

УДК 617.7

ПОШАГОВАЯ ДИАГНОСТИКА АККОМОДАЦИОННО-ВЕРГЕНТНЫХ ДИСФУНКЦИЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРИТЕЛЬНОМ СИНДРОМЕ

© О.В. Сутормина

Ключевые слова: компьютерный зрительный синдром; астиопия; аккомодация; вергенция.

Обследованы 75 пользователей компьютером и 78 человек из контрольной группы. При объективном исследовании статистически значимым оказалось повышение уровня аккомодационных и вергентных дисфункций, причем аккомодационные дисфункции выявляются с высокой степенью вероятности ($P < 0,001$). Среди аккомодационных дисфункций выявлено превалирование недостаточности аккомодации (60,7 % среди всех аккомодационных нарушений).

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мировой практике накоплен большой фактический материал, указывающий на негативные физиологические аспекты применения видео-дисплейных терминалов (ВДТ), в частности дисплеев персональных компьютеров [1–2]. В 1998 г. в США Американской ассоциацией оптометристов был введен термин – *компьютерный зрительный синдром* (КЗС), описывающий специфические изменения, развивающиеся в органе зрения у пользователей мониторов и видеотерминалов [3–4]. В литературе имеется разноречивая информация о влиянии работы с дисплеем на зрение. Одни авторы, длительное время наблюдая за состоянием пользователей, не находят у них значительных функциональных изменений [5–6], другие, наоборот, указывают на прямую зависимость между интенсивностью зрительной работы и состоянием зрения [7].

Традиционно под КЗС подразумевается комплекс нарушений в системе «рефракция – аккомодация». Отмечено, что плоскость фокуса пользователя совпадает с точкой покоя аккомодации, и потому оператор вынужден постоянно перефокусироваться для получения четкого изображения на экране. Это приводит к развитию комплекса нарушений, в первую очередь, в системе «рефракция – аккомодация», который собственно и был назван КЗС [8]. Аккомодация и конвергенция – это область, которой было уделено значительное внимание исследователей КЗС. Обе эти функции обеспечиваются мышечными структурами и, как любая мышечная функция, имеют тенденцию уставать.

Известные особенности компьютерного изображения создают затруднения в работе аккомодации: точность изображения вызывает увеличение амплитуды нормальных колебаний аккомодации, светимость производит иллюзию удаленности, низкий контраст обуславливает снижение аккомодационного ответа [9], мелькание уменьшает точность аккомодационной установки [10], а размытость границ является стимулом к непрерывному поиску точки ясного видения [11, 12]. Ряд работ посвящен исследованию аккомодации [13–

17] и, в основном, изменениям абсолютной аккомодации, т. е. положению ближайшей (БТ) и дальнейшей (ДТ) точек ясного видения и, соответственно, их разности, т. е. объему абсолютной аккомодации (ОАА). Эти изменения были значительно более выражены у пользователей ВДТ, чем у лиц, не использующих в своей работе дисплеи [18–20].

Поскольку аккомодационный аппарат тесно связан с аппаратом вергенции, что, в частности, описывается всем известным АС/А отношением, то ожидаемо повышение уровня вергентных нарушений у пользователей мониторов.

Состояние бинокулярных функций у пользователей дисплеев, по мнению ряда авторов, подвергается тем же изменениям, что и при другой зрительно-напряженной работе: мышечное равновесие сдвигается либо в сторону экзофории [21], либо – эзофории; фузионные резервы (ФР) снижаются, ближайшая точка конвергенции (БТК) отодвигается [22]. S. Gur et al. в своем исследовании 1997 г. обнаружили большую частоту встречаемости нарушений фузионной вергенции, гетерофории и конвергентной недостаточности в группе пользователей компьютерами [23]. Однако более позднее исследование, проведенное E. Futyma в 2002 г., доказало, что длительная работа за монитором не вызывает изменений в аппарате аккомодации и конвергенции, а изменения, выявленные в предыдущих исследованиях, были вызваны, главным образом, утомлением от работы на ближней дистанции, а не прямым воздействием видеотерминала [24]. В своем исследовании R. Iribarren et al. получили похожие результаты [25].

