

УДК 612.15(575.2)

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ  
В ПРОЦЕССЕ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ОБУЧЕНИЯ**

**А.М. Сатаркулова**

Институт горной физиологии и медицины НАН КР

(и.о. директора – д.м.н. Джунусова Г.С.)

г. Бишкек, Кыргызская Республика

В статье представлены результаты динамического контроля за функциональным состоянием иностранных студентов с использованием математического анализа variability сердечного ритма на различных этапах учебной деятельности – осенний и весенний семестр, в зимнюю и летнюю экзаменационные сессии. Усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выявлено в межсессионный период – осеннее и весеннее время учебного года. В зимнюю экзаменационную сессию отмечено повышение вклада симпатического спектра в регуляцию сердечного ритма, в летнюю сессию ещё большее смещение вегетативного равновесия в сторону симпатического звена ВНС и увеличение степени централизации сердечного ритма, что свидетельствует об эмоциональном напряжении и функциональном дисбалансе сердечно-сосудистой системы студентов.

*Ключевые слова:* иностранные студенты, variability сердечного ритма, вегетативная нервная система, учебный год, экзаменационная сессия.

**ЧЕТ ЭЛДИК СТУДЕНТТЕРДИН ЖЫЛДЫК ОКУУ ПРОЦЕСС УЧУРУНДА  
ЖҮРӨК ЫРГАГЫНЫН ДИНАМИКАСЫНЫН ӨЗГӨРҮҮСҮ**

**А.М. Сатаркулова**

КР УИАнын Тоо физиологиясы жана медицина институту

(у.м.а. директор – м.и.д. Джунусова Г.С.)

Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

Макалада чет элдик студенттердин окуу жылынын ар түрдүү мезгилинде – күзгү жана жазгы семестрлеринде, кышкы жана жайкы сынак учурунда функционалдык абалынын динамикалык контролунун натыйжаларын математикалык анализди колдонуу менен жүрөк ыргагынын өзгөрүүсү көрсөтүлгөн. Вегетативдүү нерв системасынын парасимпатикалык бөлүмүнүн өсүү таасири окуу жылынын күзгү жана жазгы семестрлеринде байкалган. Кышкы сынак учурунда симпатикалык байланышынын жүрөк ыргагынын жөнгө салуусуна салымы чоң экени аныкталган, ал эми жайкы сынак учурунда дагы көбүрөөк вегетативдүү тең салмактуулук ВНСтин симпатикалык бөлүмүнө карай жылуусу багытталган жана жүрөктүн ыргагынын борборлоштуруусунун даражасы жогорулаган, бул студенттердин толкундануу чыналуунусун жана жүрөк-кан тамыр системасынын функционалдуу жасалмасын далилдейт.

**Негизги сөздөр:** чет элдик студенттер, жүрөк ыргагынын өзгөрүүсү, вегетативдүү нерв системасы, окуу жылы, сынак мезгил.

**DYNAMICS OF CHANGES OF HEART RHYTHM IN FOREIGN STUDENTS IN THE PROCESS  
OF AN ANNUAL TRAINING CYCLE**

**A.M. Satarkulova**

Institute of mountain physiology and medicine of the NAS KR

(acting director – doctor of medical sciences Junusova G.S.)

Bishkek, the Kyrgyz Republic

The article presents the results of dynamic monitoring of the functional status of foreign students by using mathematical analysis of heart rate variability at various stages of academic year – autumn and spring educational semesters, winter and summer examinations. Strengthening the influence of the parasympathetic department of the autonomic nervous system was revealed during the intersessional period – the autumn and spring time of the academic year. In the winter examination session, the contribution of the sympathetic spectrum to the regulation of the heart rhythm was noted, in the summer session, an even greater shift in vegetative balance

towards the sympathetic link of the VNS and an increase in the degree of centralization of the heart rhythm, indicating emotional stress and a functional imbalance in the cardiovascular system of students.

**Key words:** foreign students, heart rate variability, autonomic nervous system, academic year, examination session.

**Введение.** К настоящему времени в научной литературе накоплено большое количество работ по адаптации иностранных студентов к иноязычной социокультурной среде, в том числе и учебной деятельности. Во многих из них подчеркивается, что процесс обучения и требования высшей школы, а также установление взаимоотношений в новой среде вызывают функциональное напряжение сердечно-сосудистой системы, а в отдельных случаях возникновение предпатологических состояний [1, 2]. В связи с этим, важнейшей задачей является донозологическая оценка состояния студентов, особенно первокурсников, на разных этапах учебного процесса с последующей разработкой практических предложений по оптимизации их здоровья. Действенным способом контроля за функциональным состоянием студентов является математический анализ ритма сердца, поэтому целью исследования стало изучение влияния учебной годичной нагрузки на его вариабельность.

