возможность горизонтального расположения изображения, легкий вес устройства, повышенная мотивация к обучению (возможно на начальном этапе), длительная работа устройства без подзарядки, большой объем памяти, дополнительные функции, в частности выход в Интернет, сокращение расходов бумаги и сохранение зеленых насаждений, что экологически весьма целесообразно.

Отрицательными сторонами применения букридеров являются: низкие контрастность и четкость изображения, отсутствие ощущения книги, монохромный экран, необходимость обслуживания устройства (регулярная подзарядка от сети, обновление информации), высокая цена устройства, замедленное перелистывание страниц в связи с перемещением гранул, опасность потери или поломки устройства. При этом большинство минусов с развитием техники могут быть устранены.

В известных зарубежных исследованиях о влиянии ридеров на функциональное состояние человека [14, 15, 16, 18] использование психофизиологических методов ограничено КЧСМ, в единичном случае одноканальной ЭЭГ [15]. Практически не исследовано влияние ридеров на центральную и вегетативную нервную систему. При этом важно отметить, что одинаково высокое качество деятельности (скорость чтения, количество ошибок) при работе с разными носителями может сопровождаться различными реакциями со стороны функциональных

систем, т.е. иметь разную физиологическую цену. Повышенное напряжение функциональных систем может приводить к развитию зрительного и психофизиологического утомления и его отсроченных негативных эффектов.

Цель работы: провести сравнительную физиолого-гигиеническую оценку удобочитаемости текстов, предъявляемых на разных носителях информации – бумаге, экранах ридера и компьютера; функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой систем и зрительного анализатора при чтении.

Исследование проведено на базе общеобразовательного учреждения г. Москвы. В исследовании приняло участие 30 школьников 6-8-х классов, каждый из которых участвовал в трех исследованиях процесса чтения с каждого из трех носителей. С целью нивелирования эффекта повышенной сложности первого прочтения были использованы три схемы чтения информации с носителей: компьютер – ридер – бумага, бумага – компьютер – ридер и ридер – бумага – компьютер. При этом дети каждого класса равномерно распределялись по этим схемам прочтения.

При моделировании чтения использовались тексты, лексически соответствующие возрасту, с нарушенными при этом логическими связями между словами. При логическом чтении ребенок быстро понимает смысл и пропускает взглядом участки текста. Алогичный текст вызывает максимальное напряжение зрительного анализатора, поскольку при прочтении ребенок останавливает внимание на каждом слове. Чтение вслух позволило контролировать его качество.

При чтении текста с каждого из трех носителей информации размер шрифта и зрительное расстояние подбирались в соответствии с гигиеническими регламентами, обеспечивая тождественную сложность зрительной задачи (табл. 1).

Каждое исследование включало: 1) исходную фоновую запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электроокулограммы (ЭОГ) и кардиоинтервалограммы (КИГ), 2) запись этих показателей во время чтения фрагмента текста (четыре тысячи знаков) с оценкой скорости чтения и количества ошибок для каждой тысячи знаков, 3) заключительную фоновую запись указанных выше показателей. До и после исследования оценивали субъективное состояние ребенка по визуальной аналоговой шкале самочувствия (ВАШ). В работе использована 16-балльная шкала [1], в которой наихудшему самочувствию (хуже не бывает) соответствует балл 0, наилучшему (лучше не бывает) – 16, а обычному – 8. После проведенного исследования с помощью опроса выявляли индивидуальное предпочтение в выборе носителя для чтения.

ЭЭГ регистрировали монополярным способом от основных отведений по международной системе 10-20 (Fz, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, Oz, T3, T4) относительно ипсилатеральных ушных электродов. Использование специальных шлемов для ЭЭГ (MCSCap) позволяло снизить количество наводок в ЭЭГ во время чтения вслух. Для анализа вариабельности сердечного ритма регистрировали ЭКГ. ЭОГ регистрировали стандартным четырехэлектродным

Таблица 1

Характеристика функционального состояния организма и учебной деятельности учащихся на уроках в зависимости от продолжительности использования ноутбука

Носитель информации	Размер шрифта	Ширина строки (см)	Расстояние от глаз до текста (см)
Бумага	11	14,6	30,0
Компьютер	14	17,8	60,0
Ридер	11	14,0	30,0

способом. Запись ЭЭГ, ЭКГ, ЭОГ и их обработку проводили с помощью компьютерного электроэнцефалографа «Нейро-КМ».

