

УДК 614.876

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У РАБОТНИКОВ ВИДЕОДИСПЛЕЙНЫХ ТЕРМИНАЛОВ В ДИНАМИКЕ СМЕНЫ

Тебенова К.С., Ильясова Б.И., Заркенова Ж.Т., Заркенова Л.С.

РГП «Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова», Караганда,  
e-mail: tebenova@mail.ru

Осуществлена оценка состояния центральной и периферической гемодинамики у работников видеодисплейных терминалов в динамике рабочей смены в условиях операторской деятельности. Интенсивные интеллектуальные, информационные и сенсорные нагрузки вызывают напряжение функциональных резервов организма, постепенное усиление уровня централизации регуляторных механизмов системы кровообращения у телефонисток на протяжении смены. Реакции системы гемодинамики работников связи подтвердились постепенным нарастанием напряжения систем регуляции организма, которое в конце смены было выявлено у большей части телефонисток.

**Ключевые слова:** видеодисплейный терминал, оператор связи, сердечно-сосудистая система, рабочая смена, стаж

## FUNCTIONAL CONDITIONS OF THE CIRCULATORY SYSTEM OF THE VIDEO DISPLAY TERMINAL WORKERS IN THE DYNAMICS OF SHIFTING

Tebenova K.S., Ilyasova B.I., Zarkanova Z.T., Zarkanova L.S.

Karaganda State University named after Y.A. Buketov, Karaganda, e-mail: tebenova@mail.ru

There was held the assessment of the state of the central and peripheral hemodynamics of the video display terminal workers in the dynamics of shifting under the conditions of operator activity. Intensive intellectual, informational and sensory loads cause tension of the functional reserves of the organism and gradual increase of the level of centralization of circulatory system regulatory mechanisms of the telephonists during the shift. The feedbacks of the hemodynamics systems of network operators were confirmed by gradual growth of tension of organism's regulatory systems, which was identified at the end of the shift to be possessed by the majority of telephonists.

**Keywords:** video display terminal, network operator, cardio-vascular system, work shift, record of service (experience)

Производственный процесс на современных автоматизированных телефонных станциях (АТС), как и во многих производственных сферах, характеризуется массовой компьютеризацией и активным использованием в профессиональной деятельности операторов связи видеодисплейных терминалов (ВДТ). Массовое распространение компьютеров, при всех плюсах этого явления, не позволяет забывать и о ряде отрицательных факторов, воздействующих на людей, проводящих рабочий день перед дисплеем. Интенсивные интеллектуальные, информационные и сенсорные нагрузки требуют значительного напряжения функциональных резервов организма, что проявляется в дисфункции и физиологических сдвигах ведущих сопряженных систем. Поэтому выявление, оценка влияния и разработка мер по устранению или минимизации вредных воздействий от видеодисплейных терминалов (ВДТ) сегодня приобрели еще большее значение, чем несколько лет назад.

**Цель исследования.** Целью научного исследования явилось проведение оценки

состояния центральной и периферической гемодинамики у работников ВДТ в динамике рабочей смены.

### Материалы и методы исследования

Обследованием, которое проводилось в динамике рабочей смены, было охвачено 250 женщин, в числе которых 147 телефонисток Центра инфосервиса и 103 оператора связи Центра информационной поддержки потребителей и качества услуг, являющихся профессиональными пользователями видеодисплейных терминалов. Средний возраст работниц составлял  $42,12 \pm 1,23$  лет. Контрольную группу составили 95 медицинских работников. Параметры центральной гемодинамики операторов связи были изучены традиционными клиническими методами исследования (10 гемодинамических параметров). Определялась пальпаторно частота сердечных сокращений (ЧСС). Регистрировалось методикой Кроткова артериальное давление – систолическое (САД), диастолическое (ДАД). Рассчитывались показатели гемодинамики: пульсовое давление (ПД), среднединамическое давление (СДД), систолический объем крови (СОК), минутный объем крови (МОК), периферическое сопротивление сосудов (ПСС), индекс недостаточности кровообращения (ИНК), вегетативный индекс Кердо (ВИК). Всего 2500 человеко-исследований.