#### Материалы и методы

В исследовании вариабельности сердечного ритма приняли участие студенты (50 человек) в возрасте  $19,7 \pm 1,5$  лет, практически здоровые на момент обследования, обучающиеся на 1 курсе Международной Высшей Школы Медицины. Характеристики вариабельности сердечного ритма определяли на программно-аппаратном комплексе УПФТ – 1/30 – «ПСИХОФИЗИОЛОГ» фирмы Медиком МТД (Россия), в соответствии с международным стандартом, предложенным Североамериканским обществом электрофизиологов и Европейским обществом кардиологов в 1996 году [3]. Оценке подвергались временные и частотные параметры ритма сердца: SDNN – среднеквадратичное отклонение динамического ряда R-R интервалов; Mo – наиболее часто встречающееся значение длительности кардиоинтервалов; AMo – амплитуда моды, число значений интервалов, равных Mo в процентах к общему числу зарегистрированных кардиоциклов; MxDMn – разница наибольшего и наименьшего значений динамического ряда R-R-интервалов, вариационный размах; SI – индекс напряжения

регуляторных систем (Stress index); TP – суммарная мощность спектра на всех частотных диапазонах; HF – мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма (BCP); LF – мощность спектра низкочастотного компонента BCP; VLF – мощность спектра сверхнизкочастотного компонента BCP; HF% – мощность спектра высокочастотного компонента BCP в процентах от суммарной мощности спектра; LF% – мощность спектра низкочастотного компонента BCP в процентах от суммарной мощности спектра; VLF% – мощность спектра сверхнизкочастотного компонента BCP в процентах от суммарной мощности спектра; LF/HF – отношение низкочастотной части спектра к высокочастотной, усл.ед;  $IC=(VLF+LF)/HF$  – индекс централизации, усл.ед.. Исследование проводилось 4 раза в год – осенний семестр (октябрь), в период зимней экзаменационной сессии (январь), весенний семестр (май), в период летней экзаменационной сессии (июнь).

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 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 Манна-Уитни. Результаты непараметрических методов обработки данных представлялись в виде медианы (Me), первого ( $Q_1$ ), и третьего ( $Q_3$ ) квартилей ( $Me (Q_1; Q_3)$ ). Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05.

#### Результаты и их обсуждение

Результаты изменений временных параметров вариабельности сердечного ритма (BCP) у иностранных студентов в процессе учебной деятельности представлены в таблице 1.

Динамика изменений временных параметров ВСР у иностранных студентов в различные периоды учебного года

Показатели	осень	зима	весна	лето	Р
HR, уд/мин	85,52±11,50	87,68±11,34	87,42±10,27	90,88±10,04	P <sub>о/л</sub> =0,002 P <sub>в/л</sub> =0,010
SDNN, мс	50,64±19,08	43,12±15,22	44,72±18,14	40,12±16,63	P <sub>о/з</sub> =0,005 P <sub>о/в</sub> =0,039 P <sub>о/л</sub> =0,001 P <sub>в/л</sub> =0,046
Mo, мс	712,0±96,80	697,0±97,50	695,0±94,76	660,0±81,60	P <sub>о/л</sub> =0,000 P <sub>з/л</sub> =0,013 P <sub>в/л</sub> =0,007
АМо, %	39,68±12,05	44,14±14,41	43,50±12,33	46,76±13,26	P <sub>о/з</sub> =0,031 P <sub>о/в</sub> =0,035 P <sub>о/л</sub> =0,000
МхDMn, мс	230,88±76,81	201,76±67,97	206,44±75,87	185,94±68,45	P <sub>о/з</sub> =0,009 P <sub>о/в</sub> =0,034 P <sub>о/л</sub> =0,000 P <sub>в/л</sub> =0,040
SI, усл. ед.	157,78±123,18	213,54±169,23	200,18±146,74	240,54±154,79	P <sub>о/л</sub> =0,000 P <sub>в/л</sub> =0,032

Полученные результаты показали, что показатель стандартного отклонения всех кардиоинтервалов R-R (SDNN), характеризующий суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы, имел максимальные значения в начале учебного года (50,64±19,08 мс). В зимний период (к первой экзаменационной сессии) происходило значительное и достоверное снижение этого параметра до 43,12±15,22 мс; примерно такие же значения сохранялись в весенний семестр, но уже к летней экзаменационной сессии SDNN достигал своих минимальных значений (40,12±16,63 мс). Уменьшение SDNN к концу учебного года скорее всего связано с увеличением учебной нагрузки, а такое изменение можно расценивать как реакцию напряжения регуляторных систем с включением в процесс регуляции высших уровней управления и подавлением автономного контура [4].

