

*Биология*

УДК 612.821

Э. С. ГЕВОРКЯН, С. М. МИНАСЯН, Ц. И. АДАМЯН, Н. Н. КСАДЖИКЯН

**ВЛИЯНИЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ**

Изучена динамика психофизиологических и кардиогемодинамических показателей студентов под воздействием годовой учебной нагрузки. Показано, что периодами наивысшего напряжения физиологических систем организма студентов являются начало учебного года и экзаменационный период. В течение учебного года наблюдается некоторое понижение всех изученных показателей, обусловленное суммацией дневной, месячной и годовой умственных нагрузок.

В последние годы большое внимание уделяется изучению изменений, происходящих в организме учащихся под воздействием различных типов деятельности. Среди них особого внимания заслуживает умственный труд, разновидностью которого является учеба студентов. Последняя требует напряжения внимания, памяти, мышления, сопровождается эмоциональным напряжением и гиподинамией, поскольку связана с постоянным восприятием и переработкой новой информации, общением с широким кругом людей. Многочисленные исследования свидетельствуют, что продолжительный умственный труд нередко может стать причиной возникновения нарушений в нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других системах организма [1, 2]. В процессе повседневной учебной нагрузки эти изменения могут быть слабо выражены и выявлены лишь в экстремальных ситуациях, при повышенном эмоциональном напряжении во время сессионных экзаменов [3–6]. Однако в период обучения студенты постоянно испытывают на себе также воздействие многочисленных микрострессов, к числу которых, в первую очередь, относится «стресс ограниченного времени», в немалой степени обусловленный инновацией системы высшего образования и периодически промежуточными экзаменами по большинству изучаемых предметов. В связи с этим в данной серии исследований нами изучено изменение психофизиологических и кардиогемодинамических показателей студентов в динамике всего учебного года (с сентября по март).

**Методика исследований.** Обследовалось 26 студенток IV курса биологического факультета в возрасте 20–21 года. Оценка процессов, разви-

вающихся в сердечно-сосудистой системе, проводилась по показателям центральной кардиогемодинамики: частоте сердечных сокращений (ЧСС), артериальному давлению (АД), систолическому и минутному объемам крови (СО и МОК). Составляющие АД – систолическое и диастолическое артериальные давления (АДс, АДд) измерялись манжетным методом Короткова. По специальным формулам рассчитывались пульсовое и среднединамическое давления (ПД, СДД). СО и МОК вычислялись по формуле Старра. Рассчитывалась также частота дыхания (ЧД). На основании изменений ЧД и ЧСС высчитывался индекс межсистемных взаимоотношений Хильдебранта (Q), который отражает уровень кардиореспираторных взаимоотношений в организме. В норме он составляет 2,8–4,9 единиц. Сдвиги в ту или иную сторону свидетельствуют о рассогласовании в кардиореспираторных взаимоотношениях, что имеет место при утомлении, перенапряжении, стрессе, болезнях. Физиологическое состояние организма студентов оценивалось также по вегетативному индексу Кердо (ВИК).

Ежемесячно, согласно опроснику САН, осуществлялось компьютерное психологическое тестирование испытуемых с оценкой показателей самочувствия (С), активности (А), настроения (Н) [7]. Все измерения проводились 4 раза в месяц (в один и тот же час и день недели). Бралось среднее по каждому месяцу значение исследуемого показателя. Полученные экспериментальные данные подвергались статистической обработке с учетом критерия *t* по Стьюденту.

**Результаты и обсуждение.** На основании психологических тест-опросов было установлено, что в сентябре среднее значение показателя САН студентов равнялось 4,99, а его компоненты – С=4,96; А=4,79; Н=5,23 баллам.

Таблица 1

Показатели самочувствия (С), активности (А) и настроения (Н) студентов (в баллах) в течение учебной нагрузки

| Показатели  | Сентябрь  | Октябрь   | Ноябрь    | Декабрь   | Январь    | Февраль   | Март      |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| С           | 4,96±0,29 | 4,88±0,62 | 5,18±0,22 | 5,47±0,18 | 4,81±0,38 | 6,03±0,06 | 5,20±1,52 |
| А           | 4,79±0,31 | 4,80±0,53 | 5,39±0,25 | 5,55±0,17 | 4,00±1,58 | 5,80±2,07 | 4,70±1,38 |
| Н           | 5,23±0,39 | 5,17±0,49 | 5,18±0,37 | 5,46±0,28 | 5,10±1,92 | 6,10±2,11 | 5,30±1,6  |
| САН (сред.) | 4,99±0,26 | 4,95±0,49 | 5,25±0,25 | 5,50±0,18 | 4,60±1,75 | 5,97±2,10 | 5,05±1,49 |

