

УДК 612.172.2

DOI: 10.37482/2687-1491-Z086

**ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА
У ПОДРОСТКОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ¹**

*Е.Н. Николаева** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3874-8634>

*О.Н. Колосова*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6965-2600>

*В.А. Алексеева** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>

*А.Б. Гурьева** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>

*Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
(Республика Саха (Якутия), г. Якутск)

**Институт биологических проблем криолитозоны Федерального исследовательского центра
«Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
(Республика Саха (Якутия), г. Якутск)

Климатогеографические условия Северо-Восточного региона России формируют определенные биологически обоснованные механизмы адаптации у населения, способствующие переходу организма на оптимальный уровень функционирования в данных условиях. Несмотря на то, что механизмы приспособления организма к экстремальным условиям Северо-Востока России достаточно изучены, данный вопрос не теряет своей актуальности. Влияние комплекса негативных факторов на организм в подростковом возрасте, когда организм наиболее уязвим, может привести к нарушению адаптационных механизмов и запуску предпатологических и патологических процессов. Функция сердечно-сосудистой системы является одним из основных показателей работы приспособительных механизмов организма. **Цель** данного исследования – изучение особенностей механизмов регуляции ритма сердца у подростков (русских и якутов), постоянно проживающих в Северо-Восточном регионе России. **Материалы и методы.** Проведена оценка параметров variability сердечного ритма (ВСР) у подростков (коренных жителей – якутов и русских, живущих в Якутске во 2-м поколении) в возрасте в 14–15 лет (средний возраст – 14,34±0,17 лет), являющихся учениками средних общеобразовательных школ г. Якутска. **Результаты.** Увеличение доли очень низкочастотного спектра в общем спектре ВСР, выявленное у русских девочек и мальчиков (48,8 и 47,5 %

¹ Исследование проведено в рамках проектов: № FWRS-2021-0043 (регистрационный номер 121021600269-0) и № 0297-2021-0025 (регистрационный номер АААА-А21-121012190035-9) Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ ЯНЦ СО РАН).

Ответственный за переписку: Николаева Евгения Николаевна, *адрес:* 677013, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Ойунского, д. 27; *e-mail:* en.nikolaeva@mail.ru

Для цитирования: Николаева Е.Н., Колосова О.Н., Алексеева В.А., Гурьева А.Б. Особенности регуляции ритма сердца у подростков разных этнических групп в условиях Северо-Востока России // Журн. мед.-биол. исследований. 2022. Т. 10, № 1. С. 15–23. DOI: 10.37482/2687-1491-Z086

соответственно) и у мальчиков-якутов (47,9 %) свидетельствует о повышенной активности нейрогуморальной регуляции обменных процессов в организме подростков, обусловленной проживанием в экстремальных климатогеографических условиях. Обнаружены этнические особенности регуляции сердечного ритма. В отличие от подростков-русских, у подростков-якутов установлены статистически значимые различия ВСР по половому признаку ($p < 0,01$): у мальчиков отмечены смещение вегетативного баланса в сторону симпатического отдела, снижение мощности высокочастотного спектра и высокое значение индекса напряжения. Параметры спектральной мощности ВСР в остальных исследуемых группах соответствуют средневозрастной норме и свидетельствуют о благоприятном течении адаптационных процессов с высоким уровнем мобилизующего и восстановительного потенциала организма.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, вегетативный баланс, регуляция деятельности сердца, подростки 14–15 лет, адаптация, экстремальные климатогеографические условия, Северо-Восток России.*

Особый интерес при изучении механизмов адаптации организма к различным факторам среды представляют сенситивные периоды развития – периоды интенсивных возрастных перестроек, в т. ч. подростковый [1–5]. Сочетанное воздействие экстремальных климатических и сложных социально-бытовых условий Севера, а также техногенных факторов среды может негативно сказываться на регуляторных системах организма и приводить к дезадаптации [6–10]. Снижение функциональных резервов организма школьников, обуславливающее напряженное протекание адаптационных процессов и способствующее развитию различных заболеваний, в т. ч. психосоматической природы, также может быть спровоцировано интенсивными учебными нагрузками в школе, необходимостью переработки в короткий временной период большого объема информации [2, 11, 12].

Сердечно-сосудистая система (ССС) служит одной из основных компенсаторно-приспособительных систем организма, и ее деятельность находится под тройным контролем регуляции: автономным, внутрисистемным и межсистемным (центральным). Анализ параметров variability сердечного ритма (ВСР) дает возможность оценки вегетативного баланса и определения адаптационного потенциала организма [13–15], является неинвазивным и одним из наиболее информативных методов исследования вегетативной и нейро-

гуморальной регуляции ССС при адаптации к различным климатогеографическим и социальным факторам [5, 12–14].

