

УДК 612.821.33

Г. С. ХАЧАТРЯН, Н. Г. АВETИՏՅԱՆ, К. А. КАЗАРЯՆ, Յ. Ա. ԱՎԱԿՅԱՆ

## СОДЕРЖАНИЕ СЕРОТОНИНА, НОРАДРЕНАЛИНА И ДОФАМИНА В КРОВИ СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ СЕССИИ

Изучено содержание серотонина, норадреналина и дофамина в крови студентов-первокурсников в экзаменационном периоде. Установлено, что нервно-эмоциональное напряжение, вызванное экзаменационной сессией, приводит к снижению содержания серотонина и повышению количества норадреналина и дофамина в крови. Через 30 мин после сдачи экзаменов уровень серотонина и дофамина не доходит до нормы, а содержание норадреналина нормализуется. Биохимическая характеристика катехоламинов и серотонина в крови испытуемых сравнительно лабильна в период зимней сессии по сравнению с весенней, что, по-видимому, связано с определенной адаптацией.

Активация симпато-адреналовой системы и подавление функции противоположно действующих систем при эмоциональной, физической и других формах нагрузок направлены на усиление обменных и энергетических процессов для максимального обеспечения работы функционирующих органов, с одной стороны, и сохранения гомеостаза—с другой.

Экзаменационная сессия для студентов является периодом максимального нервно-эмоционального напряжения, в результате чего в организме происходят значительные сдвиги в обмене биоактивных и энергетических веществ. При этом велика роль симпато-адреналовой системы, одного из важных показателей состояния тонуса и реактивности организма, а также состояния энергетического обмена организма. Различные аспекты симпато-адреналовой активности и их метаболизма в организме животных и человека освещены в ряде работ [5, 13, 15, 16], однако сдвиги в содержании нейроактивных веществ в крови людей при нервно-эмоциональном напряжении, вызванном экзаменационной сессией, изучены недостаточно.

С целью выявления особенностей количественной характеристики моноаминов в крови студентов в экзаменационном периоде нами изучались сдвиги в содержании серотонина, норадреналина и дофамина. Подобное исследование могло быть полезным для выработки мер профилактики состояния нервно-эмоционального напряжения студентов в период экзаменов.

Исследования проводили на студентах-первокурсниках (мужчины). Это были в основном здоровые студенты, не предъявлявшие жалоб. Содержание серотонина, норадреналина и дофамина в крови определяли за 10 дней до экзаменов (контрольная группа), непосредственно перед экзаменом и через 30 мин после сдачи экзамена в период зимней и весенней сессий. Моноамины крови определяли спектрофлуориметрическим методом Udenfriend [17] в модификации других авторов [7]. Кровь собирали в пробирку с гепарином. К 2 мл плазмы крови (получали центрифугированием при 1000 g) добавляли 3 мл 20% раствора трихлоруксусной кислоты и центрифугировали [1, 6]. После экстракции моноаминов их переводили в водную фазу, затем добавляли 2 М уксуснокислого натрия, после чего катехоламины адсорбировали на окиси алюминия. Дальнейшее определение серотонина и катехоламинов проводили раздельно. Для определения серотонина проводили щелочную экстракцию бутанолом в боратном буфере pH 10,0, а затем переводили серотонин в фосфатный буфер pH 7,0, где после добавления нингидрина и нагревания в водяном термостате при 75° в течение 30 мин и дальнейшем хранении при комнатной температуре не менее одного часа развивалась флуоресценция нингидринового производного серотонина. Пик возбуждения серотонина—385 мкм, пик флуоресценции—495 мкм. После адсорбции окись алюминия промывали бидистиллированной водой, затем элюировали 0,25 М уксусной кислотой, pH элюата доводили до 6,5. Флуоресцирующие продукты получали триоксииндолевым методом. В качестве окислителя применяли йод. Пики возбуждения норадреналина и дофамина соответствовали 385 и 320 мкм, а пики флуоресценции—485 и 370 мкм соответственно.

