

УДК 612.821+159.91

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАПРЯЖЕННОГО УМСТВЕННОГО ТРУДА**

*Т.В. Попова, О.Г. Коурова, Г.И. Максимова, О.С. Стадник*

Приведены данные о психофизиологических коррелятах умственного труда у студентов университета. Выявлено напряжение регуляторных механизмов сердца и функций центральной нервной системы у всех студентов. Установлено, что у студентов-спортсменов адаптация к учебным нагрузкам отличается от нетренированных выраженной способностью к мобилизации функциональных резервов. Приведены различия психофизиологических показателей у хорошо и среднеуспевающих студентов, выявлено благоприятное влияние релаксации на психофизическое состояние организма.

Ключевые слова: умственная работа, психофизиологические показатели, студенты, сердечный ритм, центральная нервная система.

Стресс и умственную нагрузку часто отождествляют, поэтому при оценке этих состояний используют критерий частоты пульса (ЧСС). Стресс рассматривается как компонент рабочей нагрузки [4]. Эмоциональное напряжение при умственной деятельности развивается как сигнальный процесс и мобилизация функциональных резервов; оно направлено на достижение успеха в выполняемой деятельности. Однако при чрезмерных эмоциях может развиваться негативное состояние эмоциональной напряжённости [8].

Напряженный умственный труд необходим для усвоения огромного объема информации учащимися в современном обществе. У студентов вузов это часто приводит к нервным срывам и расстройствам адаптации [1, 2, 15]. Выявлено, что 59 % студентов осуществляют свою деятельность в условиях хронического, психоэмоционального стресса, а 27 % входят в группу риска [12].

Несомненно, что именно сердечно-сосудистая система является одним из звеньев, лимитирующим компенсаторно-приспособительную деятельность [13], должный уровень которой поддерживается за счет определённого напряжения центральной нервной системы [9]. Поэтому в оценке умственного труда используется динамика изменений показателя индекса напряжения [3, 5].

Результаты изучения психофизиологических механизмов напряженной учебной деятельности у лиц разного пола, возраста, состояния физиче-

ской тренированности, позволят разработать рекомендации по психофизической коррекции организма во время учебного процесса.

**Цель** работы состояла в изучении функционального состояния центральной нервной и системы кровообращения у студентов университета на разных этапах учебного процесса.

**Методики.** В качестве испытуемых в обследованиях приняли участие 125 студентов-добровольцев в возрасте 18–22 лет. Испытуемые юноши (65 человек) и девушки (60 человек) составили 4 группы: 1 – студенты, не занимающиеся активно спортом (70 человек; 35 – юношей, 35 – девушек), 2 – спортсмены различной специализации и квалификации (55 человек; 30 – юношей, 25 – девушек). Две группы составили студенты-спортсмены, дополнительно занимающиеся по системе психофизической регуляции – 3 группа (ПФР, 9 человек), и не занимающиеся – 4 группа (без ПФР, 10 человек).

Использовали методики измерения ЧСС и АД по Короткову в покое и после локальной работы мышц; регистрацию кардиоинтервалограммы (КИГ) при помощи компьютерной ЭКГ с расчетом показателей структуры сердечного ритма (СР) и спектра кардиоинтервалов по Р.М. Баевскому; компьютерную электроэнцефалографию; определение функционального состояния ЦНС по программе «НС-Тест 2003»; оценку личностной и ситуационной тревожности (Ч.Д. Спилбергер, Ю.Л. Ханин, 2001); анализ успеваемости.

**Результаты.** В период сессии у большинства испытуемых отмечалось увеличение показателей ЧСС и АД как в покое, так и при локальной нагрузке. При анализе структуры сердечного ритма (СР) отмечена тенденция к снижению  $M_0$  у всех студентов (табл. 1), увеличению показателей напряжения механизмов регуляции у большинства обследованных (АМ<sub>0</sub>, ИН, ИВР, ВПР, ПАПР). В реакции на локальную нагрузку можно отметить снижение  $M_0$  и  $\Delta X$ , достоверное увеличение показателей ИН и ИВР, и показателей АМ<sub>0</sub> у тренированных юношей, а у остальных – тенденцию к росту АМ<sub>0</sub>. Наиболее выраженные изменения показателей ИВР наблюдались у девушек. Эти изменения свидетельствуют о выраженном напряжении механизмов регуляции сердца.

При спектральном анализе КИГ в период сессии у девушек, не занимающихся спортом, выявлено увеличение мощности спектра медленных волн (LF, VLF), а у юношей отмечалось повышение мощности спектра как высоко-, так и низкочастотных волн. Вариабельность СР в большей степени была выражена у хорошо успевающих студентов, причём в области дыхательных волн спектра (HF) мощность была выше, что свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний на сердце. У нетренированных студентов, как в межсессионный период, так и в период сессии преобладала мощность медленно-волновой части спектра (LF и VLF), что говорит о преобладании симпатических, центральных влияний на сердце.

