

УДК 612.804

## ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Андрианов В.В., Василюк Н.А., Бирюкова Е.В.**

*ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, e-mail: avvn2010@mail.ru*

В работе изучалась динамика ряда психофизиологических показателей и показателей кровообращения у студентов в процессе осуществления когнитивной учебной деятельности. Учебное задание состояло из решения 30 тестовых компьютерных вопросов разной степени сложности по курсу нормальной физиологии, представленных в трех вариантах построения. Время решения вопросов тестов не ограничивалось. После выполнения задания на экране монитора появлялась общая оценка результата – «задание выполнено» или «задание не выполнено». При анализе полученных данных выявлены «функциональные сопряженные пары», компоненты которых включали показатели variability сердечного ритма, гемодинамические и психофизические показатели, а также время и эффективность выполнения учебного задания. В процессе выполнения испытуемыми учебного задания сопряженные пары в большинстве случаев оставались устойчивыми. Наряду с ними, у испытуемых наблюдался как распад пар, существовавших до процедуры компьютерного учебного тестирования, так и возникновение новых пар. При этом у более результативных испытуемых, в отличие от менее результативных, до выполнения задания имело место большее количество устойчивых сопряженных пар. Можно предположить, что преобладание устойчивых сопряженных пар указывает на более широкое взаимодействие центров психических и вегетативных функций, участвующих в обеспечении успешной когнитивной деятельности.

**Ключевые слова:** гемодинамика, variability сердечного ритма, тестирование

## ORGANIZATION OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES THE STUDENTS DURING COGNITIVE ACTIVITY

**Andrianov V.V., Vasilyuk N.A., Biryukova E.V.**

*Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, e-mail: avvn2010@mail.ru*

Haemodynamic and psycho-physiological status of the medical students during mentality activity before and after solving 30 multiple choice computer questions were explored. The time of solving tests did not limited. After solving the tests the result was shown on monitor. It was shown, that the more resulted students solving of the multiple choice questions attained by changing less numbers of the physiological parameters. On the other hand, the «conjugated functional pairs» were exposed. These pairs included parameters of the heart rhythm, haemodynamic and psychophysiological parameters, time and effectiveness of solving tests. During solving tests the greater part of conjugated functional pairs stayed stable. Another part of these pairs destroyed. Parallel with these changes the formation of the new conjugated functional pairs were observed. More resultative students had more stable pairs before solving tests than less resultative students. From investigational psychophysiological parameters the index of simple sensorimotor reaction is most widely engaged in forming of the conjugated functional pairs in more successful students. We can suppose that predominance of more stable conjugated functional pairs points at more wide interaction of vegetative and psychological centres which ensure the successful cognitive activity.

**Keywords:** haemodynamics, heart rhythm, test questions

Психофизиологическое состояние студентов и его вегетативное обеспечение в процессе учебной деятельности на протяжении года является важнейшим показателем адаптационных процессов учащихся в высшей школе [3, 5, 11]. Согласно представлениям о системной организации физиологических функций, разработанным академиком П.К. Анохиным, целенаправленная деятельность человека осуществляется при постоянной связи психических и физиологических функций организма [1]. Психическая и двигательная активность – суть внутреннее содержание и внешнее проявление поведения человека [10]. Реакцией психических функций

в процессе занятия является результативность выполнения учащимися учебного тестового задания. Вместе с тем в обеспечении поведения активно участвует вегетативная нервная система, регулируя работу внутренних органов и метаболизм тканей. В настоящее время одна из вегетативных функций, а именно кровообращение, рассматривается в качестве обобщенного показателя состояния и деятельности аппаратов управления организма в целом [4].

**Целью исследования** было изучение динамики некоторых психофизиологических, сердечно-сосудистых и поведенческих показателей в процессе выполнения студентами учебного компьютерного задания.

### Материалы и методы исследования

Обследовано 32 студента-медика: 16 юношей и 16 девушек в возрасте 19–22 лет. Для решения задач исследовались:

1. Психофизиологические показатели – определение право-левополушарного доминирования по тесту «художник-мыслитель», определение психологической установки по Айзенку, определение личностной и ситуационной тревожности по Спилбергеру, выполнение сенсомоторных задач. Сенсомоторными задачами являлись, во-первых, простая сенсомоторная реакция, во-вторых, реакция надвигающийся объект.

