

УДК 613.96-057.874(575.2-25)

## ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И ВЫСОКОГОРЬЯ

**Чернышева Е.А., Байызова А.А., Асеева В.Н., Жусупбекова А.Ж.**

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

Целью нашего исследования было изучение показателей variability сердечного ритма (ВСР) подростков, проживающих в низкогорном районе, г. Бишкек (700 м над уровнем моря), и высокогорном районе Кыргызской Республики, район Ат-Баши (2060 м над уровнем моря). Variability сердечного ритма позволяет оценить функциональные возможности организма, своевременно определить отклонения в работе регуляторных систем организма и провести профилактические мероприятия, направленные на сохранение здоровья ребенка. Целевая группа исследования – подростки в возрасте 15–17 лет из низкогорного района – 28 чел., высокогорного района – 25 чел. Исследование проведено по методике Р.М. Баевского. Исследование ВСР у подростков в условиях высокогорья и низкогорья проводится впервые. Получены результаты: по оценке variability сердечного ритма выявлено, что у подростков в условиях высокогорья симпатическое влияние вегетативной нервной системы в 2 раза выше, чем у подростков низкогорья. У подростков в условиях высокогорья индекс адаптационного потенциала ССС, позволяющий оценить функциональное состояние регуляторных систем организма и степень вовлеченности в стресс, на 5% ниже показателей в условиях низкогорья. По оценке показателя тренированности сердечно-сосудистой системы к нагрузкам, коэффициент выносливости у подростков высокогорья был на 15% выше, чем у подростков в условиях низкогорья.

**Ключевые слова:** подростки, variability сердечного ритма, индекс напряженности, высокогорье, низкогорье

## AUTONOMIC RESISTANCE AND HEART RATE VARIABILITY IN ADOLESCENTS IN HIGH AND LOWER MOUNTAIN

**Chernysheva E.A., Bayyzova A.A., Aseeva V.N., Zhusupbekova A.Zh.**

*Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek,  
e-mail: chernysheva.doctor@mail.ru*

The aim of our study was to study the indicators of variability heart rate (HRV) of adolescents living in the low-mountain area of Bishkek (700 meters above sea level) and the high-mountain area of At-Bashy region of the Kyrgyz Republic (2060 m above sea level). Heart rate variability allows to evaluate the functional the body's ability to timely identify deviations in work regulatory systems of the body and carry out preventive activities aimed at maintaining the health of the child. Target study group – adolescents aged 15-17 years from the low-mountain district -28, high-mountainous region -25 people. The study was carried out according to the method of R.M.Baevsky. Study of HRV in adolescents under conditions highlands and lowlands is held for the first time. The results were obtained: according to the assessment of heart rate variability it was found that in adolescents in high mountains, sympathetic influence of the autonomic nervous system is 2 times higher than in adolescents of lowlands. In adolescents in high altitude conditions, the CVS adaptive potential index, which allows assessing the functional state of regulatory systems of the body and the degree of involvement in stress by 5% below indicators in low-mountain conditions. According to the indicator of fitness of the cardiovascular system to loads, the coefficient of endurance in adolescents in high mountains was 15% higher than in adolescents in low mountains.

**Keywords:** adolescents, heart rate variability, tension index, highlands, lowlands

Процесс развития общества во многом определяется уровнем популяционного здоровья подростков, которое оказывает значимое влияние на здоровье нации в целом и формирует ее культурный, интеллектуальный, производственный и репродуктивный потенциал [1]. Variability сердечного ритма (ВСР) – это один из методов исследования, позволяющий оценивать состояние регуляторных систем человека. Регуляторные системы, в частности симпатическая и парасимпатическая нервная система, работают в балансе, как бы поддерживая друг друга. Тем самым они обеспечивают высокую устойчивость и защищенность. Variability сердечного ритма – это неинвазивный метод исследования регуляторных систем человека в физиологических условиях. Этот

метод позволяет оценить состояние механизмов регуляции функций организма и оценить соотношение влияния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Известно, что вегетативная дисфункция приводит к снижению качества жизни подростков, ограничивает возможность выбора профессии, негативно влияет на репродуктивное здоровье, приводит к формированию различных заболеваний у взрослых [2]. Распространенность данного состояния увеличивается с возрастом и в подростковой популяции достигает 65–72% [3, 4]. В этом возрасте организм подростков очень чувствителен и малоустойчив к высоким учебным нагрузкам, нарушению режима дня, недосыпанию [1]. Впоследствии нарушение регуляторных процессов орга-

низма может привести к развитию преневротических и психосоматических расстройств, требующих комплексной реабилитации [5]. Качество регуляции – индикатор качества жизни и средство контроля здоровья.

