

*Биология*

УДК 612.821.3

В. Г. ГРИГОРЯН, А. Ю. СТЕПАНЯН, А. Н. АРАКЕЛЯН, А. Р. АГАБАБЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ  
ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧ ЛАБИРИНТНОГО ТИПА

Исследованы изменения статистических параметров сердечного ритма при выполнении лабиринтной задачи на компьютере. Выделены две группы испытуемых по типу реагирования на нагрузку: I группа характеризуется снижением индекса напряжения, II группа – его повышением. Показано, что у большинства лиц, выполняющих задание высокоэффективно, регуляция сердечного ритма осуществляется на уровне автономного контура, тогда как у большинства лиц, выполняющих задание низкоэффективно, – на уровне центрального контура.

Изучение умственной деятельности занимает особое место в психофизиологических исследованиях. Любые процессы, в том числе и интеллектуальные, характеризуются определенным уровнем напряжения регуляторных механизмов и находят свое отражение в различных вегетативных показателях [1–3]. Наиболее информативными из них считаются показатели сердечно-сосудистой системы [4–6].

Особое место для оценки психофизиологической напряженности занимают показатели сердечного ритма и гемодинамики [4, 7, 8].

Целью настоящего исследования было изучение реакций сердечно-сосудистой системы при выполнении на компьютере задачи лабиринтного типа, которая требует от исполнителя определенного нервно-эмоционального напряжения, т. к. решение задачи связано с постоянным поиском оптимального варианта выхода из закрытого пространства.

Задачей исследования являлось – изучение динамических изменений статистических параметров сердечного ритма и артериального давления испытуемых, вызванных под влиянием предложенной деятельности.

**Методика исследования.** Исследования проводились на 60 практически здоровых мужчинах и женщинах в возрасте от 18 до 23 лет. Решение задачи лабиринтного типа выполнялось испытуемым в течение

одного часа. Испытуемые были заранее ознакомлены с содержанием предложенного задания, усложняющегося от уровня к уровню, где необходимо было найти выход из трехмерного компьютерного лабиринта. Время прохождения каждого уровня игры фиксировалось компьютером. Критерием оценки эффективности деятельности в течение одного часа выполнения задания являлось количество пройденных ими усложняющихся уровней компьютерной игры. Прохождение более 4-х уровней принималось за высокую эффективность деятельности. Для выявления сдвигов функционального состояния (ФС) центрально-нервной системы (ЦНС) регистрировались фоновые показатели сердечно-сосудистой системы: электрокардиограмма (ЭКГ) и частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) до начала эксперимента ( $T_0$ ) и после одного часа выполнения задания ( $T_1$ ). Измерялось артериальное давление (мм рт. ст.) – систолическое ( $АД_с$ ) и диастолическое ( $АД_д$ ). По методу вариационной пульсометрии Р. М. Баевского [4] анализировались следующие статистические параметры сердечного ритма: мода ( $M_0$ , с), вариационный размах ( $\Delta x$ , с) и амплитуда моды ( $AM_0$ , %). Объем выборки – 100 кардиоинтервалов. По данным вариационной пульсометрии вычислялся индекс напряжения (ИН) регуляторных систем, отражающий степень централизации управления сердечным ритмом. Экспериментальный материал обрабатывался по специально разработанной программе SPSS for Windows.

**Результаты и их обсуждение.** По типу реагирования на предложенную нагрузку выделены две группы испытуемых: в I вошли испытуемые, у которых наблюдалось снижение ИН (50%); во II – те, у которых наблюдалось повышение ИН (50%).

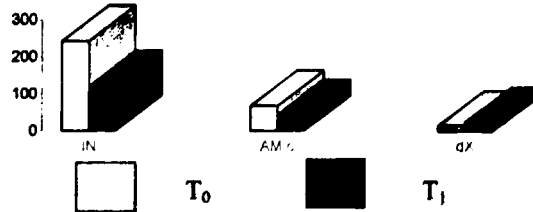
Среднестатистический анализ показателей сердечного ритма у испытуемых I группы показал, что исходное состояние ( $T_0$ ) характеризовалось следующими значениями параметров сердечного ритма: ИН при  $T_0$  составлял  $242 \pm 51$  (ед.),  $AM_0$  –  $67 \pm 1,5$  (%),  $M_0$  –  $0,76 \pm 0,11$  (с) и  $\Delta x$  –  $0,14 \pm 0,005$  (с). После выполнения задания ( $T_1$ ) значение ИН достоверно ( $p < 0,001$ ) снизилось на 122 (ед.),  $AM_0$  – до  $43 \pm 0,13$  (%),  $\Delta x$  достоверно ( $p < 0,001$ ) увеличилось до  $0,24 \pm 0,09$  (с), значение же  $M_0$  через час стало равным  $0,83 \pm 0,011$  (с) (рис. 1, А). Фоновое значение средней ЧСС у испытуемых I группы составляло  $75,67 \pm 5,95$  (уд./мин). При  $T_1$  ее значение достоверно ( $p < 0,01$ ) снизилось до  $66,13 \pm 5,87$  (уд./мин) (рис. 1, Б).