2. Гемодинамические показатели: частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолического артериального давления (СД, мм рт.ст.), диастолического давления (ДД, мм рт.ст.), среднего динамического давления (СДД, мм рт.ст.), пульсового давления (ПД, мм рт.ст.), ударного объема (УО, мл), минутного объема кровотока (МОК, мл/мин), периферического сопротивления сосудов (ПСС,  $(\text{дин}\cdot\text{с})\cdot\text{см}^{-5}$ ). Определения проводились до и сразу после выполнения задания.

3. Интегральные показатели ритма сердца в процессе регистрации кардиоинтервалограммы в течение пяти минут до и сразу после решения тестового задания. Анализ сердечного ритма проводился путем оценки его статистической структуры – построение вариационных кривых и скатерграмм, показывающих значение дисперсии кардиоинтервалов («кучности»), определение среднеквадратичного отклонения (SDNN, мс) и различие между длительностью соседних кардиоинтервалов (RMSSD, мс), коэффициента вариации (CV, %), числа кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс (pNN50, %), и амплитуды моды (AMo50, %). Оценка периодических компонентов кардиоинтервалов производилась в трех диапазонах: высокочастотные колебания 0,5–0,15 Гц (HF, %), низкочастотные колебания 0,15–0,05 Гц (LF, %), сверхнизкочастотные колебания 0,05–0,015 Гц (VLF, %). В работе рассчитывались индекс централизации  $IC = HF + LF/VLF$ , а также стресс-индекс напряжения (SI, у.е.). Заключение по анализу кардиоинтервалограмм составлялись в соответствии с методикой для лиц, возраст которых был не менее 16 лет. В работе использовался аппаратно-программный комплекс «Варикард».

Перед выполнением задания студентам давалась инструкция по решению тестов. Само учебное задание состояло из последовательного решения 30 тестовых компьютерных вопросов разной степени сложности по курсу нормальной физиологии, представленных в трех вариантах построения. Каждый вопрос имел один или несколько правильных ответов. Время решения вопросов тестов не ограничивалось. После выполнения задания на экране монитора появлялся процент правильных ответов и общая оценка результата – «задание выполнено» или «задание не выполнено». Задание считалось выполненным, если количество всех правильных ответов равнялось 50% и более. Обработка материала проводилась пакетом программ «Statistica 6». В работе использовались: критерии Стьюдента, Манна – Уитни, Уилкоксона, метод ранговой корреляции по Спирмену. Поскольку правильность выполнения тестового задания оценивалась преподавателями, как правило, по произвольной шкале, то в настоящей работе строился рейтинг успеваемости всех испытуемых студентов. Перед началом проведения работ испытуемые давали информированное согласие на участие в этом исследовании.

### Результаты исследований и их обсуждение

В настоящем исследовании рейтинг эффективности выполнения студентами учебного задания имел диапазон от 19,3 до 65%. Верхнюю половину шкалы рейтинга занимали 16 студентов со средней эффективностью 53,34%, а нижнюю – 16 студентов со средней эффективностью 33,76%.

Сравнение психофизиологических показателей испытуемых, выполнивших тестовое задание с различной эффективностью, выявило следующие особенности. Лица из нижней половины рейтинга проявляли простую сенсомоторную реакцию быстрее, чем из верхней половины (среднее время  $261,31 \pm 15,59$  и  $276,95 \pm 19,46$  мс соответственно). У них же реакция «точно» надвигающийся объект составляла 12,8% против 4,75% у лиц из нижней половины рейтинга эффективности. Среднее время выполнения учебного задания для лиц из верхней половины рейтинга составляло 9,35 мин, а из нижней – 10,58 ( $p > 0,05$ ). При выполнении задания у менее результативных студентов наблюдалось изменение 9 из 17 показателей сердечного ритма и гемодинамики, а у более результативных – 2 из 17.

При проведении корреляционного анализа выявлены функциональные пары, компоненты которых включали в себя различные гемодинамические и психофизические показатели, а также показатели вариабельности сердечного ритма, время и эффективность выполнения учебного задания. Такие пары обозначались как сопряженные. Установлено, что наибольшее число сопряженных пар включало в себя два показателя вариабельности сердечного ритма, затем пары с показателем сердечного ритма и гемодинамическим показателем, далее – пары с психофизическим показателем и показателем состояния сердечно-сосудистой системы и, наконец, пары с двумя гемодинамическими показателями (рис. 1).

