

УДК 612.15(575.2)

https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/14

ИЗМЕНЕНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

©Сатаркулова А. М., ORCID: 0000-0002-9879-1802, Институт горной физиологии и
медицины НАН Киргизской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан, asat79@mail.ru

CHANGE OF HEART RATE VARIABILITY AT FOREIGN STUDENTS IN THE MIDLANDS

©*Satarkulova A.*, ORCID: 0000-0002-9879-1802, Institute of Mountain Physiology and Medicine
of the National Academy of Science of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan, asat79@mail.ru

Аннотация. Донозологическая оценка функционального состояния студентов, обучающихся в различных климато–географических условиях является весьма важной задачей, поскольку позволяет своевременно выявлять у студентов состояния, предшествующие патологии и способствовать сохранению здоровья. *Цель.* Изучение состояния регуляторных механизмов сердечно–сосудистой системы у студентов–иностранцев, проживающих и обучающихся в условиях среднегорья. *Материалы и методы исследования.* В исследовании участвовало 342 студента первого и третьего курсов в возрасте $20,0 \pm 1,9$ лет из Индии. Обследование осуществлялось в условиях низкогогорья (760 м. над уровнем моря, контрольная группа) и среднегорья (1650 м. над уровнем моря). Регистрировались основные временные и спектральные параметры ВСР в течение 5 минут с использованием программно–аппаратного комплекса «Психофизиолог». *Результаты.* Сравнительная оценка показала, что у студентов, проживающих в условиях среднегорья были низкие значения SDNN, TP, VLF, LF и HF и высокие показатели АМо, HR, SI, что указывает на преобладание центральных механизмов регуляции и смещение вегетативного баланса в сторону симпатического звена у этой группы. *Заключение.* Выявленные изменения со стороны спектральных и временных параметров ВСР у студентов–среднегорцев характеризуют представление о регуляторно–адаптивном состоянии организма, при котором происходит активация энергетических и метаболических ресурсов, в первую очередь системы кровообращения, направленных на поддержание гомеостаза в изменяющихся условиях внешней среды.

Abstract. Prenosological assessment of the functional state of students studying in different climatic and geographical conditions is a very important task, since it allows timely detection of conditions that precede pathologies in students and contributes to the preservation of health. *Goal.* Study of the state of the regulatory mechanisms of the cardiovascular system in foreign students living and studying in the midlands. *Materials and methods.* The study involved 342 first- and third-year students aged 20.0 ± 1.9 years from India. The survey was carried out in the conditions of the low mountains (760 m above sea level, control group) and the midlands (1650 m above sea level). The main time and spectral parameters of HRV were recorded within 5 minutes using the hardware and software complex Psychophysicologist. *Results.* The comparative assessment showed that students living in the conditions of the midlands had low values of SDNN, TP, VLF, LF and HF and high indicators of АМо, HR, SI, which indicates the predominance of central regulatory mechanisms and the shift of the vegetative balance towards the sympathetic link in this group. *Conclusion.* The revealed changes in the spectral and temporal parameters of HRV in midlands



students characterize the idea of a regulatory and adaptive state of the body, in which energy and metabolic resources are activated, primarily the circulatory system, aimed at maintaining homeostasis in changing environmental conditions.

Ключевые слова: иностранные студенты, вариабельность сердечного ритма, низкогорье, среднегорье.

Keywords: foreign students, heart rate variability, low mountains, midlands.

В Кыргызстане год от года увеличивается число иностранных студентов, обучающихся в высших медицинских учебных заведениях. Специфика и интенсификация обучения в вузе, предъявляя к организму повышенные требования, обуславливают существенное напряжение защитно-приспособительных систем и оказывают негативное влияние на здоровье студентов. Ряд научных сообщений свидетельствуют о том, что состояние современных студентов характеризуется высоким уровнем тревожности, неудовлетворительными показателями физического здоровья и социального оптимизма [1, 2]. Имеются единичные данные о возникновении дисфункциональных расстройств и преморбидных состояний у иностранных студентов в процессе учебной деятельности в условиях низкогорья [3].

В связи с этим весьма важным является донозологическая оценка функционального состояния студентов на разных этапах учебного процесса в условиях среднегорья. При этом надежным и эффективным способом контроля за их состоянием является математический анализ ритма сердца, с помощью которого можно оценивать не только напряжение регуляторных механизмов, но и судить об адаптационных возможностях организма [4].