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

Данные исследований показали формирование производственного напряжения, характеризующегося высокими уровнями функционирования кардиореспираторной системы, что сопровождалось ростом физиологической стоимости работы в динамике рабочей смены.

Как видно, частота дыхания (ЧД) на начало смены составила  $18,0 \pm 0,45$  циклов в минуту, а к концу смены –  $19,5 \pm 0,96$  циклов в минуту, что было на 8% выше, чем на начало смены (таблица).

щений, минутного объема кровообращения, один из наиболее информативных физиологических показателей – систолическое артериальное давление [5]. К концу смены наблюдалось увеличение как систолического (на 14,5%), так и диастолического (на 12,3%) давления, составивших значения  $130,7 \pm 13,31$  мм. рт. ст. и  $89,52 \pm 6,52$  мм. рт. ст., соответственно. Имело место и повышение пульсового давления (ПД) с  $33,5 \pm 2,03$  мм. рт.ст. на начало смены до  $41,2 \pm 3,62$  мм. рт.ст. в конце рабочей смены, за счет возрастания САД и ДАД к завершению сменной работы. Изменения коснулись и показателя среднединамического давления (СДД), зна-

Показатели функционального состояния кардиореспираторной системы у работников ВДТ в динамике рабочей смены ( $M \pm m$ )

Показатель, единицы измерения	Работники ВДТ		Медработники (контроль)	
	В начале смены	В конце смены	В начале смены	В конце смены
ЧД, дых/мин	$18,0 \pm 0,45$	$19,5 \pm 0,96^*$	$17,9 \pm 0,7$	$17,9 \pm 0,7$
ЧСС, уд/мин	$68,4 \pm 1,13$	$76,44 \pm 1,42$	$66,0 \pm 2,74$	$69,0 \pm 2,74$
САД, мм рт.ст.	$112,0 \pm 2,05^*$	$130,7 \pm 13,31^*$	$116,02 \pm 7,6$	$123,02 \pm 7,6$
ДАД, мм рт.ст.	$78,5 \pm 2,53$	$89,52 \pm 6,52$	$83,3 \pm 4,9$	$84,3 \pm 4,9$
ПД, мм рт.ст.	$33,5 \pm 2,03$	$41,2 \pm 3,62$	$23,1 \pm 6,1$	$23,1 \pm 6,1$
СДД, мм рт.ст.	$93,0 \pm 1,77$	$106,8 \pm 4,15$	$104,7 \pm 4,6$	$104,7 \pm 4,6$
СОК, мл	$32,6 \pm 1,24$	$67,47 \pm 1,74^*$	$63,6 \pm 3,8$	$63,6 \pm 3,8$
МОК, мл	$3614,16 \pm 115,89$	$5297,14 \pm 143,12^*$	$4935,4 \pm 479,8$	$4935,4 \pm 479,8$
ПСС, дин/см <sup>2</sup> с	$2382,24 \pm 110,38$	$1604,36 \pm 79,84$	$1741,7 \pm 203,9$	$1741,7 \pm 203,9$
ИНК, у.е.	$1,4 \pm 0,04$	$1,7 \pm 0,08$	$1,63 \pm 0,13$	$1,63 \pm 0,13$
ВИК, %	$-5,3 \pm 2,62^*$	$-16,8 \pm 4,2^*$	$-5,1 \pm 10,4$	$-10,3 \pm 10,4$

Примечание. Достоверность различий \* ( $p < 0,05$ ).

К тому же, значения данного показателя достоверно выше, чем у лиц группы контроля, хотя превышение было незначительным. Вместе с тем, в динамике смены отмечалось повышение показателя ЧСС на  $8,04 \pm 1,3$  ударов в минуту, свидетельствуя об учащении сердцебиения, как результат некоторой дисфункции в динамических колебаниях структур, участвующих в регуляции ритмом сердца.

