

УДК 612.8.04

## ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И СРЕДНЕГОРЬЯ КЫРГЫЗСТАНА

Кононец И.Е., Уралиева Ч.К., Адаева А.М.

*Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек,  
e-mail: aselj.melisovna@mail.ru*

В статье отражены результаты изучения показателей кардиоинтервалографии (КИГ) подростков низкогорья и среднегорья, девочек и мальчиков, обучающихся в общеобразовательных школах Кыргызстана. Для определения вегетативного обеспечения функций применялась проба с физической нагрузкой Мартине. Запись ритмограммы и измерение артериального давления проводили в покое и после пробы в течение 5 мин. При статистической обработке оценивали следующие показатели КИГ: амплитуду моды (АМо) и индекс напряжения регуляторных систем (ИН). Амплитуда моды – максимальное значение функции плотности распределения R-R интервалов – это степень ригидности сердечного ритма на наиболее вероятном уровне функционирования сердечно-сосудистой системы. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Индекс напряжения регуляторных систем характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции организма. Проведенное исследование выявило различия функционального состояния вегетативной нервной системы школьников низко- и среднегорья. У большинства подростков (67–71%) низко- и среднегорья выявлен нормотонический тип вегетативного обеспечения деятельности, 21–28% – гипотонический, 8–11% – гипертонический.

**Ключевые слова:** подростки, низкогорье, среднегорье, кардиоинтервалография, вегетативная нервная система, вегетативное обеспечение

## VEGETATIVE SUPPORT OF THE HEART ACTIVITY OF ADOLESCENT STUDENTS IN THE CONDITIONS OF LOW AND MIDDLE MOUNTAINS OF KYRGYZSTAN

Kononets I.E., Uralieva Ch.K., Adaeva A.M.

*I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, e-mail: aselj.melisovna@mail.ru*

The article reflects the results of studying the indicators of cardiointervalography (CIG) of adolescents, girls and boys, low and medium mountains, studying in secondary schools. To determine the autonomic functions, the Martine exercise test was used. Rhythmogram recording and blood pressure measurements during rest and after a test of 5 minutes. During statistical processing, the following indicators of CIG were assessed: the amplitude of the mode (AMo) and the index of the tension of regulatory system (IT). The amplitude of the mode – the maximum value of the distribution density function of R-R intervals – is the degree of rigidity of the heart rate at the most probable level of the functioning of the cardiovascular system. This indicator reflects the stabilizing effect of centralization of heart rate control, which is mainly due to the degree of activation of the sympathetic division of the autonomic nervous system. The index of tension of regulatory systems characterizes the activity of the mechanisms of sympathetic regulation, the state of the central circuit of the body's regulation. The study revealed the differences in the functional state of the autonomic nervous system of schoolchildren in low and medium mountains. The majority of adolescents (67-71%) of low and medium mountains revealed a normotonic type of autonomic support of activity, 21-28% – hypotonic, 8-11% – hypertonic.

**Keywords:** adolescents, low mountains, medium mountains, cardiointervalography, autonomic nervous system, autonomic support

Изучение здоровья детей подросткового периода наиболее актуально в связи с тем, что они являются потенциалом, обеспечивающим здоровье нации, и вследствие этого нуждаются в пристальном внимании и наблюдении [1]. Во время пубертатного периода подростки сталкиваются с физиологическими изменениями в организме, которые в дальнейшем обеспечивают наступление физической зрелости. С нарастанием темпа жизни учащиеся школьного возраста осознают значение хорошего образования, и это, соответственно, требует от них напряжения внутренних сил и ресурсов в процес-

се обучения [2]. Под влиянием внешней и внутренней среды система кровообращения подростков чутко реагирует на все изменения, возникающие в организме, и обеспечивает относительный гомеостаз. Именно в этом периоде предъявляются повышенные требования к адаптивным реакциям организма подростков, которые в свою очередь зависят от работы сердечно-сосудистой системы. Следовательно, актуальным является проведение исследований variability сердечного ритма здоровых подростков с выявлением особенностей симпато-парасимпатического обеспечения сердечного ритма.