Цель работы: изучение состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы у студентов-иностранцев, проживающих и обучающихся в условиях среднегорья.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 342 иностранных студента первого и третьего курсов Международной высшей школы медицины, прибывших из Индии, практически здоровых, в возрасте $20 \pm 1,9$ лет. Обследование было одобрено этическим комитетом при МВШМ (Протокол заседания №4 от 09.11.2016 г.) на соответствие принципам, обозначенным в Хельсинской декларации и осуществлялось в г. Бишкек — Центральный кампус (низкогорье — 760 м. над уровнем моря, контрольная группа) и в г. Чолпон-Ата — Иссык-Кульский кампус (среднегорье — 1650 м над уровнем моря). Перед исследованием от всех участников получено информированное согласие.

Для оценки функционального состояния использовался аппаратно-программный комплекс УПФТ — 1/30-«ПСИХОФИЗИОЛОГ» фирмы Медиком МТД (Россия), с помощью которого регистрировалась электрокардиограмма (параметры ВСП) во II стандартном отведении в течение 5 минут. При анализе ВСП учитывались рекомендации Европейского кардиологического и Североамериканского электрофизиологического обществ [5].

Определялись временные и спектральные характеристики: SDNN, мс — среднее квадратичное отклонение R-R интервалограммы; АМо (амплитуда моды), % — количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды, выраженное в процентах от общего количества кардиоинтервалов; МхDMn (вариационный размах), мс — разница значений максимального и минимального кардиоинтервалов; SI, усл.ед. — индекс напряженности по Баевскому; HF, $мс^2$ — мощность спектральной плотности в высокочастотном диапазоне (0,15-0,4 Гц); LF, $мс^2$ — мощность спектральной плотности в низкочастотном диапазоне (0,04-0,15

Гц); VLF, мс² — мощность спектральной плотности в сверхнизкочастотном диапазоне (0,003–0,04 Гц); TP, мс² — общая мощность спектра; LF/HF, усл. ед. — показатель соотношения низкочастотных и высокочастотных волн; HR, уд/мин — частота сердечных сокращений.

Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием программы SPSS 16 версии for Windows. Проверка количественных данных на соответствие нормальному закону распределения при выборке ($n \geq 100$) выполнена при помощи критерия Колмогорова-Смирнова, при выборке ($n < 100$) при помощи критерия Шапиро-Уилка. Сравнение двух независимых выборок проводили при нормальном распределении данных признака с помощью параметрического теста t-критерия Стьюдента с вычислением средней величины (M), стандартного отклонения (SD) ($M \pm SD$). При распределении, отличном от нормального, использовали непараметрический критерий для двух независимых выборок Вилкоксона. Результаты непараметрических методов обработки данных представлялись в виде медианы (Me), первого (Q_1), и третьего (Q_3) квартилей ($Me(Q_1-Q_3)$). Статистически значимым принимали уровень различий при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов временных и спектральных параметров ВСР у студентов 1 курса, обучающихся в Бишкеке (низкогорье) и в Чолпон-Ате (среднегорье) не выявил достоверных различий между сравниваемыми группами. Все показатели находились в пределах нормы. Лишь индекс вагосимпатического баланса (LF/HF) — отношение мощностей волн низкой частоты (LF) к мощности волн высокой частоты (HF) у среднегорцев превышал значения как у низкогорцев, так и нормативные величины. Вероятнее всего это обусловлено относительной активностью подкоркового симпатического центра в условиях горно-морского климата Иссык-Куля (Таблица 1):

Таблица 1.

ЗНАЧЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВСР У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА 1 КУРСЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И СРЕДНЕГОРЬЯ

Показатели	Низкогорье (n=117)	Среднегорье (n=45)	P
HR, уд/мин	85,7±12,0	87,5±11,8	0,423
SDNN, мс	51,2±19,7	52,2±26,2	0,783
AMo, %	39,3±12,3	39,0±12,6	0,891
MxDMn, мс	228 (177–274)	207 (177–277)	0,822
SI, усл.ед.	119 (74–214)	138 (68–208)	0,874
TP, мс ²	3670 (2041–6396)	3304 (2078–6619)	0,908
VLF, мс ²	1094 (649–2288)	1210 (549–2369)	0,674
LF, мс ²	1422 (823–2229)	1386 (761–2433)	0,918
HF, мс ²	868 (479–1697)	654 (329–1806)	0,421
VLF, %	33,6±12,0	35,3±12,4	0,406
LF, %	39,3±11,6	39,8±11,6	0,792
HF, %	27,1±11,7	24,9±12,5	0,294
LF/HF, усл.ед.	1,8±1,1	2,0±1,1	0,172

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

В Таблице 2 представлены данные спектрального анализа студентов 3 курса (контрольная и экспериментальная группы), которые позволяют более детально оценить значимость отдельных звеньев регуляторных механизмов ВСР в процессе адаптации к учебной деятельности в различных климато-географических условиях:



Таблица 2.

ЗНАЧЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВСР У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ,
 ОБУЧАЮЩИХСЯ НА 3 КУРСЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И СРЕДНЕГОРЬЯ

Показатели	Низкогорье (n=110)	Среднегорье (n=70)	P
TP, мс ²	4400 (2438–7172)	2297 (1276–5797)	0,006*
VLF, мс ²	1641 (702–3005)	805 (501–2299)	0,006*
LF, мс ²	1497 (888–2790)	886 (522–1822)	0,003*
HF, мс ²	928 (460–2062)	518 (240–1119)	0,002*
VLF, %	39,0±14,6	38,8±12,9	0,209
LF, %	36,7±12,5	39,0±1,2	0,189
HF, %	24,2±11,9	22,2±8,6	0,902
LF/HF, усл.ед.	2,0±1,5	2,1±1,2	0,834

Примечание: *-значимость различий при $p \leq 0,05$.

Сравнительная оценка показала, что суммарная мощность спектра (TP), как характеристика абсолютного уровня активности регуляторных систем у студентов, проживающих в условиях среднегорья, почти в 2 раза ниже, чем у студентов в низкогорье (2297 мс² против 4400 мс²), что связано с преобладанием центральных механизмов регуляции. В среднегорье отмечены и более низкие значения VLF (805 мс²), которые отражают как регуляторное влияние высших вегетативных центров, так и состояние нейро-гуморального уровня регуляции.

Величина мощности спектра низкочастотного (LF) компонента ВСР, характеризующая активность вазомоторного центра у среднегорцев меньше (886 мс²), чем у низкогорцев (1497 мс²) и этот уровень амплитуды LF указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического звена регуляции. Подтверждением усиления симпатических влияний служат данные доли LF% волн в общей мощности спектра, которые составили 39%. У студентов-среднегорцев наблюдается увеличение симпатических эффектов на сердечный ритм и по мощности спектра высокочастотного компонента (HF), о чем свидетельствует значительное и достоверное уменьшение ее величины (HF–518 мс²) относительно результатов, полученных в низкогорье (HF–928 мс²). Снижение мощности LF и HF колебаний, как считают О. В. Коркушко и соавторы (1994), указывают на ослабление барорефлекторных и парасимпатических влияний на сердечно-сосудистую систему и повышение центральной регуляции [6].

Отношение средних значений LF/HF вариабельности сердечного ритма достоверно не различались между собой, но все же отражало тенденцию нарастания в области низких частот и снижение в области высоких. Вклад вегетативных влияний LF, HF и VLF-волн в модуляцию ритма сердца у среднегорцев характеризовался преобладанием симпатических и гуморально-метаболических влияний при относительном низком уровне парасимпатических воздействий (LF>VLF>HF), тогда как у студентов низкогорья — высоким уровнем восстановительного потенциала.

Данные частотного анализа подкрепляются результатами временных характеристик ВСР. Так, показатель стандартного отклонения всех кардиоинтервалов (SDNN) у студентов — среднегорцев был достоверно ниже, чем у студентов низкогорья, что можно рассматривать как умеренное напряжение регуляторных систем [3].

На некоторое повышение активности симпатического отдела нервной системы у обучающихся в среднегорье могут указывать повышенная амплитуда моды (АМо), а также частота сердечных сокращений, которые статистически значимо превышали результаты, зафиксированные в низкогорье (Таблица 3).



Таблица 3.

ЗНАЧЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВСР У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ,
 ОБУЧАЮЩИХСЯ НА 3 КУРСЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И СРЕДНЕГОРЬЯ

Показатели	Низкогорье (n=110)	Среднегорье (n=70)	P
HR, уд/мин	78,9±10,3	86,3±11,7	0,000*
SDNN, мс	53,8±24,7	45,1±20,9	0,023*
АМо, %	39,2±16,8	45,0±15,7	0,037*
MxDMn, мс	275 (220-358)	200 (145-267)	0,000*
SI, усл.ед.	87 (47-155)	158 (74-305)	0,000*

Примечание: *-значимость различий при $p \leq 0,05$.