Результаты наших исследований показывают, что исходная концентрация серотонина, норадреналина и дофамина в крови студентов за 10 дней до экзамена (контрольная группа) в период зимней сессии соответственно составляет  $0,07 \pm 0,004$ ,  $0,006 \pm 0,0005$  и  $0,035 \pm 0,003$  мкг/мл, а в период весенней сессии— $0,053 \pm 0,004$ ,  $0,005 \pm 0,0003$  и  $0,02 \pm 0,0056$  мкг/мл. Сезонные изменения в содержании исследуемых моноаминов в крови контрольной группы испытуемых были обнаружены в отношении серотонина и дофамина, в то время как количество норадреналина было почти на одинаковом уровне. Как показывают полученные данные, содержание серотонина в крови испытуемых студентов непосредственно перед экзаменом по сравнению с контрольной группой снижено как в период зимней, так и весенней сессий (таблица). Следует отметить, что в период зимней сессии содержание серотонина в крови снижается меньше, чем в период весенней сессии, однако в обоих случаях уменьшение содержания серотонина в крови достоверно. Как видно из таблицы, количество норадреналина в крови студентов непосредственно перед экзаменом в период зимней сессии повышалось в 4,5 раза, составляя  $0,027$  мкг/мл. Аналогичные сдвиги в содержании норадреналина, но менее

Таблица

	Зимняя сессия ( $M \pm m$ )			Весенняя сессия ( $M \pm m$ )		
	контроль	до экзамена	30 мин после экзамена	контроль	до экзамена	30 мин после экзамена
Серотонин	$0,07 \pm 0,004$ (8)	$0,054 \pm 0,0048^*$ (7)	$0,047 \pm 0,0017^*$ (8)	$0,053 \pm 0,004$ (8)	$0,035 \pm 0,001^*$ (9)	$0,044 \pm 0,00037$ (8)
Норадреналин	$0,006 \pm 0,0005$ (8)	$0,027 \pm 0,0019^*$ (7)	$0,0065 \pm 0,00056$ (8)	$0,005 \pm 0,0003$ (8)	$0,01 \pm 0,001^*$ (8)	$0,005 \pm 0,0004$ (8)
Дофамин	$0,035 \pm 0,003$ (8)	$0,063 \pm 0,005^*$ (7)	$0,02 \pm 0,0027^{**}$ (8)	$0,02 \pm 0,0056$ (8)	$0,037 \pm 0,004^{***}$ (9)	$0,0156 \pm 0,001$ (8)

Примечание. В скобках — число опытов

\* —  $< 0,001$

\*\* —  $< 0,01$

\*\*\* —  $< 0,05$

выраженные, были получены и в период весенней сессии, когда количество норадреналина повышалось в 2 раза. Полученные результаты показывают, что непосредственно перед экзаменом содержание дофамина также повышено, причем в период зимней сессии больше ( $0,063 \pm 0,005$   $\mu\text{кг/мл}$ ), чем в период весенней ( $0,037 \pm 0,004$ ), по сравнению с данными, полученными в контрольной группе.

При анализе изменений содержания серотонина и норадреналина крови, вызванных нервно-эмоциональным напряжением, необходимо учитывать также образование комплекса катехоламинов с белками и форменными элементами крови. Значительный интерес представляют исследования, в которых было показано нарастание активности дофамин- $\beta$ -гидроксилазы при физических нагрузках [8, 19]. Установлено поступление этого фермента в кровь одновременно с выделением норадреналина из симпатических нервных окончаний. Литературные данные свидетельствуют, что под влиянием физической нагрузки у тренированных и нетренированных людей в крови повышается уровень катехоламинов, что свидетельствует об активации симпато-адреналовой системы [3, 10, 18]. Большинство авторов при этом наблюдало преимущественное увеличение содержания норадреналина в крови, указывающее на активацию симпатического звена симпато-адреналовой системы. Существование связи между нервно-эмоциональным напряжением и экскрецией катехоламинов при мышечной нагрузке подтверждают исследования [11], в которых показано, что под влиянием физической нагрузки увеличение экскреции адреналина и норадреналина имеет место только у «возбужденных» студентов.

