

*Сатаркулова А.М., Шаназаров А.С.*

**ОКУУ ПРОЦЕСС УЧУРУНДА ЧЕТ ӨЛКӨЛҮК СТУДЕНТТЕРДИН  
ЖҮРӨГҮНҮН ЫРГАГЫНЫН ӨЗГӨРҮҮСҮ**

*Сатаркулова А.М., Шаназаров А.С.*

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ  
В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*A.M. Satarkulova, A.S. Shanazarov*

**HEART RATE VARIABILITY IN FOREIGN STUDENTS DURING  
EDUCATION PROCESS**

УДК: 612.15(575.2)

Сессия аралыгында жана экзамен учурунда чет өлкөлүк студенттердин иш абалына баа берүү жана динамикалык текшерүү натыйжалары көрсөтүлгөн. Сынак стрессине жүрөк ыргагынын өзгөрүүсүнүн убактылуу жана спектралдык өзгөчөлүктөрүнүн таасири каралган. Жөнөкөй окуу процессинде болжол менен 50% студенттердин вегетативдүү нерв системасынын (ВНС) симпат бөлүмү басымдуулук кылары тастыкталды, бул Баевский боюнча чымыркануу индексинин маанисинин көбөйүшү далилдеп турат. Экзамендеги стресс учурунда жүрөктүн ыргагынын борборлоштуруу даражасы жогорулайт жана вегетативдүү тең салмактуулук ВНСдин симпат байланышына карай жылат.

**Негизги сөздөр:** чет элдик студенттер, жүрөктүн ыргагынын өзгөрүүсү, убактылуу жана спектралдык мүнөздөмөсү, чымыркануу индекси, вегетативдүү жөнгө салуу, сынак стресси.

Представлены результаты оценки и динамического контроля за функциональным состоянием иностранных студентов в межсессионный период и в период экзамена. Показана реакция временных и спектральных параметров вариабельности сердечного ритма на экзаменационный стресс. Установлено, что уже на этапе обычной учебы у примерно 50% студентов преобладает тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), на что указывают повышенные значения индекса симпатического воздействия и индекса напряжения по Баевскому. В условиях экзаменационного стресса происходит увеличение степени централизации сердечного ритма и смещение вегетативного баланса в сторону симпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС).

**Ключевые слова:** иностранные студенты, вариабельность сердечного ритма, временные и спектральные характеристики, индекс напряжения, вегетативная регуляция, экзаменационный стресс.

The results of evaluation and dynamic monitoring of the functional state of foreign students during the intersession period and the exam are presented. The reaction of temporal and spectral parameters of heart rate variability on examina-

tion stress are exhibited. It has been established that already at the stage of usual study, about 50% of students have the greater influence of a sympathetic division of the ANS, as indicated by elevated values of the sympathetic index and the Baevsky stress index. In the conditions of exam stress, the degree of centralization of the heart rhythm increases and the vegetative balance shifted towards the sympathetic part of the ANS.

**Key words:** foreign students, heart rate variability, temporal and spectral characteristics, stress index, vegetative regulation, examination stress.

**Введение.**

В последние годы Кыргызстан все более и более становится привлекательной страной для обучения иностранных студентов. Не являются исключением и медицинские высшие учебные заведения, где получают образование студенты из Индии, Турции, Пакистана, Китая и других стран.

Учеба в вузе, особенно в медицинском, наряду с комплексом психосоциальных факторов иноязычной среды [1], предъявляет к организму студенческой молодежи значительные требования, вызывая функциональное напряжение и дезадаптационные изменения, вплоть до нарушения здоровья.

В связи с этим весьма актуален и важен динамический контроль за функциональным состоянием студентов и их адаптационными возможностями. Наиболее доступным и безопасным методом, выявляющим нарушения вегетативной регуляции ритма сердца является математический анализ его вариабельности (ВСР), предложенный Р.М. Баевским [2].

**Целью** настоящей работы стало исследование состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы студентов-иностранцев в условиях обычной учебной деятельности и в период экзаменационного стресса.

**Материалы и методы.**

В исследовании приняли участие 35 иностранных студентов-юношей Международной высшей

школы медицины (2-курс), прибывших из Индии и Пакистана, практически здоровых, в возрасте 19-20 лет.