Глазодвигательную активность во время чтения оценивали по количеству прогрессивных (по ходу чтения), регрессивных (против хода чтения) саккад и морганий. Выделяли большие саккады, соответствующие перемещению взора 1/2–1 строку, и малые саккады, соответствующие перемещению взора на 1/12–1/2 строки. Величина саккады при перемещении взора на строку составляла для Б – 27,2, для К – 26,6, для Р – 16,5 угловых градусов. Для подсчета саккад использовали программу, позволяющую автоматически выделять саккады по параметрам амплитуды и длительности (автор А.А. Митрофанов). Амплитудные параметры задавали на основании визуального анализа каждой ЭОГ. Параметры длительности, выбранные эмпирически, для больших саккад составляли 20–1000 мс, для малых 100–1000 мс. Моргания подсчитывались визуально.

Интегральный показатель степени сложности зрительной задачи вычислялся по формуле $CC33 = \sqrt{T^2 + 20n^2}$, где T – время прочтения (с), n – количество ошибок.

Для обработки результатов использовались непараметрические статистические методы (критерий Уилкоксона, критерий знаков) из статистических пакетов «STATISTICA 6» и «SPSS 19».

Опрос детей, проведенный после исследования, показал, что большинство из них сочли для себя более удобным чтение с ридера – 48,3%, чем с бумаги – 27,6%, и экрана компьютера – 24,1%. По-видимому, это можно объяснить повышенной мотивацией к инновациям в обучении.

Субъективная оценка самочувствия школьников, определяемая с помощью визуальной аналоговой шкалы, значимо не различалась ни до, ни после чтения на разных носителях. У большинства школьников самочувствие до и после чтения было близко к нормальному (середина шкалы) или выше его (≥ 8 баллов).

В ходе чтения первых 2 тысяч знаков достоверных различий между 3 носителями информации по времени чтения не наблюдалось

(рис.1), однако со второй тысячи знаков выявлялась тенденция к преимуществу ридера перед компьютером ($p \leq 0,1$). К третьей тысяче знаков продолжительность чтения на всех 3 носителях снижалась. При чтении третьей тысячи знаков выявлено достоверное преимущество бумаги по сравнению с ридером ($p < 0,04$). При этом попарное сравнение между чтением с листа бумаги и экраном компьютера, экранами компьютера и ридера не выявило достоверных различий. Скорость чтения с 4 тысяч знаков на экране ридера и с листа бумаги была сходна, а при чтении с экрана компьютера недостоверно снижалась.

Динамика количества ошибок представлена на рис. 2. В начальный период чтения (до одной тысячи знаков) наблюдалась достоверная разница между ридером и бумагой в пользу бумаги ($p = 0,063$). Однако со второй тысячи знаков количество ошибок при чтении текста с экрана ридера снижалось и оставалось на более низких значениях по сравнению с чтением текста с листа бумаги или с экрана компьютера.

Анализ динамики показателя степени сложности зрительной задачи (CC33) показал, что достоверные различия ($p \leq 0,05$) наблюдались только в конце чтения текста с экранов компьютера и ридера, в пользу ридера, при практически одинаковых уровнях CC33 при чтении с листа бумаги и экрана ридера (рис. 3).

Таким образом, сравнительная оценка динамики показателей удобочитаемости свидетельствует о преимуществе бумажного носителя информации. Чтение с экрана компьютера является более сложной задачей для школьников 6–8-х классов. Ридер занимает промежуточное положение между бумажным и компьютерным носителями информации.

Известно, что при выполнении трудного зрительного задания, сопровождающегося развитием зрительного и умственного утомления, во время работы на компьютере отмечается усиление медленной (дельта-тета) активности [3, 4] и низкочастотного альфа-ритма в ЭЭГ зрительной (затылочной) области коры [12]. При сравнении ЭЭГ 28 школьников во время чтения текста с разных носителей было выявлено, что чтение с экрана компьютера и ридера