Выявлено, что небольшая тренировочная нагрузка увеличивает экскрецию норадреналина и дофамина, т. е. активирует медиаторное звено симпато-адреналовой системы и ее резервные возможности. При этом необходимо учитывать, что на обмен катехоламинов в этих условиях влияет выраженное нервно-эмоциональное напряжение, которое может вызвать активацию симпато-адреналовой системы. В соответствии с другими представлениями [2] норадреналин, по-видимому, способствует проявлению внимания и целеустремленности. В литературе имеются данные, полученные у спортсменов, принимающих участие в легкоатлетических эстафетах. В состоянии тревоги и неуверенности у них повышается экскреция адреналина и норадреналина, а также их предшественников (ДОФА и дофамина), в то время как у футболистов, уверенных в результате соревнований,—только норадреналина [4]. Показано, что ожидание соревнований у спортсменов вызывает увеличение экскреции катехоламинов, но менее значительное, чем при соревнованиях [9]. У людей, склонных к психопатии, экскреция норадреналина с мочой, исследованная за 2 недели, за неделю и непосредственно перед началом судебного процесса, была заметно выше, а экскреция адреналина ниже, чем у испытуемых с нормальной психикой [12].

Связь между метаболизмом катехоламинов и эмоциональным сос-

тоянием отмечена и в опытах на животных. Показано, что содержание норадреналина на периферии и в ЦНС у крыс, нечувствительных к стрессу, выше, чем у крыс, чувствительных к нему. У крыс, чувствительных к стрессу, отмечается замедление обмена норадреналина [14].

Исследования по изучению сдвигов в содержании катехоламинов и серотонина, проведенные через 30 мин после сдачи экзаменов, выявили, что количество серотонина (зимняя сессия) составляет  $0,047 \pm 0,0017$  мкг/мл, содержание норадреналина возвращается к первоначальному уровню ( $0,0065 \pm 0,00056$  мкг/мл), а количество дофамина при этом ниже уровня контроля ( $0,02 \pm 0,0027$  мкг/мл).

Во время весенней сессии количество серотонина, определяемое через 30 мин после сдачи экзамена, составляет  $0,044 \pm 0,00037$  мкг/мл (что ниже уровня контрольных опытов, но выше содержания серотонина, определяемого непосредственно до экзамена), количество норадреналина при этом снижается, достигая уровня контроля ( $0,005 \pm 0,0004$  мкг/мл), а содержание дофамина составляет  $0,0156 \pm 0,001$  мкг/мл, что незначительно ниже уровня контроля.

Полученные данные говорят о том, что при нервно-эмоциональном напряжении происходит значительный выход катехоламинов в кровь, направленный на повышение уровня окислительных процессов и активации симпато-адреналовой системы. Метаболизм серотонина несколько подавлен, и функция симпато-адреналовой системы превалирует над функцией серотонина.

В результате проведенных экспериментов нам удалось показать сходство биохимической характеристики норадреналина и дофамина и различие между серотонином и катехоламинами в крови при нервно-эмоциональном напряжении.

Кафедра биохимии

Ереванского медицинского института

Поступила 24/IV 1979 г.

Գ. Ս. ԽԱԶՆԱՐՅԱՆ, Ն. Գ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Կ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Զ. Ա. ԱՎԱԿՅԱՆ

**ՍԵՐՈՏՈՆԻՆԻ, ՆՈՐԱԴՐԵՆԱԼԻՆԻ ԵՎ ԴՈՖԱՄԻՆԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՈՒՍԱՆՈՂՆԵՐԻ ԱՐՅԱՆ ՄԵԶ՝ ՔՆՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆՈՒՄ**