Систолическое артериальное давление при  $T_0$  равнялось  $108 \pm 9,41$ , а диастолическое –  $70,33 \pm 8,12$  (мм рт. ст.). К концу выполнения задания значения  $АД_с$  и  $АД_д$  достоверно ( $p < 0,01$ ) снизились соответственно до  $104 \pm 9,10$  и  $64 \pm 9,10$  (мм рт. ст.) (рис. 1, В).

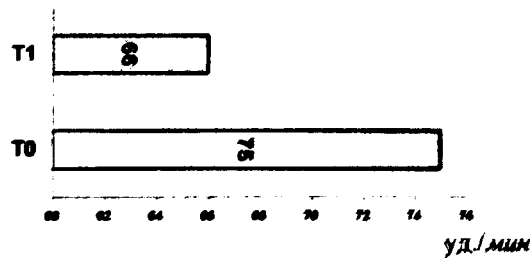
В результате анализа полученных данных у испытуемых I группы выявлено достоверное понижение ИН от  $T_0$  к  $T_1$ , сопровождающееся достоверным снижением  $AM_0$  и повышением  $\Delta x$ , что свидетельствует о высокой степени вариабельности R-R интервалов. Одновременно с этим наблюдалось достоверное снижение значений показателей ЧСС и артериального давления.

Анализ эффективности деятельности у испытуемых I группы показал, что она высока у 69% испытуемых, а низка – у 31%.

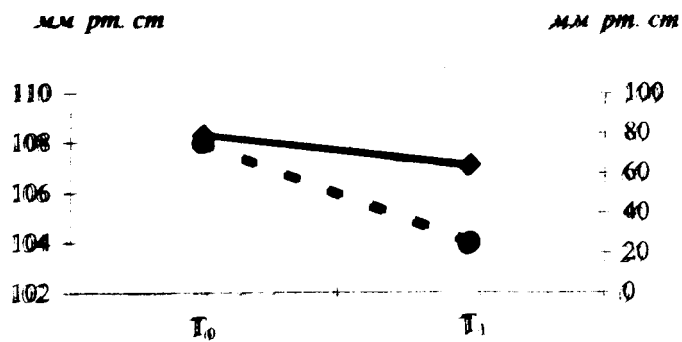
А



Б



В



1 – систолическое давление, 2 – диастолическое давления

Рис. 1. Изменения статистических показателей сердечного ритма (А), частоты сердечных сокращений (Б) и артериального давления (В) у испытуемых I группы.

Среднестатистический анализ показателей сердечного ритма у испытуемых II группы выявил характерные для исходного состояния ( $T_0$ ) значения параметров: ИИ равен  $145 \pm 58$  (ед.),  $AM_0 = 43,73 \pm 0,7$  (%),  $\Delta x = 0,23 \pm 0,08$  (с),  $M_0 = 0,73 \pm 0,11$  (с). При  $T_1$  значение ИИ увеличилось ( $p < 0,05$ ) на 112 (ед.),  $AM_0$  – на 29% ( $p < 0,001$ ),  $\Delta x$  снизилось ( $p < 0,001$ ) до  $0,13 \pm 0,05$  (с), значение  $M_0$  стало равным  $0,80 \pm 0,11$  (с) (рис. 2, А).

Среднестатистический анализ изменений величины ЧСС и артериального давления у испытуемых II группы выявил достоверное

увеличение значения этих параметров к концу выполнения задания: ЧСС – на 8,13 уд./мин (рис. 2, Б), систолического АД на 6,0 мм рт. ст., а диастолического – на 15,33 мм рт. ст. (рис. 2, В).