Таблица 1

Показатели сердечного ритма в покое и при локальной работе мышц  
у студентов второго курса в период сессии ( $M \pm m$ )

Группы n=25	Показатели						
	Mo мс.	$\Delta X$ мс.	AMo %	ИН усл.ед.	ИВР усл.ед.	ВПР усл.ед.	ПАПР усл.ед.
Юноши- спортсмены	0,83± 0,07	0,40± 0,01	39,40± 2,61	65,23± 1,01	100,19± 6,34	3,20± 0,75	49,09± 3,62
Девушки- спортсмены	0,75± 0,05	0,30± 0,05	47,25± 2,83	116,47± 4,02	146,34± 5,19	4,90± 0,61	76,14± 3,43
Юноши нетренированные	0,65± 0,07	0,30± 0,01	49,14± 1,47**	103,68± 15,05**	163,45± 4,22**	4,20± 0,70	61,31± 4,47**
Девушки нетренированные	0,64± 0,07	0,25± 0,08	41,16± 4,37	133,77± 18,12**	181,24± 34,61**	6,31± 1,72**	58,47± 4,50**
	Mo`	$\Delta X`$	AMo`	ИН`	ИВР`	ВПР`	ПАПР`
Юноши- спортсмены	0,72± 0,05	0,30± 0,05	50,25± 2,09*	104,40± 3,55*	153,75± 13,30*	4,19± 0,95	68,04± 2,05*
Девушки- спортсмены	0,68± 0,05	0,25± 0,04	53,23± 4,09	165,56± 9,17*	206,47± 4,75*	6,25± 1,05*	85,08± 4,09*
Юноши нетренированные	0,58± 0,03	0,30± 0,01	55,02± 5,62	117,47± 6,03*	183,23± 18,03*	4,22± 0,27	72,05± 0,77*
Девушки нетренированные	0,52± 0,02	0,20± 0,05	46,11± 4,09	156,36± 15,02*	208,49± 27,07*	7,17± 2,03	69,03± **4,03*

*Примечание:* показатели со штрихом – при нагрузке; \* – указаны достоверные различия с исходными показателями; \*\* – между спортсменами и нетренированными испытуемыми; при  $p < 0,05$ .

В период сессии у всех студентов второго курса, кроме девушек, занимающихся спортом, показатели тревожности были больше, чем в межсессионный период, и у юношей они были выше, чем у девушек. Показатели актуальной тревожности достоверно увеличились у всех испытуемых. Самыми высокими они были в группе девушек, в большей степени у нетренированных (табл. 2).

В период сессии у студентов второго курса данные компьютерного тестирования показали, что время зрительно-моторной реакции и реакций выбора и различения снизилось у большинства испытуемых, а у нетренированных юношей – время 1 и 2 тестов увеличилось. Показатели реакции в условиях статической и динамической помехи у всех испытуемых в период сессии значительно снизились. У юношей и девушек, занимающихся спортом, большинство показателей свидетельствовали о более высоком уровне психомоторики, по сравнению с нетренированными. Время поиска чисел по таблице Шульте-Платонова снизилось у всех испытуемых.

Таблица 2

Тревожность у студентов второго курса  
в межсессионный период и в период сессии (M±m)

Группы	Личностная тревога	Личностная тревога`
Юноши-спортсмены n=30	38,41±4,41	44,24±4,56
Девушки-спортсмены n=25	44,20±4,30	43,06±5,04
Юноши нетренированные n=35	42,15±5,52	47,21±6,05
Девушки нетренированные n=35	41,18±4,01	46,25±4,20
	Актуальная тревога	Актуальная тревога`
Юноши - спортсмены	38,30±3,57	48,51±4,06*
Девушки-спортсмены	40,51±4,54	**53,44±4,04*
Юноши нетренированные	40,46±4,34	50,07±3,02*
Девушки нетренированные	38,01±3,10	**57,71±3,61*

*Примечание:* показатели со штрихом – период сессии; \*\* – указаны достоверные различия с юношами; \* – достоверность различий с межсессионным периодом; при  $p < 0,05$ .

Анализ индивидуальных показателей электроэнцефалограмм показал, что у юношей с «отличной» успеваемостью регистрировался  $\alpha$ -ритм, причем у студента старшего курса Г-на,  $\alpha$ -ритм регистрировался над обоими полушариями, а у студента Н-ва только над левым полушарием. Амплитуда  $\alpha$ -ритма была одинакова у обоих студентов. У Г-на  $\alpha$ -ритм доминировал в затылочных отведениях, а у Н-ва в центральном отведении слева.