Обследование проводилось в два этапа: за три недели до наступления сессии, в условиях обычного учебного дня (май 2017) и в экзаменационный период через 10-20 минут после экзамена (июнь 2017).

При обследовании использовался аппаратно-программный комплекс УПФТ – 1/30 – «ПСИХОФИЗИОЛОГ» фирмы Медиком МТД (Россия), с помощью которого регистрировалась электрокардиограмма (параметры ВСР) во II стандартном отведении в течение 5 минут, в одинаковых условиях, в отдельной комнате в отсутствии лиц, не принимавших непосредственного участия в обследовании. При анализе ВСР учитывались рекомендации Европейского кардиологического и Североамериканского электрофизиологического обществ [3].

Определялись временные и спектральные характеристики: RRNN, мс - средняя длительность всех R-R интервалов; SDNN, мс - среднее квадратичное отклонение R-R интервалограммы; Mo(мода), мс - начальное значение диапазона наиболее часто встречающихся R-R интервалов; AMo(амплитуда моды) % - количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды, выраженное в процентах от общего количества кардиоинтервалов; MaxR-R, мс - значение самого продолжительного интервала R-R; MinR-R, мс - значение самого короткого интервала R-R; BP(вариационный размах), мс - разница значений максимального и минимального кардиоинтервалов; ИН - индекс напряженности по Баевскому; ИЦ- индекс централизации; HF, мс<sup>2</sup> - мощность спектральной плотности в высокочастотном диапазоне (0,15-0,4 Гц); LF, мс<sup>2</sup> - мощность спектральной плотности в низкочастотном диапазоне (0,04-1,5 Гц); VLF, мс<sup>2</sup> - мощность спектральной плотности в сверхнизкочастотном диапазоне (<0,04 Гц); TP, мс<sup>2</sup> - общая мощность спектра; HF,% - мощность высоких частот в процентах; LF,% - мощность низких частот в процентах; LF/HF - показатель соотношения низкочастотных и высокочастотных волн; HR - частота сердечных сокращений.

Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием программы SPSS 16 версии с учетом нормальности распределения признака. Нормальность распределения измеренных переменных проверяли при помощи теста Колмогорова-Смирнова. Сравнение двух независимых выборок проводили при нормальном распределении данных признака с помощью параметрического теста t-критерия для двух независимых выборок с вычислением средней величины (M), стандартного отклонения (SD) (M±SD). При распределении, отличном от нормального, использовали непараметрический критерий для двух независимых выборок Манна-Уитни. Результаты непараметрических

методов обработки данных представлялись в виде медианы (Me), первого (Q<sub>1</sub>), и третьего (Q<sub>3</sub>) квартилей (Me(Q<sub>1</sub>;Q<sub>3</sub>)). Критический уровень значимости (p) в работе принималось равным 0,05.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Данные по оценке временных характеристик ВСР студентов в условиях учебной деятельности и после экзаменационного стресса представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Временные характеристики ВСР у иностранных студентов в процессе учебной деятельности

Показатель	до экзамена (n=35)	после экзамена (n=35)	P
RRNN, мс	685,83±83,37	632,37±49,39	0,000*
HR, уд/мин	88,69±10,47	95,43±7,45	0,000*
SDNN, мс	41,57±16,65	35,94±13,72	0,024*
Mo, мс	675 (625;725)	625 (575;675)	0,000*
AMo, мс	45,89±12,53	50,00±12,22	0,064
Min R-R, мс	592,77±60,36	551,60±38,62	0,000*
Max R-R, мс	786,86±112,87	720,91±70,32	0,000*
BP, мс	194,09±73,28	169,31±52,96	0,026*

Примечания: \* - значимость различий при p<0,05.

Анализ этих данных показывает, что в условиях обычного учебного дня стандартное отклонение величины нормальных кардиоинтервалов (SDNN) снизилось с 41,5±16,6 мс до 35,9±13,7 мс после сдачи экзамена (состояние психоэмоционального напряжения) (p=0,024). В этот период наблюдается также достоверное снижение показателей MaxR-R – значение самого продолжительного интервала R-R и MinR-R – значение самого короткого интервала R-R. Частота сердечных сокращений (HR), которая составляла в межсессионный период 88,6±10,4 уд/мин, что соответствует верхней границе нормальных значений для данной возрастно-половой группы, статистически значимо возросла до 95,4±7,4 уд/мин после экзаменационного напряжения. Эти результаты свидетельствуют о существенном снижении активности парасимпатического и превалировании симпатического отдела ВНС.