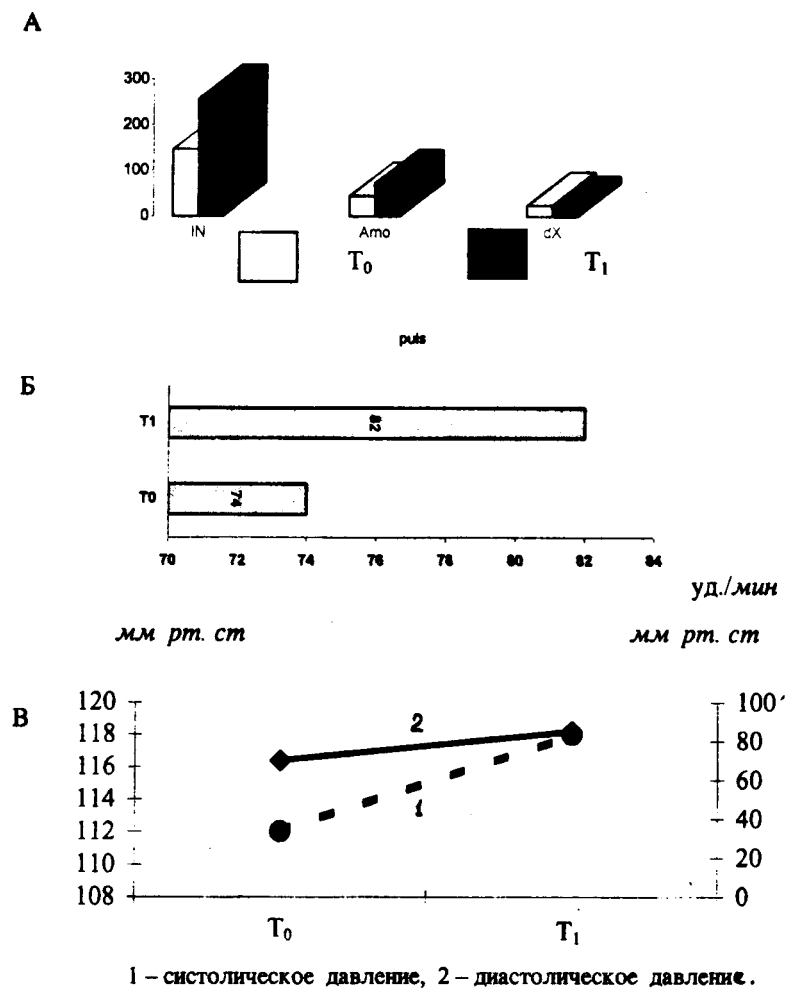


Рис. 2. Изменения статистических показателей сердечного ритма (А), частоты сердечных сокращений (Б) и артериального давления (В) у испытуемых II группы.

Из полученных данных следует, что у испытуемых II группы к концу 1-го часа выполнения задания наблюдалось достоверное увеличение значений ИН, которое сопровождалось увеличением  $AM_0$  и снижением  $\Delta X$ . Значения артериального давления и ЧСС после 1-го часа работы повышались по сравнению с фоном на уровне тенденции.

Анализ эффективности деятельности испытуемых II группы показал, что она высокая у 20,7% испытуемых и низкая – у 79,3%.

Обнаруженные в результате исследования изменения параметров сердечного ритма указывают на наличие у испытуемых двух типов

вегетативных реакций на данную нагрузку: наблюдается преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) (I группа – 50% испытуемых) и преобладание симпатического отдела ВНС (II группа – 50%). Исходя из полученных фактов понижения ИН и  $AM_0$  и повышения  $\Delta x$  у испытуемых I группы, можно говорить о преобладании у них тонуса парасимпатического отдела ВНС к концу выполнения задания. В свою очередь, преобладание тонуса парасимпатической нервной системы обычно принято считать свидетельством усиления процессов саморегуляции, активации автономного контура регуляции сердечного ритма, рабочими элементами которого являются синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу [6, 9, 10].

Изменение параметров второго типа реагирования (увеличение ИН,  $AM_0$  и понижение  $\Delta x$ ) говорит о преобладании тонуса симпатической нервной системы, что указывает на нарастающую централизацию управления сердечным ритмом. А так как известно, что “возбуждение симпатической нервной системы является обязательным условием развития эмоционального напряжения, то есть фактически начальным звеном гормональных реакций стресса” [11], то в связи с вышеизложенным полученные нами данные могут свидетельствовать о развитии эмоционального напряжения у испытуемых II группы.