Индекс напряжения (SI) — один из важнейших показателей активности механизмов симпатической регуляции [4] был в 2 раза выше по сравнению с низкогорьем (158 усл. ед.), но незначительно превышал нормативные значения (80-150 усл. ед.) и это также свидетельствует об усилении функции симпатического отдела регуляции у группы студентов на Иссык-Куле.

Заклучение

Выявленные изменения со стороны спектральных и временных параметров ВСР укладываются в представление о регуляторно-адаптивном состоянии организма [7], при котором происходит мобилизация информационных, энергетических и метаболических ресурсов, направленных на поддержание гомеостаза в изменяющихся условиях внешней среды [8]. В первую очередь речь идет о системе кровообращения, как индикаторе адаптационных реакций целостного организма [9], обеспечивающей приспособление в горных условиях.

Список литературы:

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. Минасян С.М., Геворкян Э.С., Адамян Ц.И., Ксаджикян Н.Н. Изменение кардиогемодинамических показателей и ритма сердца студентов под воздействием учебной нагрузки // Российский физиологический журнал. 2006. Т. 92. №7. С. 817-826.
3. Satarkulova A. M., Aisaeva Sh. Yu., Shanazarov A. S. Individual-typological features of regulation of cardiorythm in medical students during their study // Heart, vessels and transplantation. 2019. №3. С. 199-202.
4. Баевский Р. М. Методические рекомендации по анализу ВСР при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. 2002. №24. С. 65-86.
5. Malik M., Bigger J.T., Camm A.J., Kleiger R.E. et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // European Heart Journal. 1996. №17. P. 354-381.
6. Коркушко О.В., Шатило В.Б., Гирина О.Н. Изменения барорефлекторной регуляции сердечно-сосудистой системы // Украинский кардиологический журнал. 1994. №5. С. 10-15.
7. Агаджанян Н.А., Миннибаев Т.Ш., Северин А.Е. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса // Санитария и гигиена. 2005. №3. С. 48-74.



8. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М. 1997.

9. Парин В. В., Баевский Р. М., Волков Ю. Н. и Газенко О. Г. Космическая кардиология. М.: Медицина, 1967.

References:

1. Nozdrachev, A. D., Shcherbatykh, Yu. V. (2001). Sovremennye sposoby otsenki funktsional'nogo sostoyaniya avtonomnoi (vegetativnoi) nervnoi sistemy. *Fiziologiya cheloveka*, 27(6). 95-101. (in Russian).

2. Minasyan, S. M., Gevorkyan, E. S., Adamyan, T. I., & Ksazhikyan, N. N. (2006). Izmenenie kardiogemodinamicheskikh pokazatelei i ritma serdtsa studentov pod vozdeistviem uchebnoi nagruzki. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal*, 92(7). 817-826. (in Russian).

3. Satarkulova, A. M., Aisaeva, Sh. Yu., & Shanazarov, A. S. (2019). Individual-typological features of regulation of cardiorhythm in medical students during their study. *Heart, vessels and transplantation*, (3). 199-202. (in Russian).

4. Baevskii, R. M. (2002). Metodicheskie rekomendatsii po analizu VSR pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem. *Vestnik aritmologii*, (24). 65-86. (in Russian).

5. Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., & Kleiger, R. E. et al. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, (17). 354-381. (in Russian).

6. Korkushko, O. V., Shatilo, V. B., & Girina, O. N. (1994). Izmeneniya baroreflektornoj regulyatsii serdechno-sosudistoi sistemy. *Ukrainskii kardiologicheskii zhurnal*, (5). 10-15. (in Russian).

7. Agadzhanian N. A., Minnibaev T. Sh., Severin A. E. (2005). Izuchenie obraza zhizni, sostoyaniya zdorov'ya i uspevaemosti studentov pri intensivatsii obrazovatel'nogo protsessa. *Sanitariya i gigiena*, (3). 48-74. (in Russian).

8. Baevskii, P. M., & Berseneva A. P. (1997). Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei organizma i risk razvitiya zabolevanii. Moscow. (in Russian).

9. Parin, V. V., Baevskii, P. M., Volkov, Yu. N. & Gazenko, O. G. (1967). Kosmicheskaya kardiologiya. Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 08.03.2020 г.*

*Принята к публикации
11.03.2020 г.*

Ссылка для цитирования:

Сатаркулова А. М. Изменение вариабельности сердечного ритма у иностранных студентов в условиях среднегорья // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №4. С. 118-123. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/14>

Cite as (APA):

Satarkulova, A. (2020). Change of Heart Rate Variability at Foreign Students in the Midlands. *Bulletin of Science and Practice*, 6(4), 118-123. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/14> (in Russian).