Сделанный на основе изучения SDNN и HR вывод подтверждается при анализе моды (Mo), отражающий активность парасимпатического звена регуляции. Для этого параметра характерно смещение вегетативного баланса в сторону симпатического звена регуляции. Так, если в межсессионный период показатель Mo был равен 675 мс, то после сдачи экзамена зафиксировано значимое снижение числового показателя данного критерия, который в целом по группе составил 625 мс (p=0,000). Число кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды (AMo) – условного показателя активности симпатического звена, после экзамена имело тенденцию к повышению

( $p=0,064$ ) и указывало на умеренное повышение тонуса симпатических нервных центров.

Индекс напряжения Баевского отражает степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными и является чувствительным маркером уровня стресса [4]. Используя вышеуказанный индекс, нами определен тип вегетативной регуляции сердечного ритма студентов, по которому произошло следующее распределение испытуемых: в межсессионный период ваготоников было 8% ( $ИН < 50$ ), нормотоников - 46% ( $50 < ИН < 200$ ), симпатотоников - 46% ( $ИН > 200$ ); после экзамена снижается число ваготоников и нормотоников до 3% и 31% соответственно, количество симпатотоников увеличивается до 66%. К этому следует добавить, что повышенные значения ИН у студентов в постэкзаменационный период от 226,8 до 277,3 свидетельствуют о развитии состояния эмоционального напряжения.

При аналитической оценке спектральных характеристик, представленных в таблице 2, установлено, что общая мощность спектра (TP), отражающая суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции и характеризующая адаптационный потенциал организма [5], имела тенденцию к снижению: её значения составили в межсессионный период  $2056 \text{ мс}^2$ ; после сдачи экзамена -  $1887 \text{ мс}^2$ . При этом разброс значений на обоих этапах был достаточно высоким: от 504 до  $13904 \text{ мс}^2$  в первом случае и от 279 до  $9364 \text{ мс}^2$  во втором (табл. 2).

Таблица 2.

**Спектральные характеристики ВСР у иностранных студентов в процессе учебной деятельности**

Показатель	до экзамена (n=35)	после экзамена (n=35)	P
TP, $\text{мс}^2$	2056 (1096;4693)	1887 (920;2528)	0,112
VLF, $\text{мс}^2$	$1094,51 \pm 1197,82$	$778,60 \pm 855,69$	0,147
LF, $\text{мс}^2$	769 (407;1848)	659 (451;1128)	0,193
HF, $\text{мс}^2$	470 (218;967)	321 (188;610)	0,048*
LF, %	$64,34 \pm 11,10$	$68,66 \pm 11,04$	0,056
HF, %	$35,67 \pm 11,02$	$31,30 \pm 11,06$	0,053
LF/HF, у.е.	$2,08 \pm 1,00$	$2,54 \pm 1,09$	0,038*
ИЦ	$3,91 \pm 1,88$	$4,51 \pm 2,12$	0,190

**Примечания:** \* - значимость различий при  $p < 0,05$ .

Изменение спектральных показателей, характеризующих мощность низкочастотных (LF) волн, отражающих активность симпатических центров продолговатого мозга, и сверхнизкочастотных (VLF) волн, отвечающих за активность центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма [5], имели схожую картину с абсолютной мощностью спектра и достоверно

значимо не отличались на до- и постэкзаменационном этапе.

Статистически достоверно менялась доля высокочастотного показателя HF, указывающая на активность парасимпатического кардионгибиторного центра продолговатого мозга [5], которая составила в условиях текущего учебного дня  $470 \text{ мс}^2$ , затем снизилась до  $321 \text{ мс}^2$  после сдачи экзамена. Значения показателей HF в абсолютных цифрах подтверждаются данными расчета в процентах:  $35,6 \pm 11,0\%$  до экзамена и  $31,3 \pm 11,0\%$  после экзамена ( $p=0,048$ ).