Анализ показателей артериального давления выявил достоверное понижение систолического и диастолического артериального давления у испытуемых I группы. В то же время у испытуемых II группы наблюдалось повышение артериального давления. Эти данные свидетельствуют о нарастании симпатического влияния на ЦНС и согласуются с выявленным нами (по данным параметров сердечного ритма) симпатическим эффектом у II группы. Одной из причин достоверного повышения артериального давления при эмоциональном напряжении в результате усиления симпатического влияния можно считать дискоординацию между изменениями сердечного выброса и периферическим сосудистым сопротивлением.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что у испытуемых I группы регуляция деятельности происходит на уровне автономной системы и предложенное задание не требует особых усилий. В то же время у испытуемых II группы в ходе выполнения задания нарастает симпатическое влияние, что является свидетельством развития эмоционального напряжения и приводит к понижению эффективности выполнения задания.

*Кафедра физиологии человека и животных*

*Поступила 09.12.2002*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Джебраилова Т.Д., Умрюхина Е.А. – Физиология человека, 1995, т. 21, № 2, с. 44.
2. Naqvi S.A. – J. Hum. Ergol. (Tokyo), 1994, v. 23, № 1, p. 41.
3. Kurimori S., Kakizaki T. – Ind. Health., 1995, v. 33, № 1, p. 7.

4. Баевский Р.М., Кириллов О.О., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984, с. 221.
5. Ефимова И.В., Хомская Е.Д. – Физиология человека, 1990, т. 16, № 5, с. 147.
6. Казакова М.И., Братанов В.В. – Там же, 1991, т. 17, № 5, с. 151.
7. Горбунов В.В. – Там же, 1994, т. 23, № 5, с. 40.
8. Данилова Н.Н., Астафьев С.В. – ЖВНД, 1999, т. 49, вып. 1, с. 28.
9. Богданов А.Ф. В кн.: Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. М.: Педагогика, 1989, т. 1, с. 122.
10. Федоров Б.М. – Физиология человека, 1997, т. 23, № 2, с. 89.
11. Ноздрачев А.Д., Баженов Ю.И., Баранникова И.А. и др. Общий курс физиологии человека и животных. М.: Высшая школа, 1991, с. 528.

Վ. Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա. ՅՈՒՍԵԲՅԱՆ, Ա. Ն. ԱՌԱԲԵԼՅԱՆ, Հ. Ռ. ԱՂԱԲԱԲՅԱՆ

ԱՐՏԻ ՌԻԹՄԻ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԼԱԲԻՐԻՆԹՈՍԱՅԻՆ ՏԻՊԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

### Ամփոփում

Ուսումնասիրվել են սիրտ-անոթային համակարգի ցուցանիշների փոփոխությունները համակարգչով լաբիրինթոսային առաջադրանքի կատարման ժամանակ: Ըստ վեգետատիվ ռեակցիաների առանձնահատկությունների առանձնացվել են երկու խումբ փորձարկվողներ՝ I խմբի փորձարկվողները բնորոշվում են լարվածության ինդեքսի նվազումով, II խմբի փորձարկվողները՝ լարվածության ինդեքսի բարձրացումով: Յույց է տրված, որ առաջադրանքը բարձր էֆեկտիվությամբ կատարողների մեծամասնության սրտի ռիթմի կարգավորումը իրականացվում է ինքնավար ուրվագծի մակարդակով, իսկ ցածր էֆեկտիվությամբ կատարողներինը՝ կենտրոնական ուրվագծի մակարդակով:

V. H. GRIGORYAN, A. Y. STEPANYAN, A. N. ARAKELYAN, H. R. AGHABABYAN

THE INVESTIGATION OF HEART RHYTHM VARIABILITY DURING  
FULFILMENT OF MAZE-MODEL TASKS

### Summary

The changes of statistical characteristics of heart rhythm during carrying out of maze-model tasks on the computer are investigated. Two groups of probationers were allotted by their reaction to the loading: the first group is characterized by the decreasing of strain index (SI); the second group – by the increasing of SI. It is shown, that at the most of probationers, carrying out the tasks with high efficiency, the heart rhythm regulation is realized by the level of autonomous contour, while at the most of probationers carrying out the tasks with low efficiency – by the level of central contour.