Вегетативная нервная система – это своеобразный комплекс центральных и периферических образований, которые регулируют функциональный уровень различных систем организма, необходимый для адекватной его реакции. Состояние ее можно охарактеризовать тремя параметрами – исходным вегетативным тонусом в состоянии покоя, вегетативной реактивностью под действием внешних и внутренних раздражителей и вегетативным обеспечением функций при различных нагрузках. Вегетативное обеспечение деятельности – это параметр, характеризующий, способность вегетативной нервной системы обеспечить функции организма и адаптировать его к различным факторам. Различают достаточное (нормотоническое), избыточное (гипертоническое) и недостаточное (гипотоническое) вегетативное обеспечение [3]. У детей пубертатного периода исходный вегетативный тонус отражает наличие относительного баланса между симпатическим и парасимпатическим отделами. Но для изучения отклонений вегетативного гомеостаза, а именно вегетативной регуляции и вегетативного обеспечения, необходимо проведение нагрузочных проб [4]. Изучение variability ритма сердца даёт возможность проследить организацию вегетативного приспособительно-регуляторного обеспечения сердечного ритма [5, 6]. Функциональные возможности наиболее полно раскрываются при физических нагрузках и условиях повышенных требований к организму. С помощью пробы Мартине возможно оценить адаптивные способности сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

Исследования, проведенные разными авторами, раскрывали вопросы работы вегетативной нервной системы при различных патологиях детей или при влиянии негативных факторов внешней и внутренней среды на их организм [7, 8]. В связи с этим важным является углубленное исследование вегетативного статуса здоровых школьников в период пубертатного становления. Это позволяет избежать возникновения различных нозологических изменений и обеспечит профилактику патологических состояний с возможностью внедрения программ для коррекции отклонений. Задачей профилактической медицины является оценка состояния здоровья детей, прогнозирование и предупреждение возникновения различных реакций на стрессовые воздействия [9, 10]. Для определения оптимального функционирования различных органов и систем важную роль играет изучение региональных особенностей развития детского организма [11].

Цель исследования: изучение параметров variability ритма сердца для вегетативного обеспечения деятельности у подростков низкогорья и среднегорья Кыргызстана.

#### Материалы и методы исследования

Обследованы учащиеся общеобразовательных школ № 2, 48 г. Бишкека (низкогорье – Н – 760 м над ур. м.): девочки 12–15 лет (n = 128), мальчики 13–16 лет (n = 126) и сел Кара-Ой, Бает, Чон-Сары-Ой Иссык-Кульской области (среднегорье – Н – 1800 м над ур. м.): девочки 12–15 лет (n = 112) и мальчики 13–16 лет (n = 108).

Метод кардиоинтервалографии (КИГ) – анализ variability сердечного ритма информирует о состоянии регуляторных механизмов различных функций организма, нервно-рефлекторной и гуморальной регуляции деятельности сердца, взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

С целью изучения вегетативного обеспечения деятельности была использована проба Мартине с физической нагрузкой. Регистрировались фоновые показатели КИГ и АД в положении сидя в течение 5 мин, затем 20 приседаний в течение 30 с с записью КИГ и измерением АД в течение 5 мин после нагрузки. Достаточное вегетативное обеспечение деятельности характеризуется тахикардией и повышением систолического давления, при этом диастолическое давление остаётся на прежнем уровне или слегка снижается. Возвращаются показатели до нормативных значений в течение 3 мин, соответственно, организм подростка имеет достаточную адаптивную возможность к дозированным физическим нагрузкам. При недостаточном типе вегетативного обеспечения частота сердечных сокращений значительно учащается, систолическое артериальное давление не меняется или незначительно повышается, что ведёт к снижению пульсового давления. Для восстановления параметров сердечно-сосудистой системы требуется более 3–5 мин. Характеризует неэффективную работу сердца с большими энергозатратами. Избыточный тип вегетативного обеспечения характеризуется выраженным увеличением частоты сердечных сокращений, значительным повышением систолического, на 10 и более мм рт. ст. диастолического давления, медленная нормализация показателей (более 5 мин), что связано с неудовлетворительным механизмом адаптации к нагрузке.