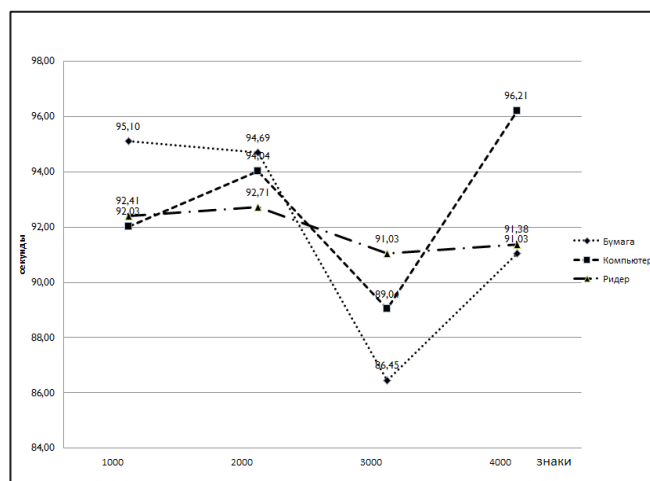


Рис. 1. Изменение показателей удобочитаемости в динамике по продолжительности чтения

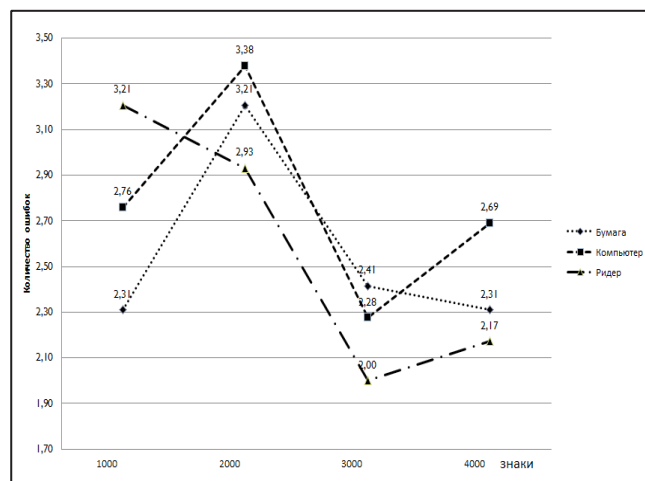


Рис. 2. Изменение показателей удобочитаемости в динамике по качеству чтения (количество ошибок)

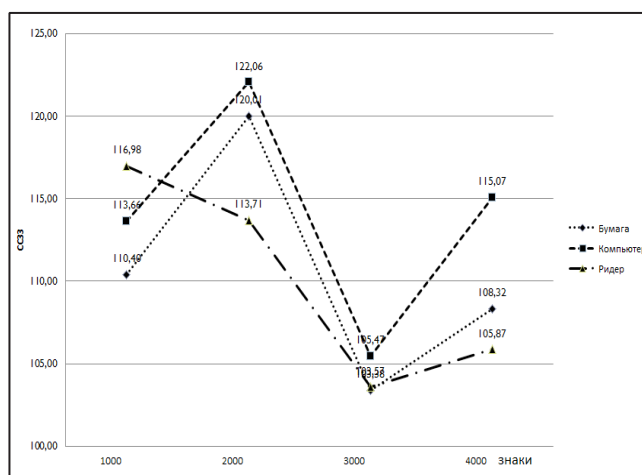


Рис. 3. Изменение показателей удобочитаемости в динамике по интегральному показателю степени сложности зрительной задачи (ССЗ)

вызывает значимое усиление этих параметров (рис. 4). Во время чтения с экрана компьютера и ридера по сравнению с чтением с листа бумаги в затылочной зоне коры значимо возросла относительная мощность дельта-волн ($p \leq 0,001$), а при чтении на компьютере также тета-волн и низкочастотного альфа-ритма (7-8 Гц) ($p \leq 0,001$). При чтении с экрана компьютера признаки утомления в виде усиления медленных волн были более выражены и представлены более обширно, чем при чтении с экрана ридера ($p \leq 0,001$).

Показателем эмоциональной напряженности субъекта в ЭЭГ может служить уровень тета-ритма в лобных областях коры, в частности в сагиттальном лобном отведении (Fz) [4, 11, 17]. Как показало наше исследование, относительная мощность тета-волн в Fz при

чтении с экрана компьютера и ридера также значимо выше ($p \leq 0,05$), чем при чтении с листа бумаги, что свидетельствует о более высоком эмоциональном напряжении школьников при работе с этими носителями. Данный показатель для ридера даже выше, чем для компьютера. По-видимому, усиление эмоционального напряжения при чтении с экрана ридера отчасти связано с непривычностью и новизной данного устройства для школьников. Полученные при ЭЭГ-исследовании результаты свидетельствуют о том, что чтение с экрана компьютера и ридера вызывает большее напряжение и утомление, чем чтение с бумажного носителя. По выраженности признаков утомления носители можно расположить в следующей последовательности: компьютер – ридер – бумага.