Вариабельность сердечного ритма позволяет оценить функциональные возможности организма, своевременно определить отклонения в работе регуляторных систем организма и провести профилактические мероприятия, направленные на сохранение здоровья ребенка.

Исследование ВСР у подростков в условиях высокогорья и низкогорья проводится впервые.

Цель исследования – изучение показателей variability сердечного ритма подростков, проживающих в низкогорном и высокогорном районах Кыргызской Республики, для оценки функциональных возможностей организма и оценки отклонений в работе регуляторных систем.

Задачи: провести исследование показателей variability сердечного ритма у подростков

– в условиях низкогорья г. Бишкека (700 м над уровнем моря);

– в условиях высокогорья р. Ат-Баши Нарынской области (2060 м над уровнем моря).

#### Материалы и методы исследования

Целевая группа исследования – подростки в возрасте 15–17 лет. Общее количество 54 чел. (18 мальчиков, 35 девочек). Из низкогорного района (г. Бишкек – 700 м над уровнем моря) – 28 чел. (8 мальчиков, 20 девочек). Из высокогорного района (р. Ат-Баши Нарынской области – 2060 м над уровнем моря) – 25 чел. (10 мальчиков, 15 девочек).

Для исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы и регуляторных систем организма использовали анализ variability сердечного ритма («ВСР») методом математического подсчета интервалокардиографии (методика Р.М. Баевского), а также оценку функциональных проб сердечно-сосудистой системы. Оцени-

вались ЭКГ, ЧСС, АД, вес, рост. Подсчитывались индекс Кердо, коэффициент выносливости, индекс напряженности, адаптационный потенциал. Показатели функциональной оценки позволяли выявить тип саморегуляции кровообращения, состояние напряжения, перенапряжения механизмов адаптации или срыв адаптационных процессов сердечно-сосудистой системы, состояние тренированности ССС к нагрузкам, компенсированный и декомпенсированный дистресс.

Подсчет данных проводился программой SPSS.

#### Результаты исследования и их обсуждение

По анализу variability сердечного ритма у подростков в условиях низкогорья (методика Р.М. Баевского (Mo)) составил:

– нормотонический тип регуляции ССС у мальчиков 87,5%, у девочек – 78,9%;

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков нет, у девочек – 5,3%;

– симпатоконический тип регуляции ССС (состояние напряжения или перенапряжения, или срыв механизмов адаптации) у мальчиков 12,5%, у девочек – 15,8% (табл. 1).

По анализу variability сердечного ритма у подростков в условиях высокогорья (методика Р.М. Баевского (Mo)) мы получили следующие результаты:

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков 15,4%, у девочек – нет;

– симпатикотонический тип регуляции ССС (состояние перенапряжения, или срыв механизмов адаптации) у мальчиков 30,8%, у девочек – 41,2% (табл. 2).

#### По показателям Mo

Симпатикотонический тип регуляции сердечно-сосудистой системы, дающей информацию о состоянии напряжения, перенапряжения механизмов адаптации, наблюдался в 2 раза чаще у подростков в условиях высокогорья, как у мальчиков, так и у девочек (31% против 12% у мальчиков и 41% против 14% у девочек).

Таблица 1

Анализ variability сердечного ритма у подростков в условиях низкогорья (методика Р.М. Баевского (Mo))

	Мальчики, частота	Проценты	Девочки, частота	Проценты
Норма	7	87,5	15	78,9
Ваготонический тип	0	0	1	5,3
Симпатикотонический тип	1	12,5	3	15,8
Всего	8	100,0	19	100,0

$P = 0,045$  (имеются статистические различия между высокогорьем и низкогорьем).

