



Актуальные вопросы влияния видеодисплейных терминалов на орган зрения человека

А.Б. Бабаев, Ш.К. Махмадов

Кафедра общей гигиены и экологии ТГМУ им. Абуали ибни Сино

Проблемы гигиены труда пользователей видеодисплеев относятся к числу наиболее актуальных задач современной медицины, так как непрерывно расширяется сфера применения компьютерной технологии и стремительный рост контингента людей, вовлекаемых в этот процесс.

В данном обзоре представлены различные аспекты воздействия видеодисплейных терминалов на органы зрения человека: от астенопических проявлений до объективных изменений в зрительной системе. Вместе с тем, по-прежнему требуются дополнительные исследования для установления критериев безопасности и гигиенических стандартов при работе с компьютерами, а также вопросы профилактики нарушений зрительной функции человека, особенно у детей.

Ключевые слова: видеодисплейные терминалы, компьютерный синдром, орган зрения, зрительное утомление, профилактика зрительного синдрома

Многочисленными исследованиями установлено, что важнейшим условием безопасности органа зрения человека при работе с видеодисплейными терминалами (ВДТ) является правильный выбор визуальных параметров дисплея и светотехнических условий рабочего места [1-4]. Работа с дисплеями при неправильном выборе яркости и освещённости экрана, контрастности знаков, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения приводит к зрительному утомлению, головным болям, к значительной физиологической и психической нагрузкам, к ухудшению зрения. Особенно серьёзные последствия отмечаются у детей, часами играющих на компьютерах [5].

Термин «компьютерный синдром» или «компьютерный зрительный синдром» впервые появился в США (1997 г.) [6]. Проявления его сходны по клинической картине с астенопическими явлениями: покраснение глаз, зуд, «мурашки» перед глазами, неприятные ощущения, чувство тяжести и «песка» в глазах, общий дискомфорт, головные боли, слабость, головокружение, диплопия. При этом наблюдаются объективные изменения в зрительной системе: снижение зрительного разрешения, нарушение аккомодационной функции, конвергенции, бинокулярного зрения, стереозрения [7,8].

Научные исследования о влиянии компьютеров на человека были начаты в 80-х годах. Они были посвящены влиянию компьютеров, в основном их дисплеев, на сердечно – сосудистую и иммунную

системы, нервно психическую сферу, а также на функциональное состояние и работоспособность операторов [9-13].

Многочисленные исследования показали, что операторы компьютеров, работающие в специально оборудованных помещениях, подвергаются воздействию комплекса производственных факторов, таких как шум, выделение вредных веществ, ионизирующее и неионизирующее излучение, тепловыделение, специфические условия зрительной работы, параметры технологического оборудования [14].

Установлено, что влияние компьютера на организм человека приводит к различным функциональным расстройствам нервной системы, невроза, эпилептическим припадкам, сердечно-сосудистым расстройствам, дерматиту кожи лица, нарушению иммунологического статуса и течения беременности [15-17].

При работе на персональных компьютерах операторы часто жалуются на мышечный дискомфорт и болевые ощущения в области шеи, плечевого сустава и спины. По мере увеличения времени работы с видеотерминалами и высокой напряжённости работы возрастало количество жалоб [18,20].

В настоящее время одной из основных причин усталости операторов считают нервно-психическое напряжение [21,22]. Эмоциональные и вегетативные нарушения связаны с уровнем нервно-психологических нагрузок. При психоэмоциональ-



ном напряжении возрастает гемодинамическая производительность сердца, снижается систолическое и повышается диастолическое давление [23].

У операторов ввода данных после двухчасовой работы значительно увеличивается время реакций и количество ошибок при выполнении тестового задания на устойчивость и концентрацию внимания, что вызывает жалобы на общую слабость, мышечную усталость, головную боль, ощущение тяжести в голове. У значительного числа операторов выявлены нервно-психические нарушения в виде повышенной раздражительности, ощущения беспокойства и депрессивных состояний [24].

При моделировании трёхмерных электростатических полей и их напряжения при разных рабочих позициях операторов интенсивность полей была в пределах от 5,6 до 15,0 кВт, которая всегда увеличивала скопление частиц поля при наличии индустриального загрязнения воздуха, хотя на месте оператора она соответствовала фоновому уровню (0,2-0,5Вт/м) [17].

Специалисты по электронике в США и Великобритании пришли к выводу, что электромагнитное излучение от ЭВМ в радиочастотном спектре (31,5 кГц – 1,42 мГц) значительно ниже допустимых величин и не представляет опасности для здоровья операторов. На расстоянии 5 см от экрана дисплея интенсивность ЭМИ составляла 28-64 В/м и значительно снижалась до 0,3-2,4 В/м на расстоянии в 30 см. При обследовании более 200 видеотерминалов 60 фирм Великобритании установлено, что максимальный уровень рентгеновского излучения был значительно меньше допустимой интенсивности облучения для бытовой электронной аппаратуры [25].