По мнению M. Scheiman, превалирование аккомодационных дисфункций над вергентными является главной отличительной характеристикой нарушений, вызванных именно работой с мониторами [26].

Таким образом, существует большое число работ, в которых исследовались изменения аккомодации и конвергенции, однако их результаты весьма разноречивы и неопределенны. Это может быть объяснено отсутствием стандартизированных методик исследования этих функций, а также отсутствием общепринятой классификации такого рода нарушений. В большинстве

исследований изучаются только отдельные параметры аккомодации и вергенции (БТ, ДТ, ОАА, БТК, фория, редко ФР), а нозологическая диагностика не проводится.

Целью данного исследования является определение частоты встречаемости нозологических единиц аккомодационных и бинокулярных нарушений у профессиональных пользователей компьютеров.

МЕТОДЫ

Это перекрестное исследование было проведено среди 239 работников компании, в которой определялось высокое процентное содержание как профессиональных пользователей компьютерами, так и работников, не использующих их в своей работе.

Основными критериями отбора в первую группу (*группу наблюдения*) являлись:

- стаж работы с компьютером не менее 6 месяцев;
- длительность непрерывной работы за компьютером не менее 4 часов в день;
- возраст до 40 лет;
- отсутствие заболеваний глаз со снижением остроты зрения, амблиопии, постоянного косоглазия;
- отсутствие приема лекарственных препаратов, способных оказать влияние на аккомодацию или вергенцию.

Критерии отбора в контрольную группу были те же, за исключением двух первых.

В результате несоответствия данным критериям из анализа были исключены 87 испытуемых, прежде всего пресбиопов. Оставшиеся были распределены на 2 группы: группа наблюдения, которая включила 75 пользователей компьютером, и контрольная группа, которая включила 77 испытуемых, не использующих компьютер в своей работе.

Все исследования были сгруппированы в 3 блока:

- 1) стандартный офтальмологический осмотр;
- 2) пошаговое оптометрическое исследование аккомодационно-вергентных функций для дали и близи с помощью фороптера;
- 3) оптометрическое исследование аккомодационно-вергентных функций для близи без помощи фороптера.

Первый блок исследований включал биомикроскопию, непрямую офтальмоскопию с узким зрачком и определение цветоощущения с помощью пороговых таблиц. Кроме того, всем исследуемым проводилась авторефрактометрия на авторефрактометре HRK-7000A фирмы Huvits с последующей субъективной рефрактометрией с использованием фороптера для определения полной коррекции для дали. Все последующие исследования проводились с этой коррекцией, даже если исследуемый не использовал ее до этого в своей повседневной жизни.

Для реализации самого затратного по времени *второго блока исследований* использовался электронный фороптер HDR-700 фирмы Huvits, в меню «Edit Program» которого была создана программа пошаговой диагностики со следующим набором и последовательностью тестов:

- 1) определение характера зрения – тест Уорса;
- 2) определение горизонтальной фории для дали – горизонтальный тест Ван Грефе;

3) определение вертикальной фории для дали – вертикальный тест Ван Грефе;

4) определение положительного фузионного резерва для дали (амплитуда дивергенции);

5) определение отрицательного фузионного резерва для дали (амплитуда конвергенции);

6) определение точности аккомодации методом Бинокулярного Кросс-цилиндра;

7) определение отрицательной части относительной аккомодации;

8) определение положительной части относительной аккомодации;

9) определение горизонтальной фории для близи – тест Ван Грефе для близи;

10) определение положительного фузионного резерва для близи (амплитуда дивергенции);

11) определение отрицательного фузионного резерва для близи (амплитуда конвергенции).