В процессе выполнения испытуемыми учебного задания сопряженные пары в большинстве случаев оставались устойчивыми. Наряду с ними, у испытуемых наблюдался как распад пар, существовавших до процедуры компьютерного учебного тестирования, так и возникновение новых пар (рис. 2). При этом у более результативных испытуемых, в отличие от менее результативных, до выполнения задания имело место большее количество устойчивых сопряженных пар. Следует отметить, что формирование сопряженных пар до и после выполнения задания, как правило, не было связано с положительным или отрицательным значением корреляции между их компонентами.

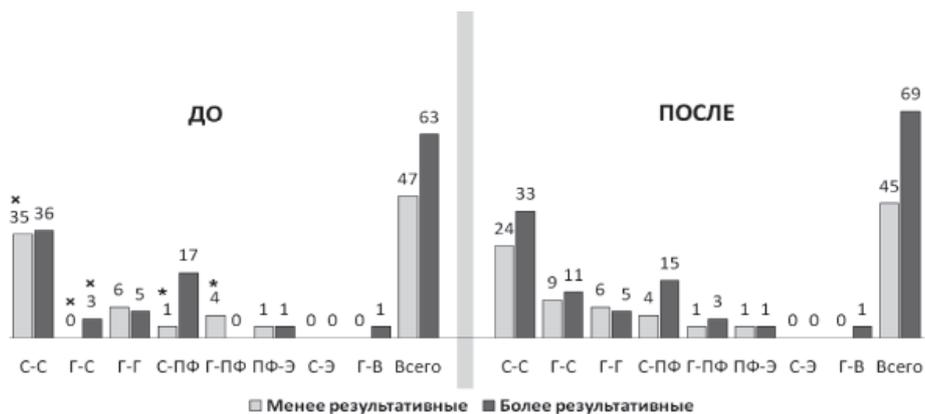


Рис. 1. Количество основных групп и состав сопряженных пар до и после выполнения учебного задания у менее и более результативных испытуемых: \* – достоверные различия между группами менее и более результативных студентов; × – достоверные различия внутри группы

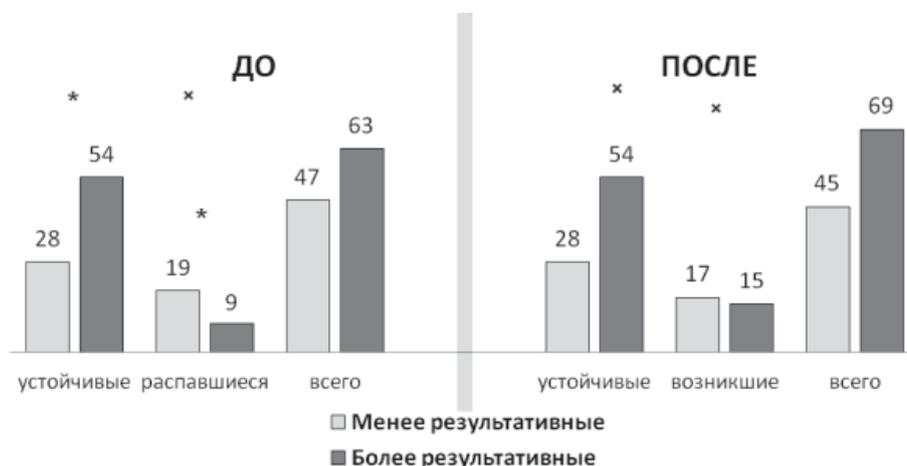


Рис. 2. Динамика формирования числа сопряженных пар: \* – достоверные различия между группами менее и более результативных студентов; × – достоверные различия внутри группы

В настоящей работе также исследовано участие отдельных психофизиологических параметров индивидуумов в центральной интеграции выполнения данной формы целенаправленной деятельности. У более результативных студентов из зарегистрированных психофизиологических параметров показатель простой сенсомоторной реакции наиболее широко вовлечен в формирование сопряженных пар. Количество сопряженных пар с данным показателем было различным не только между группами менее и более результативных студентов, но и в каждой группе до и после тестирования. Корреляционная связь простой сенсомоторной реакции с такими показателями, как Амо50, ТР, СВ, в группах менее и более результативных студентов имела противоположную направленность.