Отягчающим работу оператора дисплея фактором является воздействие шума, основными источниками которого служат различная множительная техника, особенно механические и электрические пишущие машинки, и оборудование для кондиционирования воздуха, собственно в компьютерах – вентиляторы систем охлаждения и трансформаторы.

Некоторые авторы воспринимают шум как помеху в работе при его уровне ниже нормативных стандартов (50дБ). Поэтому при регулировании уровня шума следует учитывать напряжённость труда работающих, тем более что шум снижает работоспособность операторов. Согласно санитарным нормам (СанПин 2.2.272.4.1340-03), при решении задач, требующих концентрации внимания и принятия решения, уровни звука должны быть на 15-25дБ ниже, чем при вводе данных [20].

Видеотерминалы мощностью около 400Вт являются источником тепловыделения и причиной снижения влажности воздуха, что нарушает теплообмен рабо-

тающих в помещении сотрудников с последующим ухудшением зрения, особенно при загрязнении воздуха полихлорированными дифенилами [20].

К дискомфортным условиям работы относят также неправильно спроектированное освещение, что приводит к прямой и отражённой от экранов блисткости, вуалирующему отражению, неблагоприятному распределению яркости в поле зрения [7,26,27].

Предполагается, что ритмичные изменения диаметра зрачков, которые часто выявляют у работающих с компьютерными дисплеями, являются следствием синдрома общей усталости. Вместе с изменением аккомодации и её составляющих у операторов видеотерминалов выявлено усиление рефракции на 0,25-0,5дптр и соответствующее снижение некорригированной остроты зрения [13,24].

А.В. Яворский (1994г.) изучал расстройство мышечного баланса глаз с помощью метода, основанного на исследовании поляризационно-оптических свойств роговой оболочки глаз, отражающих распределение внутренних напряжений в роговице [28]. Наибольшее напряжение аккомодации выявлено у гиперметропов, наименьшее – у эметропов, отсутствие его – у миопов. Эти данные позволяют объективно оценивать состояние глазодвигательного аппарата с различной рефракцией при работе с видеотерминалами и выявлять лиц, наиболее профессионально пригодных для работы с компьютерной техникой. Близкой по эффективности к этому методу находится метод измерения аккомодации и субъективное шкалирование [29].

После длительной зрительной нагрузки возникает тенденция к временному сдвигу рефракции в сторону миопии. По данным экспертов ВОЗ применение дисплеев низкого качества может способствовать развитию миопии со скоростью 1дптр в год. В результате проведённых исследований выявлено, что операторы с корригирующими очками чаще жалуются на зрительный дискомфорт [20,30].

Для изучения параметров дисплея пользователям были предложены расстояния в 63 и 92 см на уровне глаз или на 18 см ниже. Установлено, что при сокращении расстояния до экрана значительно усиливается зрительное напряжение, особенно если экран находится на уровне глаз или выше их. При свободном выборе позиции операторами дисплея большинство из них предпочли дистанцию между 60 и 100 см с горизонтальным направлением взгляда или с наклоном вниз на 16 град. [24].

Чувствительность глаза к яркости дисплея индивидуальна, поэтому некоторые авторы считают, что она должна регулироваться самими операторами. Оптимальной считается та яркость, при которой максимально проявляются контрастная чувствительность



глаз, острота зрения и быстрота различия сигналов. Это достигается при согласованности яркости фона экрана с окружающим освещением [31].

Использование экранных фильтров позволяет снизить количество жалоб на орган зрения. Фиксированные к голове пользователя приспособления, увеличивающие изображение (head-mounted video magnifiers), могут улучшать прочтение текстов, однако ограниченные возможности увеличения сужают применение таких приспособлений у пользователей с очень низкой остротой зрения [32].

Особое место при работе с компьютерной техникой занимает проблема пользователей с дефектами зрения. Важно отметить, что противопоказанием к выполнению работ по программам, в которых цвет несёт определённую информацию, являются такие грубые нарушения цветового зрения, как протанопия и дейтеранопия. Ю.З.Розенблюм и соавторы (2000г.) предложили методические рекомендации, включающие назначение пользователям ВДТ плоских линз со специальным покрытием. При нарушениях рефракции и аккомодации авторы рекомендуют назначение соответствующих корректирующих очков [33].