Об усилении симпатического звена регуляции свидетельствует и величина вагосимпатического индекса (LF/HF), которая достоверно увеличилась после экзамена в сравнении со средним показателем, полученным в межсессионный период. Разделение выборочной совокупности на типы с различным уровнем вегетативной регуляции по индексу вагосимпатического воздействия показало следующую картину распределения. В первый тип вошли лица с преобладанием тонуса симпатической регуляции ( $LF/HF > 2,0$ ); во второй - со сбалансированным влиянием симпатической и парасимпатической систем ( $0,7 < LF/HF < 2,0$ ); третий - составили лица с преобладанием вагусной регуляции ( $LF/HF < 0,7$ ). При таком разделении в обычные учебные дни симпатотоники составили 51%, нормотоники - 48%, ваготоники - 8%. Сразу после экзамена число симпатотоников увеличилось до 71%, количество нормотоников снизилось до 26%, а ваготоники уменьшилось до 3%. Примерно такое же соотношение по типам вегетативной регуляции сердечного ритма до и после экзаменационной сессии наблюдалось при определении индекса напряжения; причем увеличение числа симпатотоников после экзамена происходило за счет студентов с нормотонической реакцией.

Во время экзамена зарегистрированы высокие значения и индекса централизации ( $4,51 \pm 2,12$ ) по сравнению с показателями в межсессионный период ( $3,91 \pm 1,88$ ), что, вероятно, связано с повышением деятельности центрального контура регуляции и функциональным напряжением регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы.

Полученные результаты в целом соответствуют исследованиям ученых ближнего и дальнего зарубежья о влиянии экзаменационного стресса на функциональное состояние организмов студентов во время обучения в вузе [6,7,8,9].

**Заключение**

Данные по оценке и анализу variability сердечного ритма у иностранных студентов в процессе учебной деятельности свидетельствуют о том, что в исследуемой популяции уже на этапе обычных занятий более 50% составляют лица с симпатическим типом регуляции. На это указывают индекс симпатического воздействия и индекс напряжения по Баевскому, значения которых превышают норма-

тивные величины данной возрастной категории. В ходе экзаменационных процедур происходила перестройка ритма сердца, которая проявлялась увеличением степени централизации сердечного ритма и смещением вегетативного равновесия в сторону симпатического звена ВНС. В результате значительным образом менялось процентное соотношение испытуемых с различным типом регуляции: по вагосимпатическому индексу количество симпатотоников возрастало до 71% и по индексу напряжения до 66%; число ваготоников уменьшалось с 8% до 3% и в том и другом случае. При этом такой рост наступает в основном за счет лиц с нормотонической реакцией на экзаменационный стресс. Само же увеличение индекса Баевского, после сдачи экзамена можно расценивать как факт психоэмоционального напряжения.

**Литература:**

1. Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. - 2001. - Т. 27, №6. - С. 95-101.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменения сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984. 221 с.
3. Malik M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / M. Malik, J.T. Bigger, A.J. Camm, R.E. Kleiger et al. // European Heart Journal. 1996. № 17. P. 354-381.
4. Алексеева Э.А., Шантанова Л.Н. и др. Оценка функционального состояния студентов в период экзаменационного стресса. // Вестник Бурятского Госуниверситета. - 2010. - №12. - С.108-113.
5. Бабунц И.В. Азбука анализа variability сердечного ритма // И.В. Бабунц, Э.М. Мираджян, Ю.А. Машаех. - Ставрополь: Принтмастер, 2002. - С. 112.
6. Деваев Н.П. Роль экзаменационного стресса в изменениях variability ритма сердца и биоэлектрической активности головного мозга у студенток медицинского колледжа: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Ярославль, 2011. - С. 21.
7. Карпенко Д. Ю. Особенности функционального состояния организма студентов в условиях экзаменационного стресса // Гигиена и санитария. - 2010. №1. - С. 78-80.
8. Сафонова В.Р., Шаламова Е.Ю. Параметры variability сердечного ритма студенток северного медицинского вуза при экзаменационном стрессе // Экология человека. - 2013. - №8. - С.11-16.
9. K. Srinivasan et al. A study of Stress and autonomic nervous function in first year undergraduate medical students. Indian Journal Physiol Pharmacol. 2006; 50(3): 257-64.

Рецензент: д.биол.н., профессор Вишневецкий А.А.