Характерной особенностью индивидуальных показателей у юношей с «удовлетворительной» успеваемостью, оказалось отсутствие над обоими полушариями  $\alpha$ -ритма. Наблюдался  $\beta$ -ритм над обоими полушариями, но амплитуда слева у С-на была выше, чем у Г-ва и доминирование в передне-лобных отведениях. Над обоими полушариями наблюдался высокочастотный  $\beta$ -ритм частотой 20–35 Гц у всех студентов, с одинаковой амплитудой до 19 мкВ слева и увеличением у С-на амплитуды справа. Бета-ритм у Г-ва доминировал в средне-височном отведении слева и в передне-лобном отведении справа. У С-на  $\beta$ -ритм доминировал в передне-лобном отведении справа и в средне-височном отведении слева.

Анализ функционального состояния студентов 2–3 курса университета, занимающихся по системе релаксационной (ПФР) психорегуляции [10], показал улучшение психофизиологических функций по сравнению с не занимающимися сверстниками. На электроэнцефалограммах у них отмечалось увеличение альфа-активности в большинстве отведений. В систему ПФР входили упражнения на мышечное расслабление, концентрацию внимания на точках тела и на визуализацию, то есть концентрацию внимания на воображаемых зрительных образах (например: цвет, образ природы и т.д.

После курса занятий ПФР скорость большинства психомоторных реакций возросла, достоверно – в одной сложной и двух простых сенсомоторных реакциях. Характерно, что при этом временные параметры всех реакций у юношей были лучше, чем у девушек. До внедрения ПФУ скорость простой зрительно-моторной реакции у юношей была ниже, чем у девушек (табл. 3).

Данные статистических показателей сердечного ритма свидетельствовали об увеличении показателей  $M_0$  и уменьшении ИН и АМ $_0$ , то есть о снижении степени функционального напряжения центральных регуляторных механизмов сердца.

Таблица 3

Изменения показателей нейродинамики  
после внедрения занятий релаксацией

Период	Пол	Психомоторные тесты					
		ПЗМР, мс	РВ, мс	РР, мс	ЗМРСП, мс	ЗМРДП, мс	РП, мс
До	м	302,3±17,5	324,7±22,2	405,6±31,9	306,5±25,2	382,3±17,9	1833,5±31,9
	ж	284,6±14,4	361,8±15,3	415,7±25,8	327,8±27,2	399,3±21,8	1956,5±43,6*
После	м	263,6±15,8**	314,6±18,3	407,8±22,2	299,4±17,3	338,5±19,4**	1825,8±29,5
	ж	273,4±16,8	323,4±14,2**	396,0±20,1*	312,8±17,9	337,8±18,2**	1921,4±25,5

*Примечания:* ПЗМР – скорость простой зрительно-моторной реакции, РВ – реакция выбора, РР – реакция распределения, ЗМРСП – скорость зрительно-моторной реакции в условиях статической помехи, ЗМРДП – скорость зрительно-моторной реакции в условиях динамической помехи, РП – распределение внимания; \* – достоверность различий между юношами и девушками, \*\* – между группами.

**Обсуждение.** Наши данные подтверждают, что в процессе адаптации организма к учебной деятельности развивается определенная степень функционального напряжения организма. Так, уровень напряжения центральных механизмов регуляции сердца у отличников был выше, чем в среднем по группе. При низкой успеваемости отмечается меньшая степень

активности центральных регуляторных влияний. Активная мозговая деятельность требует и более высокого уровня активации не только психических процессов, но и вегетативных функций.

У спортсменов, в отличие от нетренированных юношей, активность центральных механизмов регуляции сердца в межсессионный период была ниже, но уровень тревожности и степень утомления в учебном процессе – выше, чем в среднем по группе. Очевидны различные механизмы адаптации к учебному процессу у спортсменов и нетренированных юношей с хорошей успеваемостью. Судя по реакции СР на локальную нагрузку и показателям утомляемости, высокая способность к мобилизации ресурсов, обеспечивает и высокую успеваемость у большего числа испытуемых-спортсменов, чем у нетренированных.

Таким образом, для обеспечения хорошей успеваемости необходима определенная степень функционального напряжения ЦНС и кровообращения, которая характеризуется повышением симпатического тонуса и центральных влияний на сердце. Определённый уровень умеренного функционального напряжения формирует необходимую основу для успешной деятельности, для преодоления естественных трудностей в различных жизненных обстоятельствах. Дальнейшее выявление критериев оптимального уровня эмоционального напряжения представляет актуальную задачу для физиологии и психофизиологии.