В последнее время всё большее распространение стали получать мониторы на жидких кристаллах. Это дисплеи с активной матрицей, которая обеспечивает лучший контраст изображения практически без мерцания благодаря постоянной яркости элементов экрана на всём интервале времени между обновлениями картинки. При этом, недостатком таких мониторов остаётся быстрое наступление зрительного утомления операторов, предположительной причиной которого служит ступенчатый характер изображения на экране [9,11,13].

Полное исследование зрения 112 сотрудников госпиталей Ирландии показало, что недостаточно были учтены эргономические аспекты условий их труда. При этом, успешная профилактика неблагоприятного влияния дисплеев на орган зрения зависит от дизайна рабочих мест, рабочей нагрузки [34]. У 152 операторов, работающих с дисплеями, из которых 50,7% были мужчины, 82,9% жаловались на проблемы с костно-мышечной системой, в основном в поясничной области, в области шеи и плеч, причиной которых были нарушения принципов эргономики. Через 2 года после её внедрения у 23,6% операторов состояние улучшилось [35].

Вместе с тем, имеются данные, что при работе с видеодисплеем утомление в зрительном анализаторе развивается уже после первого часа работы, однако его проявление быстро нивелируется развитием компенсаторных процессов [32]. Работа операторов компьютеров по интенсивности развития зрительного утомления занимает второе место после работы

водителей автобусов, так как носит малоподвижный характер и осуществляется в большинстве случаев в течение длительного периода времени без перерывов [18,20].

Для снижения опасности развития астиопии и других, в основном функциональных нарушений зрения операторов персональных компьютеров, были предложены различные методы и программы профилактики, которые составляют часть эргономики, как науки, обобщающей разные методы сохранения психофизиологических функций человека при экстремальных и пограничных проявлениях дискомфорта [36-40].

Принимая во внимание, что уже через 2 часа работы на компьютере появляются объективные изменения физиологических показателей глаза, для их профилактики необходимо через этот промежуток времени работы делать перерывы [20].

Pavlicek V. (2000г.) разработал оригинальную программу чередования работы на компьютере с краткими, 20-30 минутными перерывами, для снятия зрительного и статического напряжения, которая позволила на 50% снизить удельный вес неблагоприятных изменений в функциональном состоянии организма учащихся [12]. Во время этих перерывов рекомендуется проводить комплексы гимнастики и самомассажа, в том числе на рабочих местах, в позах «сидя» или «стоя» на основании известных разработок.

Для профилактики нарушений зрительной функции глазного анализатора при работе на компьютерах рекомендуют применение препаратов с антиоксидантной активностью, глазных капель для устранения сухости слизистой глазного яблока [37,41,42]. С этой же целью, и для повышения зрительной работоспособности были сформулированы требования к профессиональному отбору и периодическим медицинским осмотрам лиц, работающих с дисплеями, а также к рациональному режиму труда и отдыха со специальной производственной гимнастикой и самомассажем. Для этого все варианты труда с видеотерминалами были разделены на 3 категории по виду работ, количеству знаков и сменному времени пользования дисплеем. В соответствии с этими требованиями Т.А. Корнюшина (1999г.) относит работу на компьютерах в условиях сниженной освещённости к работам II А, III А и III В разрядов [43].

Несмотря на данные литературы о различных функциональных нарушениях со стороны органа зрения и опорно-двигательного аппарата, в целом у работающих с компьютерной техникой при правильном и грамотном использовании оборудования не выявлены серьёзные отклонения в состоянии здоровья. Не подтверждены данные о повышении офтальмотонуса и помутнении хрусталика глаза. Более того,



можно допустить, что конъюнктивит и блефарит, частые заболевания придатков глаза, при работе с компьютерами являются защитными реакциями организма. Вместе с тем, по-прежнему требуются дополнительные исследования для установления критериев безопасности и стандартизации объёма работы, выполняемой оператором ВДТ [23,44].