Сформулированный на основе изучения SDNN вывод подтверждается изменениями значений моды (Mo), отражающей активность парасимпатического звена регуляции, поскольку для этого параметра также характерно смещение вегетативного баланса в сторону симпатического звена регуляции. В частности, если в осенний период значения Mo были максимальны (712,0±96,8 мс), то уже к зимней сессии происходило некоторое

снижение этого показателя (697,0±97,5 мс), который сохранялся на таком уровне до весны; в период летней сессии наблюдалось существенное снижение Mo до 660,0±81,6 мс. Напротив, АМо – условный показатель активности симпатического звена регуляции имел обратную тенденцию, постепенно возрастая от начала до конца учебного года. Так, например, если осенью величина АМо составляла 39,68±12,0%, зимой – 44,14±14,4%, то летом увеличивалась до 46,76±13,26% (p=0,000), что указывало на динамическое повышение тонуса симпатических нервных центров.

Со стороны вариационного размаха (МхDMn), как характеристики степени влияния парасимпатической нервной системы на кардиоритм, изменения не были столь значительны и понизились от 230 мс в начале учебы до 201 мс в зимнюю сессию; в летнюю сессию изменение МхDMn составило 185 мс. Выявленные сдвиги также являются доказательством умеренного превалирования симпатических влияний ВНС к концу учебной деятельности. На это же указывают и данные частоты сердечных сокращений (HR), которые соответствуя в осенний период верхней границе нормальных значений для данной возрастно-половой группы (85,5±11,50 уд/мин), затем увеличивались до 90,8±10,04 уд/мин к летней сессии. Эти результаты свидетельствуют о существенном

снижении активности парасимпатического и пре-валировании симпатического отдела ВНС.

Значения SI, отражающие степень централизации управления сердечным ритмом, изменялись волнообразно, увеличиваясь от 157,7±123,1 усл. ед. в начале учебного года до 213,5±169,2 усл. ед. к зимней экзаменационной сессии; второй подъем данного показателя отмечался в летнюю сессию, когда индекс напряжения возрастал до 240,54±154,79 усл.ед. по сравнению с весенними результатами (200,18±146,74 усл. ед.). Аналогичная картина наблюдалась также в предыдущих наших исследованиях [5], где выявлены повышенные значения SI в период экзаменационной

сессии, обусловленные состоянием эмоционального напряжения студентов. Состояния напряженности с высокими показателями SI, возникающие в период экзаменационного стресса, описываются и в работах других исследователей [6,7,8].

При аналитической оценке спектральных характеристик установлено, что общая мощность спектра (TP), характеризующая суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции [9], во все периоды учебы имела направленность на снижение: с 2800 мс<sup>2</sup> вначале учебной деятельности до 2094 мс<sup>2</sup> к концу 1 курса (табл. 2).

Таблица 2

Спектральные характеристики ВСР у иностранных студентов в различные периоды учебного года

Показатели	осень	зима	весна	лето	P
TP, мс <sup>2</sup>	2800 (2019;7931)	2800 (1370;4673)	2302 (1217;4986)	2094 (1121;3578)	P <sub>о/з</sub> =0,008
					P <sub>о/в</sub> =0,004
					P <sub>о/л</sub> =0,001
VLF, мс <sup>2</sup>	954 (633;2330)	916 (441;1690)	858 (421;1592)	731 (300;1131)	P <sub>о/в</sub> =0,029
					P <sub>о/л</sub> =0,014
					P <sub>в/л</sub> =0,027
LF, мс <sup>2</sup>	1428 (824;2450)	870 (544;1522)	929 (557;1850)	771 (550;1584)	P <sub>о/з</sub> =0,001
					P <sub>о/в</sub> =0,012
					P <sub>о/л</sub> =0,006
HF, мс <sup>2</sup>	868 (461;1799)	620 (346;1330)	532 (278;1048)	380 (223;922)	P <sub>о/в</sub> =0,007
					P <sub>о/л</sub> =0,000
					P <sub>з/л</sub> =0,037
VLF%	33 (27;40)	35 (27;40)	36 (27;42)	35 (25;42)	
LF%	40 (32;48)	36 (29;44)	39 (33;47)	44 (34;50)	P <sub>з/л</sub> =0,033
HF%	24 (19;34)	27 (19;36)	23 (19;31)	20 (16;27)	P <sub>о/л</sub> =0,045
					P <sub>з/л</sub> =0,005
LF/HF, усл. ед.	1,6 (1,1;2,1)	1,4 (0,9;2,6)	1,8 (1,1;2,3)	2,3 (1,5;3,0)	P <sub>о/л</sub> =0,006
					P <sub>з/л</sub> =0,000
					P <sub>в/л</sub> =0,017
IC, усл. ед.	3,1 (1,9;4,2)	2,7 (1,8;4,4)	3,4 (2,2;4,2)	3,9 (2,7;5,4)	P <sub>о/л</sub> =0,006
					P <sub>з/л</sub> =0,006