Значительное понижение уровня САН, как видно из табл. 1, наблюдалось в январе, в период экзаменационной сессии, и происходило за счет уменьшения всех его составляющих. Наиболее выраженные сдвиги наблюдались в уровне показателя активности, который в январе, по сравнению с сентябрьским показателем, понижался на 16,5%. Самый высокий уровень САН по отношению к сентябрьскому наблюдался в феврале, после окончания зимних каникул, и составлял 5,97±2,1 баллов, что на 19,6 % выше, чем в

сентябре. Относительно низкий уровень САН в сентябре, по всей вероятности, обусловлен напряжением физиологических систем организма и волевыми усилиями, направленными на преодоление учебной нагрузки и гиподинамии после летнего перерыва. В остальные месяцы, за исключением декабря, показатели САН колебались в пределах нормы, что может быть следствием адаптации студентов к условиям учебы. С сентября оценивалось также состояние вегетативного тонуса студентов в процессе адаптации к учебной нагрузке.

Таблица 2

Гемодинамические показатели студентов в течение учебного года

| Показатели      | Сентябрь   | Октябрь               | Ноябрь               | Декабрь               | Январь               | Февраль               | Март                  |
|-----------------|------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ЧСС, уд./мин    | 87,8±1,81  | 84,4±1,91             | 84,05±1,2            | 81,6±2,2<br>p<0,02    | 93,4±2,31<br>p<0,001 | 86,12±2,05<br>p<0,02  | 89,0±2,4              |
| АДс, мм рт. ст. | 110,0±1,96 | 103,8±2,63<br>p<0,05  | 104,0±2,94<br>p<0,02 | 100,6±2,28<br>p<0,001 | 110,6±2,78<br>p<0,05 | 101,2±2,80<br>p<0,02  | 102,5±2,29<br>p<0,02  |
| АДд, мм рт. ст. | 67,8±20,5  | 65,3±2,22             | 67,0±1,38            | 64,1±1,61             | 75,0±1,72<br>p<0,001 | 65,65±2,24<br>p<0,001 | 66,88±2,12<br>p<0,001 |
| ПД, мм рт. ст.  | 42,1±1,05  | 38,05±1,08<br>p<0,001 | 36,4±1,6<br>p<0,001  | 36,2±1,8<br>p<0,001   | 35,6±2,0             | 35,62±1,9             | 37,5±1,42             |
| СДД, мм рт. ст. | 85,9±2,36  | 81,63±2,81            | 82,9±2,36            | 83,4±2,91             | 88,9±2,42            | 80,94±1,98<br>p<0,01  | 82,79±2,08<br>p<0,05  |
| СО, мл          | 75,01±3,0  | 69,11±2,86            | 68,47±3,2            | 62,69±3,0<br>p<0,001  | 73,5±2,34<br>p<0,001 | 61,3±2,86<br>p<0,001  | 63,02±3,42<br>p<0,01  |
| МОК, л          | 6,58±0,3   | 5,82±0,18<br>p<0,02   | 5,58±0,26<br>p<0,02  | 5,29±0,22<br>p<0,001  | 6,84±0,48<br>p<0,001 | 5,28±0,36<br>p<0,001  | 5,40±0,26<br>p<0,001  |
| ЧД, лдв/м       | 17,4±0,5   | 16,6±0,8              | 16,6±0,16            | 17,2±0,26             | 18,8±1,02            | 17,7±1,2              | 17,9±0,48             |
| Q               | 4,89±0,81  | 4,9±0,75              | 4,77±0,90            | 4,33±0,52             | 5,10±0,64            | 4,60±0,82             | 4,80±0,36             |
| ВИК             | 22,79±0,36 | 19,25±0,44            | 22,6±0,28            | 24,2±0,76             | 25,6±1,30            | 23,7±0,36             | 24,8±1,24             |

Примечание: достоверность изменений в ноябре–декабре рассчитывалась по отношению к сентябрьским показателям, в январе – к декабрьским, в феврале и марте – к январским.

Динамика вегетативных показателей, изученных по месяцам, представлена в табл. 2. Анализ абсолютных величин исследованных параметров в сентябре – в начале учебного года – позволил выявить особенности гемодинамических показателей студентов. Замечено, что в начале учебного года гемодинамические параметры находятся на несколько завышенном по сравнению с последующими месяцами уровне, что, возможно, также обусловлено напряжением физиологических систем организма и волевыми усилиями, связанными с адаптацией к учебной нагрузке и гиподинамией после периода летнего отдыха. В сентябре ЧСС составляла 87,8±1,81 уд./мин. В течение I учебного семестра наблюдалось постепенное урежение пульса. К декабрю он снижался на 7 уд./мин (7,1%, p<0,02). Аналогичная динамика прослеживалась и в показателях артериального давления. От сентября до декабря АДс уменьшалось на 10 мм рт. ст. (9,6%, p<0,001), а АДд – на 3 мм рт. ст. (5,5%). Соразмерное понижение АДс и АДд в период I семестра обуславливало и относительно стабильный уровень ПД. Сравнительно меньшее изменение в сентябре–декабре претерпевало СДД – понижение на 3,0%. Известно, что