Третий блок включал три исследования на ближней дистанции, которые традиционно проводятся без использования фороптера:

1) определение БТА методом Push up в модификации Push away. Регистрировались 2 БТА: для правого и левого глаза отдельно;

2) определение БТК с использованием аккомодационного стимула. Регистрировались 2 БТК: субъективная и объективная;

3) определение легкости аккомодации с использованием ± 2.0 флиппера. Регистрировалось количество циклов в минуту с дополнительным указанием той фазы теста, которая вызвала затруднения.

При анализе использовалась классификация Duane, согласно которой аккомодационные дисфункции делятся на:

- аккомодационную недостаточность;
- неустойчивость аккомодации;
- аккомодационную ригидность;
- эксцесс аккомодации.

При анализе вергентных дисфункций использовалась модифицированная классификация Duane, согласно которой вергентные дисфункции делятся на:

- недостаточность конвергенции;
- эксцесс дивергенции;
- основную экзофорию;
- эксцесс конвергенции;
- основную эзофорию;
- нарушение фузионной вергенции;
- вертикальную форию.

Для *статистического анализа* были использованы расчеты относительных показателей и их ошибок с последующей оценкой доступных различий с помощью *t*-критерия Стьюдента. Для этой цели была создана база данных полицейского учета в электронных таблицах Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обследованы 75 пользователей компьютером (36 мужчин и 39 женщин), средний возраст которых $28,3 \pm 1,1$ лет, и 77 человек из контрольной группы (41 мужчина и 37 женщин), средний возраст которых $31,1 \pm 0,8$ лет. Между группами не было выявлено статистически значимых различий по полу или возрасту

($t = 2,06$, $P < 0,05$). Частота аккомодационных и вергентных нарушений представлена в табл. 1.

Статистически значимыми оказались и аккомодационные и вергентные нарушения, причем аккомодационные нарушения выявляются с высокой степенью вероятности ($P < 0,001$) (табл. 2, 3).

Самой частой аккомодационной аномалией среди пользователей мониторами является недостаточность аккомодации (22,6 % в группе пользователей и 3,8 % в контрольной группе), и это единственная статистически значимая дисфункция.

Выявлена высокая частота недостаточности конвергенции (8 % среди всей группы пользователей и 31,6 % среди группы пользователей с вергентными нарушениями), однако ни одна из вергентных дисфунк-

ций не встретила в группе наблюдения со статистически значимой вероятностью.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании выявлен повышенный уровень как аккомодационных, так и вергентных нарушений в группе пользователей терминалами, однако статистически более значимым оказалось повышение уровня аккомодационных дисфункций. Превалирование аккомодационных дисфункций над вергентными является главной отличительной характеристикой нарушений, вызванных именно работой с мониторами [27]. Самой частой аккомодационной аномалией среди пользователей мониторами является недостаточность

Таблица 1

Частота аккомодационных и вергентных нарушений среди профессиональных пользователей компьютером (ГН) и участников контрольной группы (КГ) (%)

Группы		Нарушения			Всего
		аккомодационные	вергентные	норма	
ГН	P	37,3	25,3	37,3	100,0
	m	5,6	5,0	5,6	
КГ	P	6,5	10,4	83,1	100,0
	m	2,8	3,5	4,3	
t		4,9	2,4	6,5	
P		< 0,001	< 0,05	< 0,001	

Таблица 2

Частота отдельных аккомодационных нарушений среди профессиональных пользователей компьютером (ГН) и участников контрольной группы (КГ) (%)

Группы		Нарушения аккомодации				Всего
		недостаточность	неустойчивость	ригидность	эксцесс	
ГН	P	60,7	14,3	21,4	3,6	100,0
	m	9,2	6,6	7,8	3,5	
КГ	P	50,0	33,3	16,7	0,0	100,0
	m	20,4	19,2	15,2	0,0	
t		0,5	0,9	0,3	1,0	
P		< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	

Таблица 3

Частота отдельных вергентных нарушений среди профессиональных пользователей компьютером (ГН) и участников контрольной группы (КГ) (%)