Изучались показатели КИГ как амплитуда моды (АМо) и индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Амплитуда моды – это максимальное значение функции плотности распределения кардиоинтервалов, степень ригидности ритма сердца на наиболее вероятном уровне функционирования сердечно-сосудистой системы. Она отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Индекс напряжения характеризует состояние центрального контура регуляции и активность симпатического отдела вегетативной нервной системы [12, 13].

Полученные результаты обрабатывались при помощи программы SPSS statistics 21.

### Результаты исследования и их обсуждение

Вегетативное обеспечение функций оценивалось с использованием пробы Мартине, которая выполнялась в 2 этапа. По изменению и восстановлению ЧСС и АД у обследуемых оценивали тип вегетативного обеспечения функций (рисунок). При исследовании после физической нагрузки у 91 девочки (71%) и 76 мальчиков-подростков (61%) низкогогорья, 80 школьников (71%) и 72 юношей (67%) среднегогорья отмечалось учащение ЧСС в 1,5 раза, повышение АД на 10–30%, восстановление показателей заняло 3 мин, что соответствует достаточному – нормотоническому типу вегетативного обеспечения. Преобладание подростков с хорошим состоянием сердечно-сосудистой системы и нормотоническим типом вегетативного обеспечения деятельности совпадает с данными российских исследователей [14].

У 30 девочек (23%) и 37 мальчиков (28%) низкогогорья, 24 девочек (21%) и 24 мальчиков (22%) среднегогорья после пробы показатели АД не изменились, ЧСС увеличилась в 2 раза, восстановление параметров в течение 3–5 мин. Такие изменения характерны для недостаточного – гипотонического типа вегетативного обеспечения функций, сопровождаемого большими энергозатратами организма. Резкое повышение АД на 40% и более, учащение ЧСС в 1,5–2 раза и восстановление гемодинамических показателей в течение 5–10 мин, имеющее место при гипертоническом типе вегетативного обеспечения, обнаружено у 7 девочек (6%) и 13 мальчиков (11%) г. Бишкека и 8 учениц (8%), 12 юношей (11%) Иссык-Кульского района. Гипертонический тип вегетативного обеспечения является патологическим, так как имеется неадекватный ответ сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку и характерен для под-

ростков, имеющих предрасположенность к гипертонической болезни.

При анализе показателей кардиоинтервалограммы после физической нагрузки определены достоверные различия по параметрам амплитуды моды (Амо) и индексу напряжения регуляторных систем (таблица).

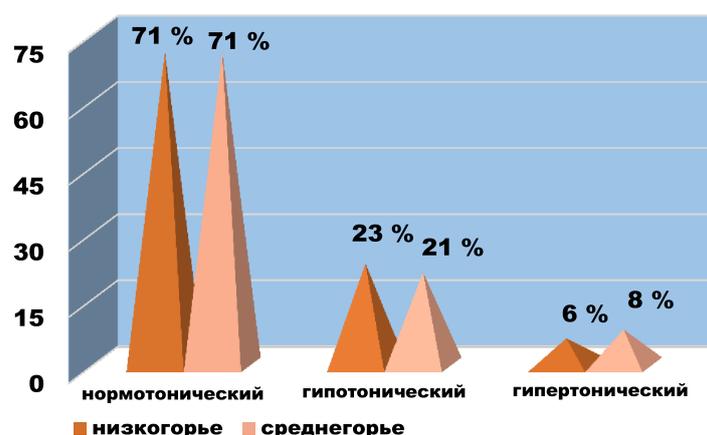
У девочек среднегогорья с нормотоническим типом показатели АМо на 13,3% выше по сравнению с низкогогорьем, гипотоническим типом – на 2,6%, а у школьников с гипертоническим типом различия незначительные и составляют 0,3%. При обследовании мальчиков получены следующие результаты: у среднегогорцев с достаточным вегетативным обеспечением деятельности показатели на 4,7% выше, с недостаточным типом на 1,3%, с избыточным типом на 2,3% соответственно.

При сравнении показателей по индексу напряжения (ИН) выявлены следующие различия: у девочек с достаточным типом в условиях среднегогорья на 7,9 ед. выше по сравнению с низкогогорьем, что свидетельствует об активности механизмов симпатической регуляции у девочек среднегогорья. У девочек низкогогорья с гипотоническим типом, наоборот, показатели достоверно на 2,8 ед. выше, по сравнению с жительницами среднегогорья, что указывает на пониженную активность механизмов симпатической регуляции у девочек среднегогорья с гипотоническим типом. У девочек с гипертоническим типом отсутствуют достоверные различия в показателях.