Как известно, регуляция сердечного ритма и гемодинамики в системе кровообращения осуществляется посредством вегетативных центров, расположенных в различных отделах центральной нервной системы, включая лобную кору, ретикулярную формацию, гипоталамус, гиппокамп, миндалину и моторные ядра блуждающего нерва [2, 12]. Имеются данные, указывающие на вовлечение вегетативных отделов центральной нервной системы в когнитивную, аффективную и вегетативную функции и, в частности, в регуляцию сердечного ритма [13]. Можно предположить наличие динамических связей между группами нейронов центров, контролирующих работу сердца и тонус кровеносных сосудов, а также нейронов, обеспечивающих психосоматическую сферу, в частности психофизиологические

реакции индивидуума. На последнее указывает как различие в числе связей простой сенсомоторной реакции, так и наличие противоположной направленности отдельных корреляционных связей данного показателя с другими в группах менее и более результативных студентов. Наличие подобных связей с нейронами коры большого мозга, формирующими когнитивную деятельность, направленную на решение учебного задания, будет сказываться на эффективности его выполнения. Именно на этом основании можно сделать предположение, что преобладание устойчивых сопряженных пар в исходном состоянии у более результативных испытуемых указывает на более широкое взаимодействие центров, а значит потенциально лучшие возможности в осуществлении того уровня когнитивной деятельности, который необходим в решении ими интеллектуальной задачи. Изменение состава сопряженных пар после выполнения задания будет указывать на изменение уровня динамических связей между центральными нейронами. Это соответствует количеству отдельных показателей сердечного ритма и гемодинамики, изменивших свое значение в процессе компьютерного тестирования. У более результативных студентов число таких измененных показателей было меньше, чем у менее результативных.

Высказывается предположение, что любому заданному уровню функционирования целостного организма соответствует эквивалентный уровень функционирования аппарата кровообращения [4]. Целенаправленная познавательная деятельность человека определяется его индивидуальным когнитивным стилем, который представляет собой способ приема и обработки информации. Значение описанной динамики показателей сердечно-сосудистой системы студентов в процессе выполнения учебного задания заключается в обеспечении адекватного кровоснабжения структур мозга, ответственных за когнитивные функции. Можно предположить, что особенности сердечного ритма и гемодинамики определяются особенностями метаболизма нервных центров лиц, обладающих разной эффективностью при достижении конечного полезного результата – выполнения компьютерного учебного задания.

### Заключение

В динамике выявлены сопряженные пары, два компонента которых включали в себя физиологические показатели, время и эффективность выполнения учебного задания. При этом у более результативных испытуемых до выполнения задания имело

место большее число устойчивых сопряженных пар. Из исследованных психофизиологических параметров показатель простой сенсомоторной реакции наиболее широко вовлечен в формирование сопряженных пар у более результативных студентов.

### Список литературы

1. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем. – М.: Наука, 1980. – 196 с.
2. Афтanas Л.И., Брак И.В., Рева Н.В., Павлов С.В. Осцилляторные системы мозга и индивидуальная вариабельность оборонительного рефлекса сердца у человека. // Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова. – 2013. – Т. 99, № 11. – С. 1342–1356.
3. Ахмедова О.О., Овезгельдыева Г.О., Григорьян А.Г. Психофизиологическое состояние студентов – первокурсников с разным уровнем двигательной активности // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 84–90.
4. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 265 с.
5. Джебрайлова Т.Д., Сулейманова Р.Г., Иванова Л.И., Иванова Л.В. Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 5. – С. 58–66.
6. Зарипов В.Н., Баранова М.О. Изменение показателей кардиоинтервалографии и вариабельности сердечного ритма у студентов с разным уровнем психоэмоционального напряжения и типом темперамента во время зачетной недели // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 73–79.
7. Курасов П.А. Оценка способности к обучению при зрительно-моторном слежении // Фундаментальные исследования. – 2013. – Т. 10. – С. 1694–1698.
8. Мартынова О.В., Роиц А.О., Иваницкий Г.А. Изменение некоторых показателей функционирования сердечно-сосудистой системы при различных мыслительных операциях // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 6. – С. 35–41.
9. Панкова Н.Б., Надоров С.А., Карганов М.Ю. Анализ вариабельности сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 64–72.
10. Судаков К.В. Избранные труды. Т. 1. Развитие теории функциональных систем. – М.: РАМН, 2007. – 343 с.
11. Судаков К.В., Андрианов В.В. Теория функциональных систем как основа формирования системного мировоззрения студентов-медиков // Сеченовский вестник. – 2012. – Т. 7, № 1. – С. 29–34.
12. Posner M.I., Raichle M.E. Images of Mind. – New-York: Scientific American Library, 1994. – 257 p.
13. Thayer J.F. и Johnsen B.H. Autonomic Nervous system activity and its relationship to attention working and memory In. In Monitoring metabolic status: predicting decrements in physiological and cognitive performance. – Washington, D.C.: National Academic Press, 2004. – P. 366–371.

