

© 2010 г. Моргалев Ю.Н., Моргалева Т.Г. Яранцева Н.А., Моргалев С.Ю.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ С УРОВНЕМ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ\***

*Определены изменения в системе циркуляторного обеспечения деятельности мозга в результате двухчасовой работы в компьютерном классе у студентов второго курса. Сопоставление степени неблагоприятных изменений церебральной гемодинамики с уровнем функциональных резервов основных систем организма показало, что наиболее устойчивыми являются индивидуумы с повышенным индексом напряжения, с высоким качеством физического развития, с высокой устойчивостью психо-эмоциональной сферы и высоким уровнем общего функционального резерва.*

*Ключевые слова: компьютерная форма обучения, функциональный резерв, циркуляторное обеспечение, повышение функциональной устойчивости, церебральная гемодинамика.*

Использование компьютерных технологий как современной системы средств обучения и повышения эффективности профессиональной подготовки и производственной деятельности стало неотъемлемым социообразующим фактором. Значимая роль при этом принадлежит поиску информации с использованием интернет-технологий. В настоящее время, особенно на удаленных территориях Сибири, новейшие интернет-технологии открывают огромные информационные возможности и становятся одним из важнейших способов доступа к образовательным, культурным и социальным ресурсам, тем самым, позволяя несколько нивелировать социокультурный разрыв, как между социальными группами, так и между территориями. Необратимость процесса компьютеризации требует изменения парадигмы социально-медицинского подхода: если на предыдущем этапе основное внимание уделялось предупреждению негативных

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект 10-06-64602а/Т "Расширение психо-физиологических возможностей обучающихся при компьютерном доступе к социокультурным ресурсам"

последствий взаимодействия человека с компьютером в основном путем нормирования длительности работы на компьютере или создания защитных приспособлений [1], то в настоящее время наиболее актуальным является разработка методов адаптации человека к деятельности в компьютеризированной среде. Это требует выявления не только патологических, но и физиологических отклонений, оптимизации взаимодействия человек-компьютер на основе индивидуальных психофизиологических характеристик пользователя и разработки способов увеличения времени эффективной работы на компьютере.

В современной литературе представлены убедительные данные о негативном влиянии компьютеров на здоровье обучающихся [1,2]. Большинство работ посвящено изучению влияния таких факторов, как напряжение зрительного анализатора, длительная концентрация на выполнении когнитивных функций, продолжительная гиподинамия, статическое напряжение мышц, влияние ЭМ излучения мониторов и т.д. При этом в настоящее время остается не изученным вопрос о влиянии Интернет-технологий и других экранных продуктов на психофизиологическое состояние обучающихся и вопрос взаимосвязи характера изменения психофизиологического состояния с уровнем функциональных резервов пользователя.

Поэтому все более актуальными становятся исследования по оценке влияния современных компьютерных технологий обучения на состояние основных систем организма. Еще большую актуальность представляет проблема разработки методов профилактики и коррекции неблагоприятных отклонений, возникающих в организме при работе с использованием компьютерных технологий, в том числе использование интернет-технологий. В данном исследовании в качестве основных индикаторов функциональных изменений при работе на компьютере используются параметры церебральной гемодинамики.

В исследованиях приняли участие 69 студентов второго курса. В качестве нагрузки использовали стандартное двухчасовое (академический час - 45 мин.) занятие в компьютерном классе: поиск в Интернет информации по заданной теме. Индекс напряжения определяли с помощью компьютерного кардиографа «Поли-Спектр» по кардиограмме, регистрируемой во втором стандартном отведении. Для оценки реактивности вегетативной нервной системы использовали ортостатическую пробу. Регистрацию параметров церебральной гемодинамики проводили с помощью компьютерного реографа

«Реан-Поли» по 6-электродной схеме, позволяющей оценивать гемодинамику отдельно в бассейнах сонных и позвоночных артерий. Используются только временные и относительные амплитудные характеристики реографической волны, т.к. абсолютные значения импеданса (например, реографический индекс) существенно зависят как от техники установки электродов, так и от электролитного состава тканей. При интерпретации результатов обработки реоэнцефалограммы принято, что показатель периферического сопротивления сосудов (ППСС) характеризует общее сопротивление сосудов мозга или отдельных бассейнов, время распространения пульсовой волны (ВРПР) – эластические свойства и тонус магистральных артерий (сонных и позвоночных). Модуль упругости (МУ) отражает изменения тонуса главных артерий мозга – передних средних и задних, показатель эластичности сосудов (ПЭС) характеризует тонус пиллярных артерий. Тонус внутримозговых сосудов – артериол и венул – отражается соответственно в показателях диастолического индекса (ДКИ) и диастолического индекса (ДСИ). Индекс венозного оттока (ИВО) позволяет оценить эффективность венозного дренажа тканей мозга.