ТАКИМ ОБРАЗОМ, несмотря на большое количество работ, посвящённых влиянию компьютеров на орган зрения, выводы исследователей представляются в целом ряде случаев достаточно противоречивыми, что говорит о необходимости дальнейшего углублённого изучения вышеприведённых негативных проявлений со стороны зрительного анализатора и разработке более эффективных мер по их профилактике, особенно среди детей, так как детский организм является хорошим индикатором при выявлении различных изменений функциональных систем организма при работе с компьютером.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большакова В.А. Оценка влияния условий труда на функциональное состояние органа зрения пользователей персональных электронно-вычислительных машин: автореф. дисс... канд. мед. наук / В.А.Большакова. – М., - 2005. – 50с.
2. Власова Е.М. Проблемы гигиенической безопасности и управление факторами риска для здоровья населения: Сборник научных трудов / Е.М. Власова// - Нижний Новгород.- 2009.С.141-149
3. Лизулов Ю.В. Осторожно компьютер: Рекомендации по сохранению здоровья пользователей компьютеров/ Ю.В. Лизулов [и др.].- Спецлит. – 2009. 47 с.
4. Тебенова К.С. Оценка производственных условий труда операторов связи как профессиональных пользователей видеодисплейных терминалов/ К.С. Тебекова, А.А. Мусина, О.В. Гребенева// - Медицина труда и промышленная экология.-2011. №6. С.33-37
5. Зайцева Н.В. Особенности психологического статуса работающих с компьютерной техникой/ Н.В. Зайцева, У.М. Власова// - Медицина труда и промышленная экология.-2011. №1. С.14-17
6. Корнюшина Т.А. Компьютер и орган зрения / Т.А. Корнюшина, А.А. Фейгин. - М., -2001.-25с.
7. Computer / Review of Optometry. Sept. 15-1997 -P. 81-88
8. Ким И.Н. О негативном влиянии видеотерминалов на органы зрения/ И.Н. Ким, Е.В. Мереда// - Гигиена и Санитария.- 2007. №2. С.30-34
9. Белозеров А.Е. Офтальмоэргономика и изображение на мониторе /А.Е. Белозеров// М-лы. Юбил. Всеросс. научно-пркт. конф. «Актуальные вопросы офтальмологии» - М., 2000. - 4.2.-С. 166-169.
10. Григорьян В.Г. Физиология человека / В.Г. Григорьян, А.Р. Агабабян, А.Н. Аркелян// - 2000. - № 3. – С.136-138
11. Ortiz A. Reading with a head-mounted video magnifier / A. Ortiz, S.T. Chung // Optom. Vis. Sci.- 1999. -Vol.76. -Nil.-P. 755-763
12. Pavlicek V. Active matrix liquid, crystal displays for clinical imaging.
J. Digit. Image / V.J.Pavlicek // -2000.-Vol.13.-N2.-Suppi. I. -P.155-156
13. Ziefle M. Effect of display resolution on visual performance. Human Factors / M.Ziefle // -1998. -December. -P.554-568
14. Ong C. N. Musculoskeletal disorders among operators of VDT. Scand. J. Work Environ. Health / Ong C. N., Chia S. E., Jegaratnam J., Tan K. C. - 1995. -Vol.21. - N1. -P.60-64.
15. Волкова И.М. Актуальные вопросы физиологии умственного труда / И.М. Волкова, В.В. Куликовский// - Украина, Киев: Академия наук - 1995. – С.39-40
16. Мереда Е.В., Анализ негативного воздействия и обеспечения безопасности пользователя ВДТ и ПЭВМ/ Е.В. Мереда, И.Н. Ким// - Итоги науки и техники. Экологическая экспертиза ВИНТИ.-2005. вып. 4. С.2-69
17. Nielsen N.F. Bioelectromagnetics / N.F.Nielsen, T. Schneider// -1998.-Vol.19.-N4.-P.246-258
18. Chiasson M.N. The health planning contest and its effect on a users perception of software usefulness. Canad. J. Publ. Health / M.N. Chiasson // -2000. -Vol.91. -N3.-P.225-228
19. Тихонов М.Н. О необходимости обеспечения комплексной защиты организма пользователей при эксплуатации компьютерной техники/ М.Н. Тихонов, А.В. Беляев// - Экологическая экспертиза. Обзорная информация /ВИНИТИ. -2005.№3.- С.24-47
20. Sauter S. Ergonomics and health in modern offices / S.Sauter// - London: Taylor and Francis, 1994. -P.129-135
21. Jaschinski W. Preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences. Ergonomics / W. Jaschinski, H.Heuer// -1998. -Vol. 41. - N7. -P. 1034-1049
22. Muller F. Travail sur écran de visualisation/ F. Muller.- AIMT du Bas.Rhin.2006
23. Джеббаилова Т.Д. Индивидуальные особенности устойчивости к эмоциональному стрессу при работе на компьютере у школьников 15-16 лет. Физиология человека / Т.Д. Джеббаилова // -1995. -№ 2.-С.44-53