Группы		Вергентные нарушения						Всего
		компенсированная основная экзофория	некомпенсированная основная экзофория	компенсированная основная эзофория	некомпенсированная эзофория	эксцесс конвергенции	недостаточность конвергенции	
ГН	P	10,5	5,3	36,8	10,5	5,3	31,6	100,0
	m	0,0	5,1	11,1	7,0	5,1	10,7	
КГ	P	22,2	11,1	33,3	11,1	0,0	22,2	100,0
	m	13,9	10,5	15,7	10,5	0,0	13,9	
t		0,8	0,5	0,2	0,0	1,0	0,5	
P		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	

аккомодации (22,6 % в группе пользователей и 3,8 % в контрольной группе), и это единственная статистически значимая дисфункция. Полученные данные совпадают с результатами исследований других авторов [7, 28]. Обращает на себя внимание относительно высокая частота встречаемости ригидности аккомодации (8 % у пользователей и 1,2 % в контрольной группе, что составляет 21,4 % всех аккомодационных нарушений). Это коррелирует с данными М. Scheiman [26].

При исследовании частоты отдельных вергентных нарушений среди профессиональных пользователей компьютером выявлена высокая частота недостаточности конвергенции (8 % среди всей группы пользователей и 31,6 % среди группы пользователей с вергентными нарушениями), что совпадает с данными А.А. Фейгина, S. Gur, D. Trusiewicz с соавторами [7, 23, 28]. Однако ни одна из вергентных дисфункций не встретилась в группе наблюдения со статистически значимой вероятностью. Кроме того, отмечена высокая частота компенсированной основной эзофории (9,3 % среди всей группы пользователей и 36,8 % среди группы пользователей с вергентными нарушениями), что стало неожиданным результатом исследования. Высокая частота встречаемости небольших степеней эзофории наблюдалась при недостаточности аккомодации (41,2 % компенсированной эзофории при недостаточности аккомодации). На данное сочетание обращали внимание ряд авторов [26]. М. Scheiman считает, что это связано с усилением иннервации аккомодационной конвергенции для снижения расфокусировки вследствие недостатка аккомодации.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало, что статистически значимым среди профессиональных пользователей компьютером оказалось повышение уровня аккомодационных и вергентных дисфункций, причем аккомодационные дисфункции выявляются с высокой степенью вероятности ($P < 0,001$). Среди аккомодационных дисфункций выявлено превалирование недостаточности аккомодации (60,7 % среди всех аккомодационных нарушений), что коррелирует с данными других авторов [7, 28]. Программа пошаговой диагностики аккомодационно-вергентных нарушений применима в условиях клинической практики для выяснения причины астиопии при КЗС.