Цель данного исследования – изучение механизмов регуляции ритма сердца у подростков разных этнических групп (русские, якуты), постоянно проживающих на Северо-Востоке России.

Материалы и методы. Обследованы 60 школьников (девочки и мальчики) в возрасте 14–15 лет, родившиеся и постоянно проживающие в г. Якутске: якуты (ПЯ; 15 девочек, 15 мальчиков) и русские (ПР; 15 девочек, 15 мальчиков). Исследование проводилось на основании протокола этического комитета Якутского научного центра комплексных медицинских проблем от 27.11.2019, в полном соответствии с этическими рекомендациями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964 года, с изменениями 2013 года).

Регуляция сердечного ритма изучалась методом кардиоинтервалографии (ВСР) с помощью аппаратно-программного комплекса «ВНС-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново). Все исследования проводились в утреннее время. Запись фоновой кардиоритмограммы в I отведении осуществлялась в положении лежа в течение 5 мин. Оценивались следующие показатели ВСР: абсолютная (мс^2) и относительная (%) мощность высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкоча-

стотных (VLF) колебаний, суммарная мощность спектра (TP , ms^2). HF-колебания отражают вагусный контроль частоты сердечных сокращений, в формировании LF-волн участвуют парасимпатические и симпатические нервы. Сбалансированность симпатических и парасимпатических влияний на ВСП определялась по отношению LF/HF. Анализировались показатели вариационной пульсометрии: индекс напряжения, или стресс-индекс (ИН (SI), у. е.), который, по Р. Баевскому, отражает степень дублирующих влияний на работу сердца со стороны центрального уровня управления; индекс вегетативного равновесия (ИВР, у. е.), вегетативный показатель ритма (ВПР, у. е.), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, у. е.), отражающие активность работы симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС). Определялись статистические показатели кардиоритма: мода (M_0 , с) и амплитуда моды (АМ₀, %), средняя продолжительность кардиоинтервала (RRNN, мс), доля последовательных

кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс ($pNN50$, %), разница между соседними нормальными RR-интервалами (RMSSD, мс), стандартное отклонение NN-интервалов (SDNN, мс) [13, 14, 16].

Статистический анализ данных проводился в программе Statistica 13. Использовались данные описательной статистики – средняя арифметическая величина (M) и стандартная ошибка (m). Проверка нормальности распределения осуществлялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Сравнение двух независимых групп по количественным признакам с нормальным распределением значений проводилось с использованием модифицированного критерия Стьюдента, с ненормальным распределением – с помощью критерия Манна–Уитни. Статистически значимыми признавались результаты при $p < 0,05$.

Результаты. Соотношение спектров ВСП в группе ПР имело следующий вид $VLF > HF > LF$ (рис. 1). У представителей группы ПР в регуляции ритма сердца выявился высокий вклад очень низкочастотного спектра (доля VLF в



Рис. 1. Структура спектра ВСП у 14–15-летних подростков г. Якутска в зависимости от этнической принадлежности и пола (установлена статистическая значимость различий параметра VLF ($p = 0,0000$): между мальчиками и девочками в группе якутов; между девочками групп якутов и русских)

Fig. 1. Structure of the HRV spectrum in 14–15-year-old adolescents of Yakutsk, depending on ethnicity and sex (statistical significance of the differences in the VLF parameter ($p = 0.0000$) was established: between boys and girls in the Yakut group; between Yakut and Russian girls)

общем спектре составила 48,8 % у девочек и 47,5 % у мальчиков).

При этом, независимо от пола, у ПР общая мощность спектра (TP) имела более высокое значение, чем у ПЯ (рис. 2). Показатель соотношения LF/HF в группе ПР, равный $1,06 \pm 0,24$ у девочек и $1,08 \pm 0,01$ у мальчиков (см. таблицу), свидетельствует об относительном балансе симпатовагальных воздействий на сердце [17, 18].

В группе ПЯ выявлены статистически значимые различия между мальчиками и девочками по суммарной мощности спектра ВСР ($p < 0,05$): значение TP у мальчиков оказалось в 1,92 раза ниже, чем у девочек, и составило $1614,12 \pm 313,18$ мс². Мощности VLF- и LF-спектра у мальчиков-якутов соответствовали нижней границе нормы ($785,62 \pm 271,45$ и $515,5 \pm 105,06$ мс²).