Детальный анализ ЭОГ с выделением больших и малых саккад по определенному алгоритму показал, что чтение на разных носителях отличается по количеству саккад, но не влияет на количество морганий.

По данным ЭОГ чтение с экрана ридера практически не отличалось от чтения с бумажного носителя. Для ридера отмечена лишь тенденция ($p=0,094$) к снижению соотношения малых прогрессивных и малых регрессивных саккад (рис. 5), что свидетельствует о несколько затрудненном чтении с экрана ридера.

При чтении с экрана компьютера по сравнению с бумагой глазодвигательная активность была значительно повышена. Так, в ходе чтения с экрана компьютера у школьников было значимо повышено количество саккад в расчете на строку – прогрессивных саккад, больших ($p=0,019$) и малых ($p=0,02$), и особенно регрессивных саккад, больших (рис. 6) и малых ($p=0,0032$). Более высокое количество больших регрессивных саккад отличало чтение с экрана компьютера от чтения с бумаги и с экрана ридера (рис. 6).

Проведенное исследование показывает, что чтение текста с экрана компьютера вызывает у школьников большее затруднение, чем чтение с экрана ридера и листа бумаги. Об этом свидетельствует увеличение количества движений, и особенно возвратных (регрессивных). Как из-

вестно, количество последних возрастает при затрудненном восприятии читаемого текста [2, 13].

Как следует из показателей ЭОГ, наименьшую трудность для школьников представляет чтение с листа бумаги, наибольшую – чтение с компьютера. Ридер занимает промежуточное положение. Увеличение количества движений глаз при чтении с экрана компьютера указывает на возможность развития зрительного утомления не только за счет усложненного восприятия текста, но и за счет утомления глазодвигательных мышц.

Анализ вариабельности сердечного ритма выявил значимые изменения одного из показателей симпатической активации – относительной мощности медленноволнового (LF) диапазона спектра кардиоинтервалограммы (рис. 7). Этот показатель достоверно увеличивался во время чтения, причем увеличение при чтении с экрана компьютера было достоверно большим, чем для чтения с листа бумаги ($p \leq 0,1$). По завершении чтения с листа этот показатель симпатической активации возвращался к исходному уровню. После чтения с экрана ридера он оставался повышенным и превосходил аналогичные показатели для листа бумаги ($p \leq 0,04$) и экрана компьютера ($p \leq 0,02$).

Благодаря проведенному исследованию установлено, что удобочитаемость текста, предъяв-

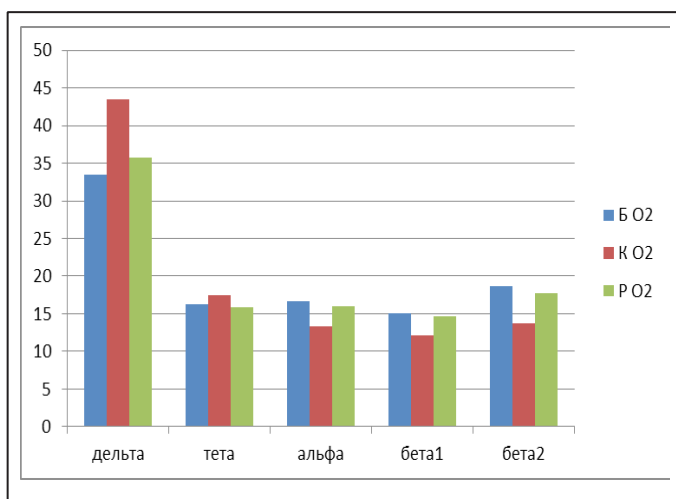


Рис. 4. Относительная мощность (ОМ) основных диапазонов ЭЭГ при чтении текста с листа бумаги (Б), экрана компьютера (К) и ридера (Р) в правой затылочной зоне