Характер изменений мощности сверхнизкочастотных (VLF) и высокочастотных (HF) волн в периоды исследований были такие же как у суммарной мощности (TP), причем максимальные их значения зафиксированы в осенний период 954 мс<sup>2</sup> и 868 мс<sup>2</sup>, а минимальные – в летнюю сессию 731 мс<sup>2</sup> и 380 мс<sup>2</sup> соответственно. Значение мощности спектра низкочастотных (LF) волн, отражая активность симпатических центров продолговатого мозга (кардиостимулирующего и вазоконстрикторного), составило 142 8 мс<sup>2</sup> в осенний семестр, что, возможно, связано с приспособлением студентов к новой социокультурной среде, к Вузу и к

учебной деятельности. В последующие периоды величина LF менялась волнообразно, уменьшаясь в зимнюю (870 мс<sup>2</sup>) и летнюю сессии (771 мс<sup>2</sup>).

Нельзя также не отметить тот факт, что в динамике каждого учебного периода доля VLF в общей сумме спектра была высока и колебалась в пределах 33-36% и это по И.В. Бабунцу признак психоэмоционального напряжения и энергодифицитного состояния организма студентов [9]. Увеличение доли LF, как считает А.П. Спицин, указывает на рост модулирующих влияний симпатического отдела ВНС на ритм сердца [10].

Величина вагосимпатического индекса (LF/HF) достоверно увеличивалась в процессе учебной деятельности и составила в среднем к концу года 2,3 усл. ед. При этом тип вегетативной регуляции

сердечного ритма студентов, определяемый с помощью вышеуказанного индекса [5], показал следующее процентное распределение в различные периоды учебного года (рис. 1).