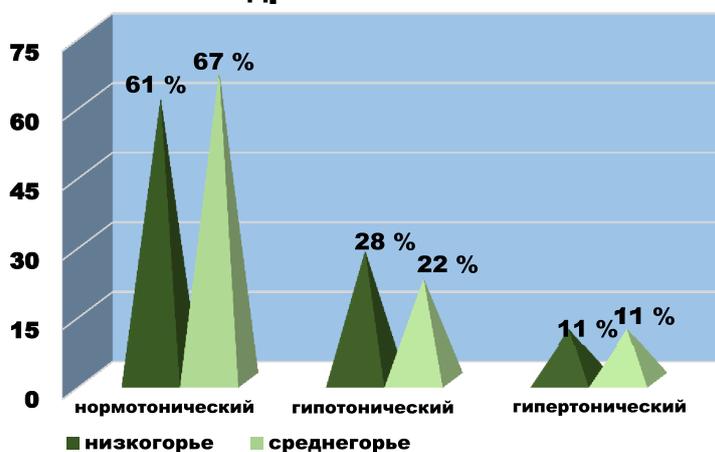
Анализ данных параметров кардиоинтервалографии мальчиков-подростков выявил достоверные различия в показателях ИН. У школьников среднегогорцев с нормотоническим типом индекс напряжения достоверно на 14,6 ед. выше, чем у низкогогорцев. У юношей среднегогорья с гипотоническим типом обсуждаемый показатель на 12,1 ед. выше, чем у школьников низкогогорья. У подростков-среднегорцев с гипертоническим типом индекс напряжения на 15,8 ед. выше, чем у низкогогорцев, из чего следует, что у среднегогорцев-юношей преобладает центральный контур регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

И.Е. Кононец, А.А. Калыкеева (2018) у 160 подростков обоего пола в возрасте 15–16 лет, учащихся колледжа различных специальностей, изучали параметры вариабельности ритма сердца и вегетативной реактивности. В результате проведенных исследований установлено преобладание реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы у юношей гуманитарных и девушек технических специальностей, что обусловлено различными нагрузками в учебных заведениях [15].

### Девочки-подростки



### Мальчики-подростки



Процентное соотношение типов вегетативного обеспечения деятельности подростков низко- и среднегорья

Показатели значений кардиоинтервалографии подростков низко- и среднегорья после физической нагрузки

Тип вегетативного обеспечения деятельности	Пол	Местность	n	Амо%	ИН
Нормотонический	дев	н/г	91	61,3 ± 6,9	119,3 ± 36,4
		с/г	80	74,7 ± 7,6*	127,2 ± 45,2*
	мал	н/г	76	64,2 ± 5,9	125,1 ± 32,7
		с/г	72	68,9 ± 8,9	139,8 ± 33,2*
Гипотонический	дев	н/г	30	55,6 ± 8,5	79,3 ± 23,3
		с/г	24	58,2 ± 9,2	76,5 ± 11,2
	мал	н/г	37	53,2 ± 11,0	71,2 ± 26,9*
		с/г	24	54,6 ± 9,2	83,3 ± 24,2*
Гипертонический	дев	н/г	7	66,9 ± 7,2	193,6 ± 32,3
		с/г	8	67,2 ± 8,2	194,0 ± 46,2
	мал	н/г	13	76,8 ± 8,2	188,3 ± 32,6
		с/г	12	79,1 ± 10,6	204,1 ± 39,8*

Примечание. \* – различия достоверны (P < 0,05) между показателями девочек и мальчиков низкогорья (н/г) и среднегорья (с/г).

### Заключение

Таким образом, при изучении параметров вегетативной нервной системы школьников, проживающих в условиях низко- и среднегорья Кыргызстана, получены различия в сравниваемых группах. У девочек среднегорья с достаточным типом вегетативного обеспечения деятельности индекс напряжения выше по сравнению со школьниками г. Бишкека, что свидетельствует об активности механизмов симпатической регуляции у них. У проживающих в условиях низкогорья девушек с гипотоническим типом ИН превышает значения у сверстниц в среднегорье, что обусловлено низкой активностью симпатической регуляции деятельности сердца в среднегорной местности.