Очень тонко отражает изменения, связанные с состоянием регуляторов периферического сосудистого сопротивления, активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, тонуса вазомоторного центра, силы сердечных сокра-

чения которого в конце смены увеличились на 13%, составив  $106,8 \pm 4,15$  мм. рт. ст., свидетельствуя о централизации регуляторных механизмов системы кровообращения и, тем самым, способствуя регуляции и уравновешиванию всех временных значений давления работников ВДТ на протяжении одного сердечного цикла. Систолический и минутный объемы крови (СОК, МОК) также имели тенденцию к увеличению: СОК до  $67,47 \pm 1,74$  мл, МОК до  $5297,14 \pm 143,12$  мл, что было обусловлено, по всей вероятности, учащенной работой сердца и уменьшением сопротивления периферических сосудов. Анализ корреляционных связей показал

следующее: ( $r=-0,45$ ;  $p<0,05$ ). В работах ряда авторов показана зависимость МОК от уровня потребления кислорода тканями [1], увеличивающегося при информационных нагрузках. Поскольку любое эмоциональное напряжение сопровождается активацией окислительно-восстановительных и обменных процессов в организме, что требует повышенного потребления кислорода, то наблюдается линейное повышение ЧСС и МОК. Наблюдаемое нами повышение САД и ДАД, следствием которого является обеспечение оптимального уровня АД, также свидетельствует об адекватной гиперфункции сердца, обеспечивающей энергетический баланс организма.

Анализ периферической системы кровообращения показал значительное снижение сопротивления сосудов (ПСС) в динамике смены (на 32,6%): с  $2382,24 \pm 110,38$  дин/см<sup>2</sup>·с до  $1604,36 \pm 79,84$  дин/см<sup>2</sup>·с. При этом индекс недостаточности кровообращения (ИНК) в течение смены имел тенденцию к росту, свидетельствуя о функциональном напряжении в системе кровообращения, что в свою очередь способствовало мобилизации компенсаторных механизмов организма работников связи.

Показатель вегетативного индекса Кердо (ВИК) у работников ВДТ в динамике смены находился в зоне отрицательных значений, свидетельствуя о преобладании парасимпатического тонуса в регуляции работы сердечно-сосудистой системы. Подобные изменения ассоциируются с напряжением системы кровообращения и симпатoadrenalовой системы, имеющим тенденцию роста при активации умственной деятельности [3] и снижении адаптационных резервов указанных систем или же при ухудшении состояния нервной системы [2], что непременно ведет к утомлению организма.

Для выявления возрастных и стажевых особенностей изменений гемодинамики работники ВДТ службы АО «Казахтелеком» с учетом возраста были ранжированы на 3 группы: I группа – до 35 лет; II группа – 36-45 лет; III группа – 46 лет и больше, с учетом стажа: I группа – до 10 лет; II группа – 11 – 20 лет; III группа – 21 и более лет. С учетом возрастных особенностей было выявлено, что в динамике рабочей смены у работников ВДТ I группы показатель ЧД находился в пределах физиологической нормы и существенно не изменялся. на конец смены у рассматриваемой I группы повысились следующие показатели: САД на 22,0%, ИНК на 24,2%, АД на 29%, СДД

на 22,5%, СОК на 17,7%, МОК на 16,7%, ПСС на 2,5%, при этом значения ЧСС в конце смены снизились на 6,1%. ВИК на начало смены имел положительные значения. Быстрое и соразмерное повышение САД и ДАД свидетельствуют о высокой сократительной способности миокарда. Одной из причин повышения АД в данной ситуации можно считать дисгармонию между изменениями сердечного выброса и периферическим сосудистым сопротивлением. Согласно данным литературы, в оформлении артериальной гипертензии при интеллектуальной нагрузке высшая роль отводится механизмам, лимбико-ретикулярному комплексу и эмоциональным зонам гипоталамуса [3]. Согласно этому эмоциональный производственный стресс является фактором, вносящим весомый вклад в развитии гипертензии. Повышенное АД связано преимущественно с усилением работы миокарда и умеренной симпатической активацией регуляторных механизмов, вызванный психоэмоциональным напряжением, что свидетельствует об адекватной мобилизации компенсаторных механизмов организма в стрессорной ситуации. на конец смены у лиц II группы повысились следующие показатели: ДАД на 3,2%, СДД на 0,7%, СОК на 29,3%, МОК на 31,7%. Понижились к концу смены: САД на 0,4%, ВИ на 23,9%, ИНК на 6,2%, АД на 10,6%, ПСС на 32,9%. Показатели ЧД и ЧСС в динамике смены находились в пределах одних значений. У операторов III возрастной группы в конце смены повысились такие показатели как: ЧД на 3,4%, ЧСС на 0,3%, САД на 4,2%, ДАД на 3,5%, СДД на 0,8%, СОК на 40,8%, МОК на 43,0%. Понижились: ВИ на 32,2%, ИНК на 4,9%, АД на 0,9%, ПСС на 48,2%.