СДД отражает уровень централизации регуляторных механизмов системы кровообращения и обобщает все временные значения давления в течение одного сердечного цикла. Следовательно, незначительная вариабельность СДД и ПД, наблюдаемая в наших экспериментах, свидетельствует о прочности регуляторных механизмов гомеостаза [2].

СО и МОК уменьшались на 16,5% ( $p < 0,001$ ) и 19,4% ( $p < 0,001$ ) соответственно. Достоверное понижение СО вызвано увеличением периферического сосудистого сопротивления, а уменьшение МОК – как понижением СО, так и ЧСС. Подобный тип изменений может быть обусловлен как развитием утомления, падением тонуса ВНС, так и перестройками в ЦНС в связи с адаптацией к учебной нагрузке. Подтверждением данного предположения может быть и наблюдаемое нами понижение коэффициента Хильдебранта, который в течение всего семестра не выходил за пределы физиологической нормы (табл. 2). Уровень ВИК несколько повышался, что свидетельствовало о напряжении физиологических систем организма в связи с учебной нагрузкой. Наблюдаемый нами характер изменений кардиогемодинамических показателей студентов в течение учебного года соответствует данным М.М. Безруких [8], согласно которым с первого сентября у школьников четыре недели идет адаптация к условиям школы, а февраль является наиболее важным и переломным этапом учебного года.

Несколько иные изменения всех указанных параметров наблюдались в январе, в период экзаменационной сессии. Хотя для наших исследований выбирались дни, отдаленные от экзаменационных, ЧСС в январе повышалась по сравнению с декабрьским показателем на 14,5% ( $p < 0,001$ ), АДс – 9,9% ( $p < 0,05$ ), АДд – 17,0% ( $p < 0,001$ ).

Полученные данные свидетельствуют, что в течение всего периода экзаменационной сессии происходит активация симпатических механизмов вегетативного обеспечения высшей нервной деятельности, чем и обусловлено достоверное повышение уровней ЧСС и АД. Наблюдаемый в этот период рост показателей центральной геодинамики СО и МОК составлял соответственно 17,2% ( $p < 0,001$ ) и 29,3% ( $p < 0,001$ ) и был обусловлен учащенной работой сердца, гиперсимпатотоническим типом кровообращения и уменьшением сопротивляемости периферических сосудов [1]. Увеличение МОК, согласно литературным данным, направлено на обеспечение кислородного баланса организма, нарушенного из-за повышения потребления  $O_2$  тканями в стресс-ситуациях [9]. Поскольку любое эмоциональное напряжение сопровождается активацией окислительно-восстановительных и обменных процессов в организме, что требует повышенного потребления  $O_2$ , то наблюдается линейное увеличение ЧСС и МОК. В пользу этого свидетельствует и повышение коэффициента Хильдебранта (до  $5,1 \pm 0,64$  единиц), выходящего за верхнюю границу нормы, что указывает на нарушение баланса в кардиореспираторной системе. Подтверждением последнего является и незначительный рост ЧД. Наблюдаемые изменения гемодинамических показателей представляют собой адекватную реакцию организма на эмоциональную нагрузку.

В феврале все гемодинамические параметры находились на пониженном по сравнению с январскими показателями уровне: ЧСС понижалась на

7,8% ( $p < 0,02$ ), АДс – 8,5% ( $p < 0,02$ ), АДд – 12,5% ( $p < 0,001$ ), СДД – 9,0% ( $p < 0,01$ ), СО – 16,6% ( $p < 0,001$ ), МОК – 22,8% ( $p < 0,001$ ). Направленность изменений вегетативных показателей свидетельствует о сдвиге уровня симпатической активации в сторону понижения и нормализации вегетативного тонуса, что обусловлено снятием стресс-фактора и отдыхом в период весенних каникул. Аналогичные изменения происходили и с коэффициентом Хильдербранта, что отражает восстановление равновесия в кардиореспираторной системе и нормализацию межсистемных взаимоотношений в организме. В пользу нашего предположения свидетельствуют и данные, приведенные в [10], согласно которым после экзамена у большей части студентов отмечается обратное развитие адаптационного синдрома, при этом, в первую очередь, наблюдается уменьшение вегетативного дисбаланса. Согласно данным [11], вегетативные сдвиги, формируемые при эмоциональных реакциях, следует оценивать как ложноадаптивные, приводящие к перерегулированию висцеральных функций.