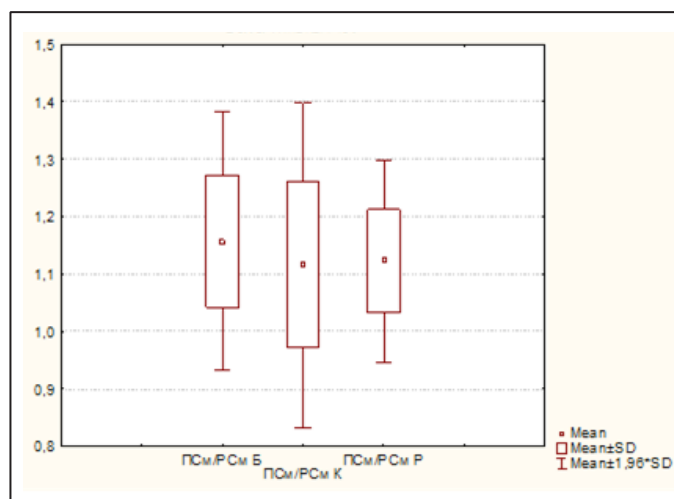


Рис. 5. Соотношение количества малых прогрессивных (PCm) и малых регрессивных (RCm) саккад при чтении с листа бумаги (Б), экранов компьютера (К) и ридера (Р)

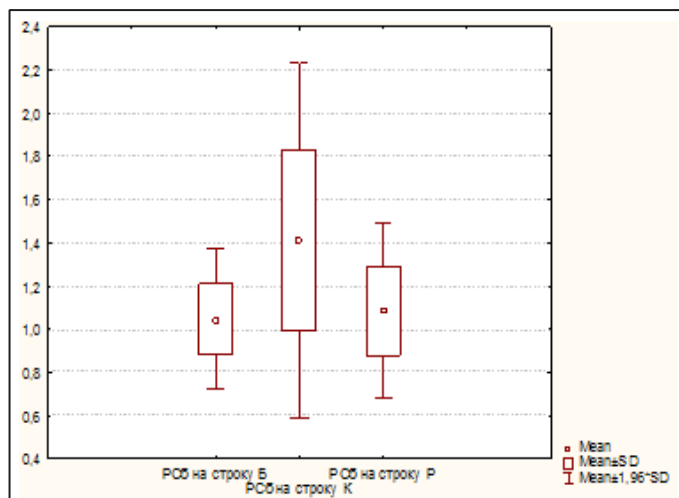


Рис. 6. Количество больших регрессивных саккад (РСб) в расчете на строку при чтении с листа бумаги (Б), экрана компьютера (К) и ридера (Р). Значимые различия К с Б $p=0,00001$ и Р $p=0,0003$

ляемого на экране ридера, занимает промежуточное положение между удобочитаемостью текстов с листа бумаги и экрана компьютера.

Полученные результаты свидетельствуют, что, несмотря на более высокое предпочтение, которое оказали школьники ридеру по сравнению с листом бумаги и экраном компьютера, чтение с экрана ридера вызывает у них ряд физиологических изменений, свидетельствующих о более высокой физиологической стоимости его использования по сравнению с бумажным носителем.

Чтение с экрана ридера, по сравнению с бумагой, сопровождается повышением медленной активности в ЭЭГ затылочной области коры головного мозга, что говорит о более выраженном утомлении ЦНС. При чтении с экрана ридера у школьников также усиливаются ЭЭГ-признаки эмоционального напряжения – тета-волны в лобных областях коры.

Глазодвигательная активность при чтении с экрана ридера и листа бумаги различается незначительно, однако характер различий (относительное увеличение соотношения количества реверсивных и прогрессивных саккад) свидетельствует о некотором затруднении при

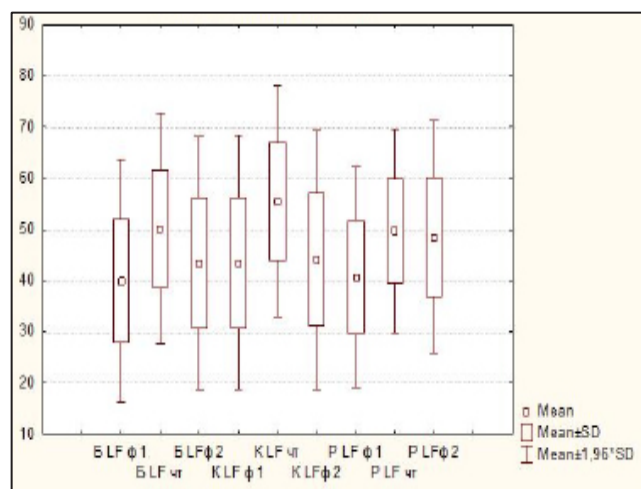


Рис. 7. Различия в относительной мощности медленной части спектра ЭКГ (LF) до (ф1), во время (ф2) и после (ф2) чтения с листа бумаги (Б), компьютера (К) и ридера (Р)

чтении с экрана ридера. Сопоставление количества саккадических движений при чтении на разных носителях выявляет их наибольшее количество при чтении на компьютере, что свидетельствует как о большей трудности восприятия текста, так и о возможности более значительного утомления глазных мышц при чтении с этого носителя.