В нашей работе показано благотворное влияние на функциональное состояние студентов занятий релаксационными психофизическими упражнениями. В результате коррекционно-оздоровительных мероприятий снизились напряжение центральных регуляторных влияний на сердце, утомляемость, уровень тревожности, повысился уровень нейродинамических функций и успеваемости. Различные способы релаксационных упражнений для коррекции психоэмоционального состояния предлагаются также Ю.П. Денисенко [6], 2008; А.Н. Doletsky [14].

Эти данные свидетельствуют, что неизбежное функциональное напряжение, особенно у хорошо успевающих студентов, можно регулировать с помощью средств психофизического оздоровления и коррекции. организ-ме. В работах Т.В. Поповой с сотрудниками [7, 10, 11] приводятся результаты внедрения системы релаксационных психофизических упражнений для коррекции психофизического состояния лиц разных возрастных групп, в том числе студентов вуза.

По-видимому, настало время для внедрения в учебный процесс в вузах обязательных средств профилактики психосоматических расстройств. Такими средствами являются, например, релаксационные психофизические упражнения, способствующие восстановлению энергетического баланса и взаимоотношений между процессами возбуждения и торможения.

### Библиографический список

1. Авилов, О.В. Оценка воздействия ароматов на физиологические показатели школьников, находящиеся в состоянии стресса / О.В. Авилов // Альманах новые исследования. – 2004. – № 1-2. – С. 48–49.
2. Андрианов, В.В. Вариабельность сердечного ритма при выполнении различных результативных задач / В.В. Андрианов, Н.А. Василюк // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 4. – С. 50.
3. Баевский, Р.М. Методики оценки функционального состояния организма человека / Р.М. Баевский, Ю.А. Кукушкин и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 1995. – № 3. – С. 30–34.
4. Бодров, В.А. Изучение проблемы информационного стресса у человека-оператора / В.А. Бодров // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 5. – С. 111–118.
5. Даян, А.В. Вариабельность сердечного ритма школьников при экзаменационном стрессе / А.В. Даян, Э.С. Геворкян, С.М. Минасян // Альманах. Новые исследования. – 2004. – № 1-2. – С. 143–444.
6. Денисенко, Ю.П. Миорелаксация в экстремальных условиях жизнедеятельности / Ю.П. Денисенко, Ю.В. Высочин, В.В. Лукоянов, Л.Г. Яценко // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 9. – С. 96–98.
7. Зиннатуллина, И.Р. Механизмы влияния психофизических упражнений на функциональное состояние студентов 18–20 лет / И.Р. Зиннатуллина // VI Сибирский физиологический съезд тез. докл. – Барнаул: АГМУ, 2008. – С. 148–149.
8. Марищук, В.Л. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса / В.Л. Марищук, В.И. Евдокимов. – СПб.: Издательский дом «Сентябрь», 2001. – 260 с.
9. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 254 с.
10. Попова, Т.В. Биоэлектрическая активность мозга при состоянии релаксации у студентов 17–23 лет (по данным электроэнцефалограмм) / Т.В. Попова, Ю.И. Корюкалов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2003. – Вып. 2. – № 5(21). – С. 55–60.
11. Стадник, О.С. Коррекция психофизиологического состояния младших школьников / О.С. Стадник, В.Г. Тыцкая, Г.А. Койсина // Рос. физиол. журнал. им. И.М. Сеченова. – 2004. – № 8. – Т. 90. – С. 410.
12. Стукалов, П.Л. Определение степени психической адаптации и риска развития дезадаптации у студентов в процессе учебной деятельности / П.Л. Стукалов, В.Н. Яковлев, А.В. Сергиенко, О.Н. Фоменко, М.В. Акиншин // Российский журнал физиологии им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 236.
13. Bursztyn, M. Out-of-office blood pressure measurement a new era / M. Bursztyn // Hypertension. – 2005. – 45. – № 6. – Pp. 1070–1071.
14. Doletsky, A.N. Statistical Research of Informative Characteristic of Brain, Vegetative Nervous System, Systemic and Cerebral Hemodynamics Bioelectrical Activity, Assessing the Current Emotional State / A.N. Doletsky, A.E. Busygin, D.N. Dokuchaev, A.S. Fokina. // European Researcher. – 2013. – Vol. (40). – № 2-1. – Pp. 219–225.

Наука ЮУрГУ: материалы 68-й научной конференции  
Секции экономики, управления и права

15. Stratakis, C.A. Neuroendocrinology and pathophysiology of the stress sistem /  
C.A. Stratakis, G.P. Chrousos // Ann. N.Y. Acad. Sci. – 1995. – V. 771. – P. 523.

[К содержанию](#)