У школьников-среднегорцев с равными типами вегетативного обеспечения деятельности индекс напряжения выше, чем у низкогорцев, что свидетельствует о преобладании у подростков среднегорья центрального контура регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

У большинства подростков (67–71%), проживающих в условиях низкогорья и среднегорья, выявлен нормотонический тип вегетативного обеспечения деятельности. 23–28% школьников имеют гипотонический тип и 8–11% – гипертонический тип, что свидетельствует о неудовлетворительной адаптации системы кровообращения к физическим нагрузкам. В связи с этим учащиеся подростки общеобразовательных школ нуждаются в постоянном наблюдении и проведении профилактических мер.

### Список литературы

1. Бантеева М.Н., Маношкина Е.М., Матвеев Э.Н. Динамика заболеваемости у девушек 15–17 лет в Российской Федерации // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2020. № 3. С. 100–108.
2. Тимофеева Е.П., Рябиченко Т.И., Скосырева Г.А., Карцева Т.В. Состояние вегетативной нервной системы

у подростков 15–17 лет // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016. № 4. С. 82–87.

3. Тяжкая А.В. Педиатрия: учебник для студ. высших мед. уч. завед. IV уровня аккредитации. Винница: Нова Книга, 2010. 1152 с.

4. Быков Е.В., Рязанцев А.В., Пугачёва М.Е., Мекешкин Е.А. Особенности вегетативного гомеостаза лиц подросткового возраста с различным уровнем двигательной активности // Вестник ЮУрГУ. 2012. № 28. С. 11–14.

5. Кушнир С.М., Стручкова И.В., Макарова И.И., Антонова Л.К. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей в различные периоды детства // Научные ведомости. 2012. № 3. С. 161–165.

6. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Особенности факторной структуры функционального состояния детей 9–10 лет // Физиология человека. 2019. № 1. С. 37–48.

7. Белоусова Н.А. Особенности вариабельности сердечного ритма у девочек препубертатного возраста со сколиозом на начальных этапах деформации // Вестник РАЕН. 2012. № 1. С. 57–60.

8. Заваденко Н.Н., Нестеровский Ю.Е. Клинические проявления и лечение синдрома вегетативной дисфункции у детей и подростков // Педиатрия. 2012. № 2. С. 92–101.

9. Поборский А.Н., Сафонов В.А., Тараканов И.А., Коваленко Л.В. Вегетативная регуляция и умственная работоспособность у детей в процессе обучения в неблагоприятных климатических условиях Среднего Приобья // Физиология человека. 2000. № 5. С. 128–136.

10. Горелик В.В., Филиппова С.Н. Новая физкультура в школе: коррекционно-оздоровительное использование физиологических показателей учащихся как маркеров нарушения физического развития и здоровья // Человек. Спорт. Медицина. 2019. № 1. С. 42–49.

11. Аверьянова И.В., Зайцева Н.В. Региональные особенности морфофизиологических характеристик и физической подготовленности студентов Северо-Восточного государственного университета // Человек. Спорт. Медицина. 2018. № 3. С. 60–68.

12. Akselrod S. Components of heard rate variability. Basic studies / In: Malik M., Camm A.J. eds. // Heard rate variability. Armonk N.Y.: Futurity Publishing Company Ink. 1995. P. 147.

13. Schlyk N.I., Sapoznikova E.N., Kirillova T.G. Type of Autonomic Regulation and Risk of Cardiac Event in Athletes (Based on the Results of Dynamic Study of Heart Rate Variability and Dispersed ESG Mapping). International Multidisciplinary Journal. European Researcher. 2012. Vol. 24. № 6. P. 942–946.

14. Чанчаева Е.А., Айзман Р.И., Сидаров С.С. Гендерная вариабельность морфофункциональных показателей подростков Горного Алтая // Гигиена и санитария. 2016. № 3. С. 269–273.

15. Кононец И.Е., Калыкеева А.А. Вариабельность ритма сердца и вегетативная регуляция у учащихся колледжа различных специализаций // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 12. С. 42–46.