Как показывает динамика показателей сердечно-сосудистой системы у работников ВДТ на протяжении стажа в I стажевой группе (до 10 лет) к концу смены повысились следующие показатели: ЧД на 1,1%, СОК на 20,3%, ИНК на 2,1%, МОК на 12,5%. Понижились: ЧСС на 8,0%, САД на 6,5%, ДАД на 6,5%. ВИК имел положительные значения и в конце смены снижался на 75,8%, АД на 10,2%, СДД на 15,5%, ПСС на 19,4%. У работников ВДТ II стажевой группы (с 11-20 лет) отмечалось повышение значений следующих показателей к концу смены: ЧД на 5,2%, САД на 5,7%, ДАД на 4,8%, ВИК на 62,5%, ИНК на 4,9%, АД на 2,6%, СДД на 5,7%, СОК на 27,5%, МОК на 27,2%. Понижились значения показателя ПСС на 26,4%. При этом, повышение

артериального давления не сопровождалось увеличением ЧСС, а напротив значения снизились на 2,5%. К тому же увеличение ЧСС иногда не соответствовало отклонениям АД. Данные сосудистые изменения следует рассматривать как проявление несогласованности вегетативных регуляторных механизмов вследствие повышения интенсивности информационно-сенсорных нагрузок. У работников ВДТ III группы (21 и выше) после смены повысились: ЧСС на 0,7%, САД на 5,3%, ДАД на 7,2%, СДД на 5,4%, СОК на 33,6%, МОК на 37,0%. Вместе с тем, понизились значения показателей ИНК на 2,3%, ПСС на 37,4%. Значения показателей ЧД, ВИК, ПД в динамике смены никаких изменений не претерпевали. Подобную вазомоторную неустойчивость можно объяснить тем, что воздействие комплекса производственных факторов при работе с ВДТ в сочетании с интеллектуальными нагрузками и высоким психо-эмоциональным напряжением, способствует снижению силы внутреннего торможения в коре головного мозга с одновременным процессом возбуждения. Прессорная реакция указывает на наличие в вазомоторном аппарате предпатологического инертного очага возбуждения, что подтверждается изменением интрацеребрального взаимодействия, нарушением баланса между тонусом корковых и подкорковых структур.

Адаптационный потенциал (АП) – количественное выражение уровня функционального состояния организма и его систем, характеризующее его способность адекватно и надежно реагировать на комплекс неблагоприятных факторов при экономной трате функциональных резервов, что позволяет предотвратить предпатологические состояния. Нарушение регуляторных процессов приводит сначала к функциональным, а затем и к морфологическим изменениям трех свойств биологических систем: уровня функционирования, функциональных резервов и степени напряжения регуляторных механизмов. Кроме того, имеется возможность отнесения обследуемых к одному из 4-х функциональных состояний по принятой в донозологической диагностике классификации [4].

По результатам исследований, проведенных в начале смены, у 39,9% работников ВДТ было выявлено значение интегрального показателя активности регуляторных систем от 2 (16,5%) до 3 (23,4) баллов, что соответствовало состояниям нормального уровня регуляции и умеренного функцио-

нального напряжения или физиологической нормы и удовлетворительной адаптации.

Известно, что уровень функционального напряжения при значениях ПАРС, равных от 1 до 3, соотносится с состоянием оптимального или рабочего напряжения систем регуляции, необходимого для поддержания активного равновесия организма со средой. У 58% работников ВДТ было выявлено состояние функционального напряжения (ПАРС= 4-7), из которых 43% находятся в донозологическом состоянии. При этом у 11,3% из 58% обнаружено состояние выраженного напряжения регуляторных систем (ПАРС=4), при котором организм работников ВДТ нуждался в дополнительных функциональных резервах. У 17% обследованных лиц системы регуляции находились в состоянии резко выраженного напряжения (ПАРС=5), что было связано с активной мобилизацией защитных механизмов. У 14,7% работников ВДТ выявлено состояние перенапряжения, свидетельствуя о недостаточности защитно-приспособительных резервов организма (ПАРС=6).