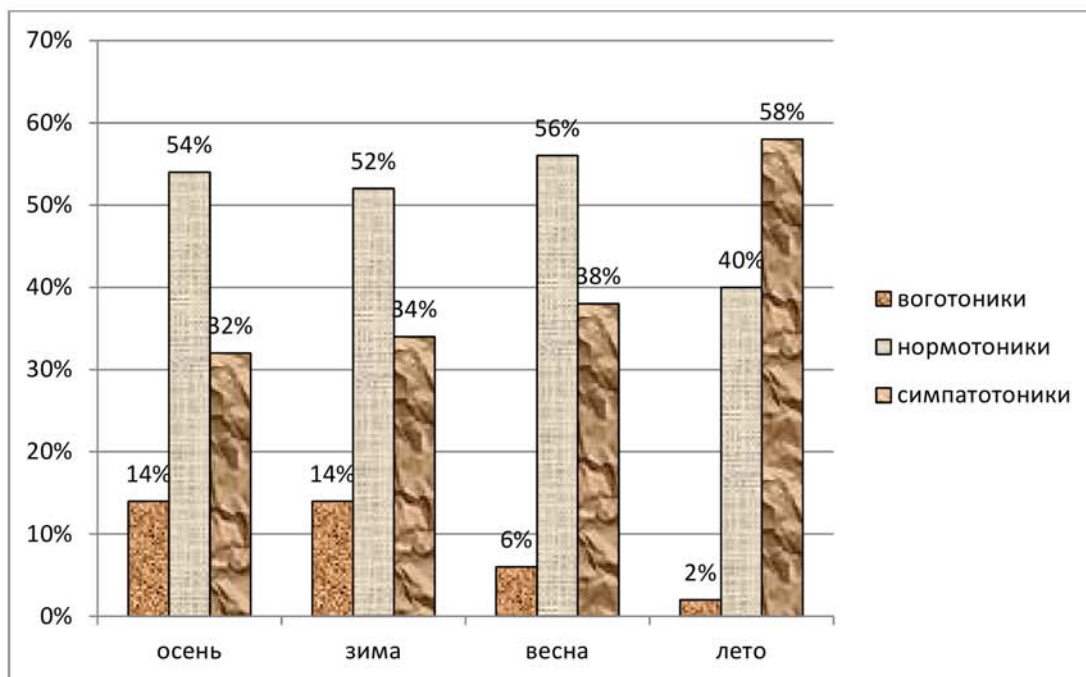


Рис. 1 Распределение по типам вегетативной регуляции в различные периоды учебного года.

Как видно из рисунка, если осенью и весной количество нормотоников в выборочной группе составило 54% и 56%, симпатотоников – 32% и 38%, а ваготоников – 14% и 6%, то в летний период число ваготоников уменьшилось до 2%, а число симпатотоников возросло до 58%. Повышение активности центрального контура и функциональное напряжение регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, вероятно, повлияло на рост индекса централизации, величина которого в это время составила 3,9 усл. ед.

Таким образом, данные по оценке и анализу вариабельности сердечного ритма у иностранных студентов в различные периоды учебного года свидетельствуют о том, что исследуемом контингенте на этапе текущего образовательного процесса в осенне-весенний периоды более 50% составляют лица с нормотоническим типом регуляции, для которых характерно преобладание парасимпатической составляющей в общем спектре регуляции. В период экзаменационных сессий происходит перестройка ритма сердца, которая проявляется увеличением степени централизации сердечного ритма и смещением вегетативного равновесия в сторону симпатического звена ВНС. Так, в период зимней сессии – первой в жизни студентов – наблюдается значительное

снижение показателей MxDMn и SDNN, характеризующих парасимпатическую активность, и повышение параметров AMo и SI, отражающих реакцию симпатического звена вегетативной регуляции. Одновременно в эти сроки отмечается преобладание активности VLF над уровнем вазомоторного центра LF. В летнюю экзаменационную сессию симпатические влияния на организм студентов усиливаются, на что явно указывает падение мощности частот в высокочастотном диапазоне и косвенно – общая мощность спектра. В этот период, как отмечалось выше, меняется тип регуляции и процентное соотношение испытуемых по вагосимпатическому индексу: количество симпатотоников возрастает, а число ваготоников резко уменьшается. При этом высокие значения индекса централизации и стресс-индекса могут свидетельствовать об эмоциональном напряжении и функциональном дисбалансе сердечно-сосудистой системы студентов.

**Литература**

1. Зеновко, А.Е. Анализ вариабельности сердечного ритма у студентов МПГУ в зависимости от возраста (IV-V курс) /А.Е. Зеновко //Альманах современной науки и образования. -2011. - №12. - С. 85-86.
2. Яворовская, Л.Н. Проблема адаптации студентов-первокурсников к процессу обучения в вузе

- /Л.Н. Яворовская // Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми безперервної освіти»: Тези доповідей. - Харьков, 2003. - С. 106-107.
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. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов/ Н.И. Шлык. - Ижевск, 2009. - 255 с.
  5. Сатаркулова, А.М. Вариабельность сердечного ритма у иностранных студентов в процессе учебной деятельности / А.М. Сатаркулова, А.С. Шаназаров // *Известия вузов*. - 2017. - №8. - С. 14-17.
  6. Алексеева, Э.А. Оценка функционального состояния студентов в период экзаменационного стресса / [Э.А. Алексеева, Л.Н. Шантанова и др.] // *Вестник Бурятского Государственного Университета*. - 2010. - №12. - С.108-113.
  7. Сафонова, В.Р. Параметры variability сердечного ритма студенток северного медицинского вуза при экзаменационном стрессе / В.Р. Сафонова, Е.Ю. Шаламова // *Экология человека*. - 2013. - №8. - С. 11-16.
  8. Карпенко, Д.Ю. Особенности функционального состояния организма студентов в условиях экзаменационного стресса / Д.Ю. Карпенко // *Гигиена и санитария*. - 2010. - №1. - С. 78-80.
  9. Бабунц, И.В. Азбука анализа variability сердечного ритма/ И.В. Бабунц, Э.М. Мирадджанян, Ю.А. Машаех. - Ставрополь: Принтмастер, 2002. - 112 с.
  10. Спицин, А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной системы / А.П. Спицин // *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. - 2017. - №3. - С. 113-117.