Увеличение мощности медленноволнового (LF) диапазона спектра КИГ, показателя симпатической активности, более выражено в процессе чтения с экрана компьютера, однако оно нормализуется сразу после окончания чтения текста с бумажного и компьютерного носителей. Характерной особенностью ридера является более длительное сохранение признаков повышенной симпатической активации, наблюдаемое и после окончания чтения.

Физиолого-гигиеническая оценка восприятия информации с экрана ридера свидетельствует о необходимости регламентации безопасного использования ридеров для детей (шрифтовое и цветовое оформление текстов, продолжительность чтения, использования, средства профилактики зрительного утомления и переутомления).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вятлева О.А. и др. Опсихотропном влиянии препаратов полиненасыщенных жирных кислот класса «Омега-3» на здорового человека. Военно-медицинский журнал. 2007; т. 328; 2:16-23.
2. Иванов В.В. и др. Особенности движений глаз у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов разной сложности. Экспериментальная психология в России: Традиции и перспективы. 2010:611-616.
3. Иванов Э.Ю. Эффективность применения оптических фильтров с фрактально-матричной топологией для сохранения профессионального здоровья персонала видеодисплейных терминалов. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2009.
4. Кирой В.Н. Физиологические методы в психологии. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: ЦВВР; 2003.
5. Куклеев В.А. Электронное обучение с помощью мобильных устройств в любое время и в любом месте. Ульяновск: Ульяновский гос. технический ун-т; 2009.
6. ОСТ 29.116-98. Стандарт отрасли. Издания учебные для общего и начального профессионального образования. Общие технические условия. М.; 1998.
7. СанПиН 2.4.7.1166-02. Гигиенические требования к изданиям учебным для общего и начального профессионального образования. М.; 2002.
8. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. М.; 2010.
9. СанПиН 2.2.2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.; 2003.
10. Технический регламент о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков. М.;
11. Awang S. A. et al. Spectral Density Analysis: Theta Wave as Mental Stress Indicator. Communications in Computer and Information Science. Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. 2011; 1; V. 260:103-112.
12. Cremades J. G. et al. Human-computer interfaces with regional lower and upper alpha frequencies as on-line indexes of mental activity. Computers in Human Behavior 20. 2004:569-579.
13. Jacob Robert J.K., Karn Keith S. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: ready to deliver the promises in: The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research (Ralph Radach, Jukka Hyona, Heiner Deubel editors). 2003:573-605.
14. Haurio I. et al. Measurement of Visual Fatigue from Reading on Electronic Paper. Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers. 2005; 59 (3):403-406.
15. Kang Y. et al. A study of e-book operation in usability and mental workload. НААМАНА. 2004; 9:489-496.
16. Shen I-H et al. Lighting, font style, and polarity on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. Displays. 2009; 30 (2):53-58.
17. Trejo, L.J., et al. Measures and models for estimating and predicting cognitive fatigue. Psychophysiology. 2004; 1:41-S86.
18. Wu H. et al. Ergonomic evaluation of three popular Chinese e-book displays for prolonged reading. International Journal of Industrial Ergonomics. 2007; 37:761-770.

Сведения об авторах

Вятлева Ольга Алексеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории психофизиологии и психогигиены НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН

Курганский Александр Михайлович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиенической оценки с группой физико-химических методов исследований НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН

Кучма Владислав Ремирович, член-корреспондент, доктор медицинских наук, профессор, директор НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН

Текшева Любовь Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая отделом гигиенического нормирования и экспертизы НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГБУ «НЦЗД» РАМН

Кучма В.Р., Текшева Л.М., Вятлева О.А., Курганский А.М. Особенности восприятия информации с электронного устройства для чтения (ридера). Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2012; 1: 39-46.