24. Mahon J.K. Performance of high-efficient AMOLED displays. *Jornal of the Society for information Display* / J.K. Mahon, R.Kwong // -2001.- №6.- P. 11-19
25. Cox E.A. Radiation emission from visual display units. The longborough University of Technology, Great Britain / E.A. Cox // 1980. -P. 32-40
26. Rechichi C. Psychology of computer use: XXXVI. Visual discomfort and different types of worc at videodisplay terminals. *Percept. Mot. Skills* /C.Rechichi// -1996. -Vol. 82. - 3P 1 I. -P935-938.
27. Ким И.Н. Влияние электромагнитных полей на пользователя компьютерного оборудования/ И.Н.Ким, Е.В.Мереда// -Гигиена и санитария.- 2007. №1.С.44-48
28. Яворский А.В. Оценка функционального состояния экстраокулярных мышц по поляризационно-оптическим свойствам роговой оболочки глаз у пользователей видеодисплейных терминалов персональных электронно-вычислительных машин: автореф. дисс... канд. мед. наук/ А.В. Яворский. - Киев, -1994. -21с.
29. Котляр Н.Ю. Особенности развития зрительного утомления у профессиональных пользователей видеодисплейных терминалов в зависимости от вида поступающей информации: автореф. дисс... канд. мед. наук/ Н.Ю. Котляр. - М., 1997. - 21с.
30. Valatis R. Community computing perception of technology. *J. Telemed* / R.J. Valatis // -2000. -Vol.6 - Suppl.2.-P.805-835
31. Byers M. M. Computerizing your operatory. *New York State Dent. J.*, /M.M. Byers // - 2000. -Vol. 66. N-7. -P. 36-39
32. Кураев Г.А. Здоровье и образование / Г.А. Кураев // - С-Пб., 1999. - С.117-119
33. Розенблум Ю.З. Оптическая коррекция пользователей компьютеров: Методические рекомендации / Ю.З.Розенблум [и др.] // Русский офтальмол. журнал. -2000. -№1. -С.11-18
34. Jackson A.J. Vision screening, eye examination and riskassessment of display screen users in a large regional teaching hospital. *Ophtalmic Physiol. Opt* / A. J. Jackson [et al.]// - 1997.-Vol.17.-N3. -P. 187-195
35. Mbaye I. Enquete sur lapathologie liee a Tutilisation desecrans de visualization. *Dakar Med* / I. Mbaye [et al.] // -1998. - Vol.43. - N1. -P.37-40
36. Литвак И.И. Эргономическая безопасность при работе с компьютером. *Пробл. информ / И.И. Литвак* // - 1996. - № 3. - С.7-10
37. Crouch S.R. The amazing evalution of computerized instrumentation. *Annal. Chem* //S.R. Crouch// -2000.-Vol.72. -N17.-P.596A-603A
38. Saito S. Ergonomic evaluation of working postlire of VDT operation using personal computer with flat panel display bid / S. Saito [et al.]// *Health*.-1997.- Vol.35. -N2.-P. 264-270
39. Tokarski T. Practical application of ergonomic settings of typical computerized work stations. *Int. J. Occup. Safety Ergonom* / T. Tokarski // -2000.-Spec. P. 119-126
40. Ukai K. Indused pupillari hippos following near vision: increased occurrence in visual display unit workers. *Ergonomics* / K. Ukai [et al.]// -1997. -Vol.40.-Nil.-P.1201-1211
41. Acosta M.C. The influence of eye solutions on blinking and ocular comfort at rest and during work at video display terminals / M.C.Acosta, J.Sallar, C.Belmonte // *Exp. Eye Res.* - 1999. -Vol 68.-N 6. -P. 663-669
42. Liaw S.T. Computers education. *Aust. Fam. Physician* / S.T. Liaw // -2000. -Vol.29. -N8. -P. 802-805
43. Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления и перенапряжения и меры их профилактики: автореф. дисс... докт. биол. наук/ Т.А. Корнюшина. - М., 1999.-46с.
44. Sanchez - Roman F.R. Risk factors for asthenopia among computer terminal operators. *Salud. Publica Mex* / F.R.Sanchez-Roman [et al.]// -1996.-Vol. 38



Summary

Actual issues of effect of video display terminals on the vision

A.B. Babaev, Sh.K. Makhmadov

Problems of occupational users of video displays are among the most urgent problems of modern medicine as well as continually expanding the scope of computer technology and the rapid growth of the contingent of people involved in this process.

This review presents various aspects of the effects of video display terminals in the eyes of man, from asthenopia manifestations to objective changes in the visual system. However, still more research is needed to establish the criteria for safety and hygiene standards when working with computers, as well as prevention of violations of human visual function, especially in children.

Key words: video display terminals, computer syndrome, organ of vision, eye fatigue, prevention of eye syndrome

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

А.Б. Бабаев – заведующий кафедрой общей гигиены и экологии ТГМУ;
Таджикистан, г.Душанбе, ул. И.Сомони, 59; Тел.: (+992) 236-32-71