Таблица 2

Анализ variability сердечного ритма у подростков в условиях высокогорья (методика Р.М. Баевского (Мо))

	Мальчики, частота	Проценты	Девочки, частота	Проценты
Норма	7	53,8	10	58,8
Ваготонический тип	2	15,4		
Симпатикотонический тип	4	30,8	7	41,2
Всего	13	100,0	17	100

$P = 0,045$  (имеются статистические различия между высокогорьем и низкогорьем).

Сравнительный анализ variability сердечного ритма по методике Р.М. Баевского (Амо) по амплитуде моды показал следующее:

– нормотонический тип регуляции ССС у мальчиков г. Бишкек – 87,5%, в р. Ат-Баши – 69,2%;

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков г. Бишкек – 12,5%, в р. Ат-Баши – 15,4%, у девочек г. Бишкек – 5,3%, р. Ат-Баши – 17,6%;

– симпатикотонический тип регуляции ССС (состояние напряжения или перенапряжения, или срывы механизмов адаптации) у мальчиков г. Бишкек нет, в р. Ат-Баши – 15,4%, у девочек г. Бишкек – 10,5%, р. Ат-Баши – 17,6%.

*По показателю амплитуды моды АМо*

Симпатический тип регуляции сердечно-сосудистой системы у подростков, проживающих в условиях высокогорья, также превалировал над этим показателем у подростков – жителей низкогорного района.

Половая принадлежность практически не влияет на показатель.

Высокогорье: юноши 16% против 0% в низкогорье.

Высокогорье: девушки 17% против 10% в низкогорье.

*По показателю вариационного размаха (ARR)*

Симпатический тип регуляции сердечно-сосудистой системы у подростков, проживающих в условиях высокогорья, также превалировал и составил 53,3% против 37%.

У юношей в условиях высокогорья 54%, а низкогорья 12%.

У девушек в условиях высокогорья 52%, а низкогорья 47%.

*Показатель индекса напряженности ИН*

Индекс напряженности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки, показывающий степень вовлеченности организма в стресс, у исследуемых групп подростков составил:

состояние компенсированного дистресса у подростков высокогорья 30%, а низкогорья – 14,8%;

состояние некомпенсированного (критического) дистресса у подростков высокогорья 6,7%, а низкогорья 3,7%;

у юношей состояние компенсированного и некомпенсированного дистресса наблюдалось только в условиях высокогорья (30,8 и 7,7%);

у девушек компенсированный дистресс не имел отклонений и составил 26% в обеих группах, а некомпенсированный дистресс в условиях высокогорья превышал показатель в низкогорном районе в 2 раза (10% против 5%).

*Функциональные методы исследования вегетативного статуса и адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у исследуемой группы подростков*

Для определения вегетативного статуса проводился математический подсчет индекса Кердо (определялась частота сердечных сокращений в 1 минуту (ЧСС) и величина диастолического артериального давления в мм рт. ст.).

Равновесие влияний парасимпатической и симпатической нервной системы отмечалось у мальчиков 12,5%, у девочек 15,8%, преобладание парасимпатических влияний у мальчиков – 25,0%, у дев. – 10,5, преобладание симпатических влияний у мальчиков – 62,5%, у девочек – 73,7% в условиях высокогорья.

Равновесие влияний парасимпатической и симпатической нервной системы отмечалось у мальчиков – 15,4%, у девочек – 5,9%, преобладание парасимпатических влияний у мальчиков – 53,8%, у девочек – 35,5%, преобладание симпатических влияний у мальчиков – 30,8%, у девочек – 58,8% в условиях высокогорья.

Определение коэффициента выносливости (КВ) характеризует функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Коэффициент выносливости рассчитывается по формуле:

$$KB = (ЧСС \times 10) / Pd;$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, Pd – пульсовое давление.

Состояние хорошей тренированности отмечалось только у 5,3% девочек, состояние детренированности – у 100% мальчиков и 94,7% девочек в условиях низкогорья.

В условиях высокогорья состояние хорошей тренированности отмечалось у 15,4% мальчиков и только у 11,8% девочек. Состояние детренированности сердечно-сосудистой системы у мальчиков составляет 84,6%, у девочек – 88,2%

#### *Коэффициент выносливости (KB)*

По анализу коэффициента выносливости (KB), характеризующего функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и состояние тренированности, нормальные показатели были выше у подростков высокогорья и составили 13,3%, в низкогорье – 3,7%.