### References

1. Anokhin P.K. Uzlovye voprosy teorii funktsionalnykh sistem. M.: Nauka, 1980. 196 p.
2. Aftanas L.I., Brak I.V., Reva N.V., Pavlov S.V. Ostsillatornye sistemy mozga i individualnaya variabelnost oboronitel'nogo refleksa u cheloveka // Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal imeni I.M.Sechenova. 2013. T. 99. no. 11. pp. 1342–1356.
3. Akhmedova O.O., Ovesgeldyeva G.O., Grigoryan A.G. Psikhofiziologicheskoe sostoyanie studentov – pervokursnikov s raznym urovnem dvigatel'noy aktivnosti // Fiziologiya cheloveka. 2011. T. 37, no. 5. pp. 84–90.

4. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy. M.: Meditsina, 1997. 265 p.
5. Dzhebrailova T.D., Suleymanova R.G., Ivanova L.I., Ivanova L.V. Individualnye osobennosti vegetativnogo obespecheniya tselenapravlennoy deyatel'nosti studentov pri kompyuternom testirovaniy // Fiziologiya cheloveka. 2012. T. 38, no. 5. pp. 58–66.
6. Zaripov V.N., Barinova M.O. Izmenenie pokazateley kardiointervalografii i variabelnosti serdechnogo ritma u studentov s raznym urovnem psikoemotsionalnogo napryazheniya i tipom temperamenta vo vremya zachetnoy nedeli // Fiziologiya cheloveka. 2008. T. 34, no. 4. pp. 73–79.
7. Kurasov P.A. Otsenka sposobnosti k obucheniyu pri zritel'no-motornom slezhenii // Fundamentalnye issledovaniya. 2013; T. 10. pp.1694–1698.
8. Martynova O.V., Roik A.O., Ivanitskiy G.A. Izmenenie nekotorykh pokazateley funktsionirovaniya serdechno-sosudistoy sistemy pri razlichnykh myslitelnykh operatsiyakh // Fiziologiya cheloveka. 2011. T. 37, no. 6. pp. 35–41.
9. Pankova N.B., Nadorov S.A., Karganov M.I.Yu. Analis variabelnosti serdechnogo ritma i arterial'nogo davleniya pri raznykh funktsionalnykh probakh u muzhchin i zhenshin // Fiziologiya cheloveka. 2008. T. 34, no. 4. pp. 64–72.
10. Sudakov K.V. Izbrannye trudy. T. 1. Razvitiye teorii funktsionalnykh sistem. M.: RAMN, 2007. 343 p.
11. Sudakov K.V., Andrianov V.V. Teoriya funktsionalnykh sistem kak osnova sistemnogo mirovozzreniya studentov-medikov // Sechenovskiy vestnik. 2012. T. 7, no. 1, pp. 29–34.
12. Posner M.I., Raichle M.E. Images of Mind. New-York:/ Scientific American Library. 1994. 257 p.
13. Thayer J.F. и Johnsen B.H. Autonomic Nervous system activity and its relationship to attention and working memory In. In Monitoring metabolic status: predicting decrements in physiological and cognitive performance. Washington, D.C.: National Academic Press, 2004. pp. 366–371.

---

**Рецензенты:**

Раевский В.В., д.б.н., профессор, зав. лабораторией нейроонтогенеза, ФГБУН «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии» РАН, г. Москва;

Фудин Н.А., д.б.н., профессор, зав. лабораторией, ФБГНУ «НИИИФ имени П.К. Антохина», г. Москва.