Для оценки функциональных резервов организма использован комплекс методик, реализованных в разработанной нами Информационной системе для мониторинга адаптационных способностей и функциональных резервов организма человека (Авт.свид. № 2007610578), и позволяющий оценивать:

а) Антропометрические параметры: пропорциональность и симметричность телосложения; тип осанки; наличие и выраженность признаков сколиоза, деформации стопы; индекс массы тела; наличие признаков абдоминальности; индексы жизненный, относительной силы, Скибинской.

б) Параметры сердечно-сосудистой системы: наличие гипо- или гипертензии; тип и степень выраженности нейро-циркуляторной дистонии; вегетативный баланс; вегетативная реактивность; вегетативное обеспечение; адаптационный потенциал системы кровоснабжения; устойчивость к физической нагрузке.

в) Параметры системы внешнего дыхания: задержки дыхания на вдохе и выдохе; наличие и степень выраженности признаков рестрикции и обструкции.

г) Параметры желудочно-кишечного тракта: наличие и выраженность дисфункций желудка, желчного пузыря, печени, тонкого и толстого кишечника, поджелудочной железы; дисбактериоза.

д) Параметры эндокринной системы: выраженность признаков дисфункции щитовидной и поджелудочной железы.

е) Показатели психо-эмоционального статуса: уровень реактивной и личностной тревожности; наличие и степень выраженности депрессивных состояний, психического утомления и психо-эмоционального стресса.

Оценка всех параметров производится в количественной шкале, соответствующей состояниям: «норма - донозологическое состояние - преморбидное состояние - клинически значимые отклонения». Итоговой формой является количественная оценка сохранности функциональных резервов физиологической системы и общий функциональный резерв организма человека.

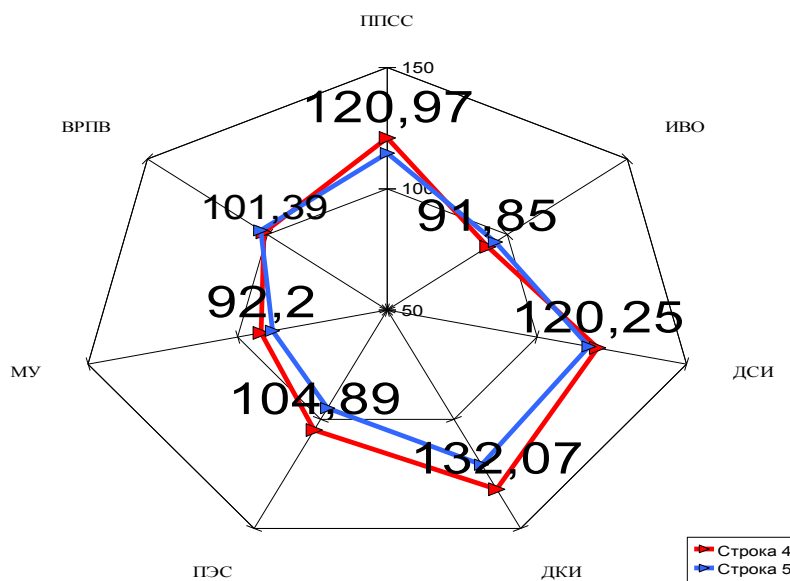
Персональный компьютер как универсальное обучающее средство используется при организации различных по содержанию учебных. Общеизвестна концепция о том, что сердечно-сосудистая система является индикатором состояния и адаптации организма к различным условиям деятельности. Ранее нами показано, что индикатором степени устойчивости организма при действии внешних факторов является уровень взаимосвязи в деятельности сопряженных контуров системы кровоснабжения головного мозга. Именно церебральная, а не центральная гемодинамика, является, с одной стороны, лимитирующим фактором при адаптации организма, а с другой – индикатором и маркером перестроек регуляторных процессов [2]. Церебральная гемодинамика является интегратором основных влияний, сопровождающих когнитивные процессы: как эндогенных (изменение активности и метаболизма клеточных элементов коры головного мозга), так и экзогенных по отношению к ней (изменение активности механизмов центральной гемодинамики и вегетативной нервной системы при действии внешних факторов) [3].

Установлено, что наиболее существенное повышение тонуса внутримозговых сосудов происходит в бассейне сонных артерий (в лобных и центральных долях), что соответствует снижению метаболических потребностей в долях мозга, ответственных за ассоциативные процессы и регуляцию мышечного тонуса скелетной мускулатуры

Достоверно уменьшающееся кровоснабжение коры головного мозга, свидетельствует о развитии утомления и сопровождается снижением тонуса симпатического звена ВНС. Эти данные позволили прийти к заключению о существенном утомлении студентов в ходе двухчасового занятия на компью-

терах. Также было показано, что 15-минутной перемены не достаточно для восстановления после занятия. Сопоставление с практическим занятием без использования компьютеров приводит к значимому изменению параметров церебральной гемодинамики. Достоверное, но незначительное уменьшение тонуса главных артерий мозга (передних, средних и задних) до 91% от фонового уровня связано со снижением общего активирующего влияния симпатического звена вегетативной нервной системы. Длительности 15-минутной перемены вполне достаточно для восстановления активности симпатического звена ВНС после практического занятия.