Ուսումնասիրվել է սերոտոնինի, նորադրենալինի և դոֆամինի քանակը 1-ին կուրսի ուսանողների արյան մեջ՝ քննական շրջանում: Նյարդա-հուզական լարումը, որը պայմանավորված է քննաշրջանով, անսովոր երևույթ է 1-ին կուրսեցիների համար և քննությունից անմիջապես առաջ բերում է արյան մեջ սերոտոնինի քանակի իջեցման, նորադրենալինի ու դոֆամինի քանակի բարձրացման:

Սերոտոնինի, ինչպես նաև դոֆամինի քանակը քննությունից 30 րոպե անց չի հասնում կոնտրոլ ֆոնին այն ժամանակ, երբ նորադրենալինի քանակը կանոնավորում է:

Կատեխոլամինների և սերոտոնինի բիոբիմիական բնութագիրը ուսում-

նասիրվող ուսանողների արյան մեջ համեմատաբար անկայուն է ձմեռային քննաշրջանում (առաջին անգամ են հանձնում քննություն) համեմատած գարնանային քննաշրջանի հետ: Սա, ըստ երևույթին, կապված է ուսանողների որոշակի հարմարվածության հետ:

G. S. KHACHATRIAN, N. H. AVETISSIAN, K. H. KAZARIAN, L. A. AVAGIAN

## THE CONTENT OF SEROTONIN, NOREPINEPHRINE AND DOPHAMINE IN THE BLOOD OF THE STUDENTS DURING THE EXAMINATION PERIOD

Neuro-emotional stress (examination period of the first-form students) decreases the content of serotonin and increases the amount of norepinephrine and dopamine in the blood of the students going to have examinations. In 30 min after the examination the content of serotonin and dopamine is not equal to the control, but the amount of norepinephrine comes to the normal level. The biochemical characteristics of catecholamines and serotonin is relatively labile during the first examination period.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Макаров А. Ю., Левин Э. Л. Лаб. дело, 1967, 12, стр. 722.
2. Паткан П. В кн.: Эмоциональный стресс. Л., 1970, стр. 636.
3. Стабровский Е. М., Коровин К. Ф., Разумов С. А. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, стр. 217.
4. Стабровский Е. М., Разумов С. А. Труды Института физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. Л., 1970, 14, стр. 228.
5. Эскин И. А., Щедрина Р. Н., Розенталь М., Шалапина В. Г. В кн.: Физиология и биохимия биогенных аминов. М., 1969, стр. 111.
6. Юденфренд С. Флуоресцентный анализ в биологии и медицине. М., 1965, стр. 163.
7. Ansell G. B., Beeson M. Analytical. Biochem., 1968, 23, 2, 196.
8. Belazdvejch J., Kvetnansky R., Harsanyi M., Mikulaj L. Int. Symposium on catecholamines and Stress, Bratislava, July, 1975, 27, 6, Abstracts.
9. Ehringer H., Spreitzer G. Wiener-kltn, Wachenschr., 1967, 79, 83.
10. Few J. D., Imms F. J., Welner J. S. J. Physiol. (Engl.), 1974, 237, 2, 24.
11. Juchmes-Ferir A.-M., Juchmes J., Frankignoul M., Cesson A., Volon G., Bottin R. Pathol. biol., 1971, 19, 15, 697.
12. Lidberg L. et al. Psychosom. Med., 40, 2, 116, 1978.
13. Planz G., Wielthold G., Appel E., Böhmer D., Palm D., Grobecker N. Europy Clin. Pharm., 1975, 8, 3, 181.
14. Stater J. et al. Pharmacol. Biochem. and Behav., 6, 5, 511, 1977.
15. Store E. A. J. Neurochem., 21, 3, 583, 1973.
16. Thlerty A. M. J. Pharmacol., 4, 384, 1968.
17. Udenfriend S., Weissbach H., Clark C. J. Biol. Chem., 1955, 215, 337.
18. Vendsalu A. Acta physiol. Scand., 1960, 49, 173.
19. Wooten G. F., Carden P. V. Arch. Neurol., 1973, 28, 2, 103.