Показатель детренированности сердечно-сосудистой системы у подростков высокогорья был также ниже и составил 86,7% против 96,3% у жителей низкогорья.

Определение ТСК дает возможность оценить уровень напряжения в регуляции ССС. Изменение саморегуляции кровообращения со стороны преваляции сосудистого компонента свидетельствует о ее экономичности и наличии функциональных резервов ССС для продолжительной долговременной адаптации. Сердечно-сосудистый ТСК обладает наиболее сбалансированной саморегуляцией системы кровообращения.

При оценке саморегуляции у подростков г. Бишкека:

- нормальные значения у мальчиков 50,0%, у девочек 47,4%;
- сердечный тип у мальчиков 37,5%, у девочек 47,4%;
- сосудистый тип у мальчиков 12,5%, у девочек 5,3%.

При оценке саморегуляции у подростков р. Ат-Баши было выявлено:

- нормальные значения у мальчиков 30,8%, у девочек 47,1%;
- сердечный тип у мальчиков 15,4%, у девочек 35,3%;
- сосудистый тип у мальчиков 53,8%, у девочек 17,6%.

Индекс адаптационного потенциала ССС позволяет дать интегральную информацию о состоянии организма в целом и быть своеобразным индикатором для оценки функционального состояния регуляторных систем. При оценке индекса адаптации удовлетворительная адаптационная возможность

в условиях высокогорья у мальчиков – 100%, у девочек – 78,9%, компенсаторный дистресс у мальчиков – 0% у девочек – 21,1%. В условиях низкогорья удовлетворительная адаптационная возможность у мальчиков 76,9%, у девочек – 82,4%, компенсаторный дистресс у мальчиков – 23,1% у девочек – 17,6%.

По анализу адаптационного потенциала ССС, позволяющего оценить функциональное состояние регуляторных систем организма, в целом установлено, что:

- удовлетворительный уровень составил у подростков высокогорья 80%, у подростков низкогорья – 85,2%;
- компенсированный дистресс составил у подростков высокогорья 20%, у подростков низкогорья – 14,8%;
- некомпенсированный дистресс у подростков высокогорья и низкогорья вовсе не наблюдался.

#### **Выводы**

1. У подростков в условиях высокогорья в 2 раза преваляровал симпатический тип воздействия вегетативной нервной системы – индикатор состояния напряжения регуляторных систем организма, маркер многих патологических состояний.

2. У подростков в условиях высокогорья индекс адаптационного потенциала ССС, позволяющий оценить функциональное состояние регуляторных систем организма и степень вовлеченности в стресс, на 5% ниже показателей в условиях низкогорья

3. Коэффициент выносливости (KB) – состояние тренированности ССС к нагрузкам – оказался на низком уровне у всех подростков, но при этом в условиях высокогорья этот показатель был на 15% лучше.

#### **Список литературы**

1. Артамонова С.Ю., Аммосова А.М., Захарова Н.М., Маркова С.В., Степанова Л.А., Ханды М.В. Состояние вегетативной нервной системы у подростков города Якутска // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». 2018. № 4 (13). С. 34.
2. Багнетова Е.А., Кавеева И.А., Сафонова В.Р. Анализ социально-психологической адаптированности и вегетативной устойчивости учащихся среднего Приборья и Зауралья // Фундаментальные исследования. 2014. № 1. С. 51–54.
3. Полкова К.А., Прокопенко Л.А. Оценка социальной адаптированности и вегетативной устойчивости студентов технического института // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 5. С. 384.
4. Сасаза К.Р., Чернышева Е.А., Бабаджанов Н.Н., Бейшенова С.И. Вегетативная устойчивость учеников старших классов города Бишкек из полных и неполных семей // Сборник тезисов VII Всероссийской конференции молодых ученых Volgamedscience. 2021. С. 535–537.
5. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Гаврюшова Л.П., Творогова Т.М., Мумладзе Э.Б., Скоробогатова Е.В. Вегетативная дистония у детей: руководство для врачей. М.: Медпрактика-М, 2006. 68 с.