Таким образом, проведение учебного занятия с использованием компьютеров приводит к большему развитию процессов утомления в коре головного мозга, значимому изменению церебральной гемодинамики и требует проведения специальных мероприятий для предотвращения этих отклонений или увеличения времени последующего отдыха. Важным представляется тот факт, что при сохранности общих закономерностей существуют количественные различия в степени изменения гемодинамики в бассейнах сонных и позвоночных артерий (рис. 1). Сопоставление изменения параметров гемодинамики в бассейнах сонных и позвоночных артерий указывает на более значимое развитие утомления в передних и средних долях головного мозга. Данный факт противоречит устоявшемуся мнению о преимущественном снижении кровоснабжения задних долей мозга. Это, обычно, связывают как с утомлением в зрительном анализаторе, так и с ограничением кровотока из-за частичного пережатия позвоночных артерий при статическом напряжении шейных мышц. Установлено, что более выраженное утомление развивается в ассоциативных зонах, участвующих в когнитивных процессах. Снижение кровотока в бассейнах сонных артерий связано и с тем, что через эти артерии осуществляется преимущественное кровоснабжение сенсо-моторной коры мозга. Следовательно, причиной снижения активности данных областей коры может явиться гиподинамия при работе на компьютере.



**Рис. 1** Изменение гемодинамики в бассейнах сонных и позвоночных артерий

В профилактике изменений церебральной гемодинамики, необходимо уделять внимание процедурам, активирующим передне-средние отделы мозга и улучшающим кровоток в бассейнах сонных артерий. Сопоставление изменений церебральной гемодинамики с уровнем функциональных резервов (ФР) испытуемых показало наличие закономерных взаимосвязей между степенью гемодинамических отклонений и уровнем ФР основных систем организма.

Методом множественного регрессионного анализа показано, что после компьютерного занятия степень повышения тонуса внутримозговых артериальных сосудов (ДКИ) и венул (ДСИ), полного периферического сопротивления сосудов (ППСС) церебрального бассейна, определяется такими показателями, как уровень исходной вегетативной реактивности (коэффициенты корреляции Спирмена –  $r_s = 0.68, p < 0.01$  и  $r_s = 0.59, p < 0.01$  соответственно), исходным индексом напряжения ( $r_s = -0.45, p < 0.01$  и  $r_s = -0.41, p < 0.05$ ), качеством физического развития ( $r_s = -0.59, p < 0.01$  и  $r_s = -0.58, p < 0.01$ ), а также темпом старения, оцененным по модифицированной нами методике В.Б.Войтенко ( $r_s = 0.55, p < 0.01$  и  $r_s = 0.57, p < 0.01$ ). Предикторами изменения тонуса внутримозговых артерий являются, кроме указанных, ФР психо-эмоциональной сферы ( $r_s = -0.40, p < 0.05$ ) и уровень общего функционального резерва ( $r_s = -0.40, p < 0.05$ ). При повышенном ФР выделительной системы регистрирует-

ся улучшенный венозный отток из бассейна церебральной гемодинамики (уменьшение ИВО,  $r_s = -0.40$ ,  $p < 0.05$ ).

Таким образом, наиболее устойчивыми являются индивидуумы с повышенным индексом напряжения и, соответственно, сниженной вегетативной реактивностью, с высоким качеством физического развития (в том числе – отсутствием сколиотических нарушений и дисфункций опорно-двигательного аппарата), с высокой устойчивостью психо-эмоциональной сферы и высоким уровнем общего функционального резерва. Полученные регрессионные модели позволяют прогнозировать устойчивость обучающихся к компьютерной форме учебного занятия и планировать меры профилактики неблагоприятных изменений церебральной гемодинамики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кураев Г.А., Войнов В.Б., Моргалев Ю.Н.* Влияние электромагнитных излучений компьютеров на организм человека // Вестник Томского государственного университета, № 269. 2000.
2. *Моргалев Ю.Н., Т.Г. Моргалева Т.Г., Н.А. Яранцева Н.А.* Влияние учебного компьютерного занятия на церебральную гемодинамику // Валеология, № 2, 2007.
3. *Леднова М.И., Иваницкая Л.Н.* Опыт работы валеологического центра РГУ. Исследование мозгового кровообращения методом реографии // Валеология. 2005. № 3.
4. *Моргалев Ю.Н., Моргалева Т.Г.* Использование оценки функциональных резервов организма и его основных систем для определения степени отклонения от полного здоровья. // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. 2005. № 30.

*Томский  
государственный университет*

*10 декабря 2010 г.*