Состояние выраженного перенапряжения регуляторных систем или неудовлетворительной адаптации (ПАРС=7) в начале смены регистрировали у 15% работников ВДТ. У 1,1% и 1% обследованных лиц было выявлено состояние истощения и выраженного истощения регуляторных систем (ПАРС=8 и 9, соответственно). 16,1% работников ВДТ в начале смены находились в состоянии предболезни и по указанной донозологической диагностике у них могли быть обнаружены характерные признаки болезни.

Оценка состояния регуляторных систем организма работников ВДТ в динамике смены выявила изменения суммарного эффекта регуляции. К концу смены состояние оптимального напряжения было выявлено у меньшего числа работников ВДТ (31,0%), за счет роста числа работников ВДТ, находящихся в состоянии функционального напряжения (35,5%) и в состоянии перенапряжения (31,2%). Число работников ВДТ, у которых было обнаружено состояние истощения регуляторных механизмов, выросло до 3,3%. Это свидетельствовало о доминировании специфических патологических изменений и поломке адаптационных механизмов саморегуляции. По результатам исследования АП у работников ВДТ АО «Казахтелеком», длительное напряжение систем регуляции организма ведет к их истощению. Переход от состояния здоро-

вья к состоянию болезни, иначе говоря, от нормы к патологии, представляет собой постепенный процесс повышения физиологической «цены» адаптации организма к изменившимся условиям внешней и внутренней среды. Динамика адаптационного потенциала у работников ВДТ к концу смены отражала значительное перенапряжение и истощение регуляторных систем. Метод определения адаптационного потенциала и донозологической диагностики по классификатору типа «Светофор» позволил определить степень перенапряжения систем организма, оценить восстановление организма после нагрузок различной интенсивности, а также степень остаточных изменений.

### Заключение

Таким образом, выявленное возрастание САД и ДАД отражало постепенное усиление уровня централизации регуляторных механизмов системы кровообращения у телефонисток на протяжении смены, сопровождаясь увеличением систолического и минутного объема, что было обусловлено уменьшением сопротивления периферических сосудов при преобладании парасимпатического тонуса в регуляции. Дисгармонию между изменениями сердечного выброса и периферическим сопротивлением у малостажированных работников ВДТ в конце смены проявляло повышение АД при возрастании ИНК, хотя известно, что повышенное АД с усилением работы миокарда и умеренной симпатической активацией регуляторных механизмов, вызванный

психоэмоциональным напряжением, свидетельствует об адекватной мобилизации компенсаторных механизмов организма в стрессорной ситуации. Адекватно реагировали на производственную деятельность только лица II группы, а у лиц III группы отмечали резкое снижение ПСС и усиление ИНК. Неадекватность реакции системы гемодинамики работников ВДТ подтверждалось и постепенным нарастанием напряжения систем регуляции организма, которое в конце смены было выявлено у большей части телефонисток, причем отклонения, возникающие в регулирующих системах, предшествовали гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и, следовательно, являются наиболее ранними прогностическими признаками неблагоприятного оператора.

### Список литературы

1. Бобко Н.Т. Состояние сердечно-сосудистой системы у диспетчеров электрических сетей // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 3. – С. 8-11.
2. Большакова В.А. Оценка влияния условий труда на функциональное состояние органа зрения пользователей персональных электронно-вычислительных машин: Автореф. дис. канд. мед. наук. – М., 2005. – 23 с.
3. Вишневский А.М., Каляда Т.В., Соколов Г.В., Разлётова А.Б. Экспериментальное исследование влияния внешнего магнитного поля на временную нестабильность изображения дисплея // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 12. – С. 21-23.
4. Котляр Н.Ю., Суворов В.Г. Особенности развития утомления у профессиональных пользователей видеодисплейных терминалов // Медицина и промышленная экология. – 1999. – № 7. – С. 20-24.
5. Русин М.Н. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников, подвергавшихся воздействию электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц: Автореф. ... дис. канд. мед. наук – Казань, 2002. – 16 с.