ЛИТЕРАТУРА

- Piccoli B. ICOH Scientific Committee. A critical appraisal of current knowledge and future directions of ergophthalmology: consensus document of the ICOH Committee on «Work and Vision» // *Ergonomics*. 2003. V. 46. № 4. P. 384-406.
- Travers P.H., Stanton B.A. Office workers and video display terminals: physical, psychological and ergonomic factors // *AAOHN J.* 2002. V. 50. № 11. P. 489-493.
- Computer Vision Syndrome // *Review of Optometry*. 1997. Sept. 15. P. 81-88.
- Chiasson M.N. The health planning contest and its effect on a users perception of software usefulness // *Canad. J. Publ. Health*. 2000. V. 91. № 3. P. 225-228.
- Дочев Д. Влияние дисплея на зрительный анализатор // *Офтальмо-эргономика: итоги и перспективы*. М., 1991. С 28-29.
- Фатхутдинова Л.М., Амиров Н.Х. Физиологическое обоснование допустимой продолжительности работы за видеотерминалом // *Медицина труда и промышленная экология*. 1994. № 1. С. 20-24.
- Фейгин А.А., Зак П.П., Корнюшина Т.А., Розенблюм Ю.З. [и др.] Применение у пользователей дисплеев очков со спектральным фильтром // *Физиология человека*. 1997. Т. 23. № 6. С. 12-17.
- Wimalasundera S. Computer vision syndrome // *Galle Medical Journal*. 2006. V. 11. № 1.
- Marcus M., McChesney R., Golden A., Landrigan P. Video display terminal and miscarriage // *J. Am. Med. Women's Assoc.* 2000. Spring. V. 55 (2). P. 84-88, 105.
- Krueger H., Sancin E., Kohl H. Viewing distance and visual axis // *Work with Display Units. Proceedings. International scientific conference*. Stockholm, 1986. P. 1009-10011.
- Hack M., Brown J., Mahon J.K., Kwong R., Hewitt R. Performance of High-efficiency AMOLED Displays // *J. of Soc. For Inform. Display*. 2001. № 6. P. 11-19.
- Tapiagorn S., Saito S. Visual comfort in VDT operation: physiological resting states of the eye // *Ind-Health*. 1993. № 31 (1). P. 13-28.
- Миляевская Т.И. Формирование миопии у пилотов гражданской авиации и пути профессиональной реабилитации: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1992.
- Мордовinov А.Г. Гигиеническое обоснование режима учебных занятий с применением компьютеров для учащихся старших классов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1990. 19 с.
- Парфенова Н.П. Офтальмологические основы подбора прогрессивных очков: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2003. 21 с.
- Iwasaki T., Kurimoto S. Influence of visible and invisible flicker on floating accommodation // *Work with Display Units. Proceedings. International scientific conference*. Stockholm, 1986. P. 387-390.
- Nakazawa T., Okubo Y., Sawazono Y. [et al.] Association between deterioration of daily VDT use and subjective symptoms // *Amer. J. Ind. Med.* 2002. V. 42 (5). P. 421-426.
- Knave B.C. [et al.] // *Scand. J. Work Environ. Health*. 1985. V. 11. P. 454-474.
- Knave B.C. [et al.] Eye strain and VDU work. Preliminary results an epidemiological study of 550 office employees // *Probl. Industr. Med. Ophthalmol. Stuttgart*, 1987. № 8/9. P. 423-430.
- Laubli T., Hunting W., Ghandjeah E. // *Ergonomics*. 1981. V. 24. P. 933-944.
- Scullica L., Rechichi C., De-Moja C.A. Protective filters in the prevention of asthenopia at a video display terminal // *Percept. Mot. Skills*. 1995. V. 80 (1). P. 299-303.
- Waardemburg P.J. Genetics and ophthalmology. Ch. CXII. Total refraction and the variability of its individual components. L., 1963.
- Gur S., Ron S., Heicklen-Klein A. Objective evaluation of visual fatigue in VDU workers // *Occup. Med.* 1994. V. 44 (4). P. 201-204.
- Futyma E., Prost M.E. Evaluation of the visual function in employees working with computers // *Klin Oczna*. 2002. V. 104 (3-4). P. 257-259.
- Iribarren R., Iribarren G., Fornaciari A. Visual function study in work with computer // *Medicina*. 2002. V. 62 (2). P. 141-144.
- Scheiman M., Wick B. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative and Eye Movement Disorders. 3-rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Scheiman M. Accommodative and binocular vision disorders associated with video display terminals: diagnosis and management issues // *J. Am. Optom. Assoc.* 1996. V. 67 (9). P. 531-539.
- Trusiewicz D., Niesluchowska M., Makszewska-Chetnik Z. Eyestrain symptoms after work with a computer screen // *Klin Oczna*. 1995. V. 97. P. 343-5.

Поступила в редакцию 10 апреля 2012 г.

Sutormina O.V. TURN-BASED DIAGNOSTIC OF ACCOMMODATIVE-VERGENCE DYSFUNCTION ON COMPUTER VISION SYNDROME

75 computer users and 78 persons from a control group were examined. During objective examinations increasing of level of accommodative and vergence dysfunction was statically significant and accommodative dysfunction may be detected very exactly ($P < 0.001$). The prevalence of insufficiency of accommodation (60.7 % of all accommodative disorders) were detected among the accommodative dysfunctions.

Key words: Computer Vision Syndrome; asthenopia; accommodation; vergence.