С марта месяца вновь наблюдается тенденция к постепенному повышению исследуемых параметров. Это обусловлено тем, что студентам четвертого курса в апреле–мае предстоит сдача государственных экзаменов и защита дипломных работ, требующих высокого умственно-эмоционального напряжения. Последнее свидетельствует о роли умственной нагрузки в формировании уровня «физиологической нормы» гемодинамических показателей студентов.

При исследовании активности симпатoadреналовой системы старшеклассников к концу учебного года также отмечалось повышение ее резервных возможностей [12]. Наблюдаемые нами изменения коррелируют с данными [13], где при изучении вегетативных показателей и электролитов слюны пришли к заключению, что умственная нагрузка вызывает утомление, которое кумулируется в течение учебной недели, месяца, года. Динамика изученных параметров дает основание утверждать, что в течение учебного года студенты нуждаются в периодическом медицинском и психологическом контроле соответствующих специалистов.

*Кафедра физиологии человека и животных*

*Поступила 14.12.2004*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Руженкова И. В., Старшинов Ю.П., Ермакова Н.В. и др. – Физиол. чел., 1997, т. 23, № 1, с. 93–97.
2. Федоров Б.М. Стресс и система кровообращения. М., 1991, 125 с.
3. Геворкян Э.С., Даян А.В., Адамян Ц.И. и др. – ЖВНД, 2003, т. 53, №1, с. 46–50.
4. Харитонов В.И., Горпушкина Е.Ю., Николаев В.И., Овчинников Ж.В. – Физиол. чел., 2000, т. 26, № 3, с. 121–125.
5. Щербатых Ю.В. – Физиол. чел., 2000, т. 26, № 5, с. 151–152.
6. Юматов Е.А., Кузьменко В.А., Бадиков В.И. и др. – Физиол. чел., 2001, т. 27, № 2, с. 104–111.
7. Гришин В.В., Лушин П.В. Методики психодиагностики в учебно-воспитательном процессе. М.: Наука, 1990, 126 с.

8. Безруких М.М. Мат. РОФ «Центр развития русского языка», 2004, с. 26–27.
9. Еремеев В.Я., Горбунов Н.П., Калашников Л.Д. – Межвуз. сб. науч. тр., Пермь, 1990, с. 6–13.
10. Дмитриева Н.В., Шевелев В.Ю., Агафонова В.В. и др. – Вестник Новгородского гос. ун-та, 1998, № 8, с. 30–35.
11. Судаков К.В. – Физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 1993, т. 79, № 1, с. 22–33.
12. Корниенко И.А. Адаптация организма подростков к учебной нагрузке. М., 1987, с. 91–93.
13. Домахина Г.М. Оценка функционального состояния организма при умственной и физической деятельности человека по некоторым вегетативным показателям и электролитам слюны. Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. мед. наук. М., 1980, 22с.

Է. Ս. ԳԵՎՈՐԿՅԱՆ, Ս. Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ծ. Ի. ԱԴԱՄՅԱՆ, Ն. Ն. ԶՍԱԶԻԿՅԱՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԾԱՆՐԱԲԵՌՆՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՈՒՍԱՆՈՂՆԵՐԻ ՄԻՐՏ-ԱՆՈԹԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԳՈՐԾԱՌԱԿԱՆ  
ՎԻՃԱԿԻ ՎՐԱ

#### Ամփոփում

Տարեկան ուսումնական ծանրաբեռնվածության պայմաններում ուսումնասիրվել են հոգեֆիզիոլոգիական և կարդիոհեմոդինամիկ ցուցանիշների փոփոխությունները: Յույց է տրվել, որ ուսանողների օրգանիզմի ֆիզիոլոգիական համակարգերի առավել բարձր լարվածության շրջան է հանդիսանում ուսումնական տարվա սկիզբը և քննաշրջանը: Ուսումնական տարվա ընթացքում դիտվել է ուսումնասիրված բոլոր ցուցանիշների նվազում, որը պայմանավորված է օրական, ամսական և տարեկան մտավոր ծանրաբեռնվածությունների համադրմամբ:

E. S. GEVORKYAN, S. M. MINASYAN, Ts. I. ADAMYAN, N. N. KSADJIKYAN

THE INFLUENCE OF EDUCATIONAL LOADING ON THE FUNCTIONAL  
STATE OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF STUDENTS

#### Summary

Dynamics of psychophysiological and cardiogemodinamical indexes of students under affecting of an annual educational loading is studied. It is shown that for students the overstrained of physiological systems of organism is the beginning of academic year and examination period. During the academic year we have noticed that there is decrease in all indexes learnt before which is the result of daily, monthly and annual loading comparison.