Мощность высокочастотного спектра (HF) у мальчиков группы ПЯ была в 3,4 раза ниже, чем у девочек ($p < 0,05$), и составила

$340,37 \pm 94,21$ мс² (рис. 2). При этом соотношение спектров ВСР у них было следующим: VLF>LF>HF (47,9, 31,4 и 20,7 % соответственно) (рис. 1). Показатель LF/HF у мальчиков группы ПЯ, равный $2,48 \pm 0,67$ (см. таблицу), характеризует смещение вегетативного баланса в сторону симпатического отдела ВНС.

У якуток установлено следующее соотношение спектра: HF>LF>VLF (37,5, 33,9 и 28,6 %) (рис. 1). Значения абсолютной мощности спектров VLF, LF, HF и TP (рис. 2) у девочек группы ПЯ соответствовали средневозрастной норме [14] и были статистически значимо выше, чем у мальчиков-якутов ($p < 0,05$). Как показало значение LF/HF, у якуток парасимпатические и симпатические влияния на сердце сбалансированы (см. таблицу).

Значения параметров Мо и АМо, коррелирующие с повышенным соотношением LF/HF, указывают на увеличение доли активности симпатической нервной системы в регуляции работы сердца у мальчиков группы ПЯ [16].

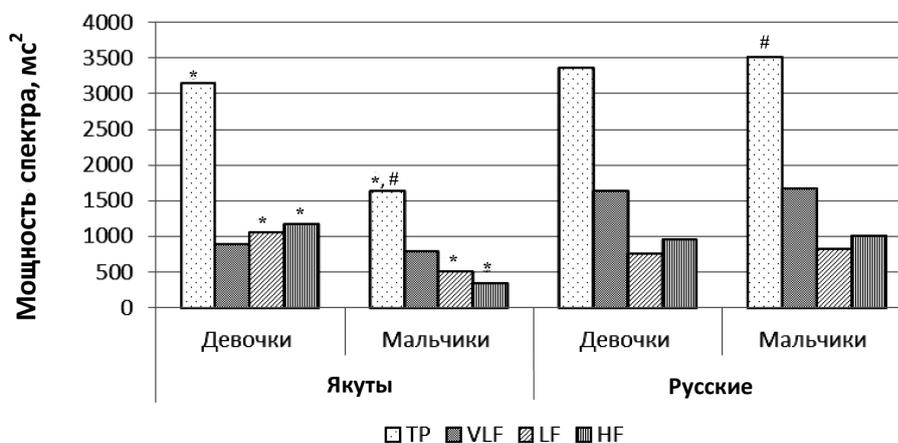


Рис. 2. Мощность спектра ВСР у 14–15-летних подростков г. Якутска в зависимости от этнической принадлежности и пола (установлена статистическая значимость различий ($p < 0,05$): * – между мальчиками и девочками в группе якутов; # – между мальчиками групп якутов и русских)

Fig. 2. Power of the HRV spectrum in 14–15-year-old adolescents of Yakutsk, depending on ethnicity and sex (statistical significance of the differences was established ($p < 0,05$): * – between boys and girls in the Yakut group; # – between Yakut and Russian boys)

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА
У 14–15-ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ г. ЯКУТСКА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭТНИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ПОЛА, $M \pm m$
HEART RATE VARIABILITY
IN 14–15-YEAR-OLD ADOLESCENTS OF YAKUTSK
DEPENDING ON ETHNICITY AND SEX, $M \pm m$

Показатель	Якуты		Русские	
	Девочки (n = 15)	Мальчики (n = 15)	Девочки (n = 15)	Мальчики (n = 15)
LF/HF	1,09±0,17*	2,48±0,67*	1,06±0,24	1,08±0,01
Mo, с	0,75±0,04*	0,64±0,01*	0,71±0,06	0,73±0,09
AMo, %	38,69±4,99	51,47±5,10 [#]	29,70±3,43	34,34±4,96 [#]
ИН, у. е.	155,34±30,99*	257,03±32,50* [#]	99,64±28,77	118,63±32,00 [#]
ИВР, у. е.	213,91±31,56* [#]	322,65±39,05* [#]	132,16±25,59 [#]	158,53±30,37 [#]
ВПР, у. е.	5,34±0,98	7,90±1,21 [#]	3,51±0,41	3,49±0,30 [#]
ПАПР, у. е.	54,55±6,68*	81,36±9,43* [#]	43,98±4,10	49,70±5,80 [#]
SDNN, мс	52,58±7,70	38,26±4,89 [#]	60,24±6,13	58,70±5,67 [#]
RMSSD, мс	45,72±8,89*	23,47±4,23* [#]	62,44±9,91	38,23±4,93 [#]
pNN50, %	27,34±6,73*	5,87±3,14* [#]	30,00±6,68	19,66±2,90 [#]
RRNN, мс	744,14±23,88*	653,87±18,01* [#]	744,80±28,29	724,33±23,59 [#]

Примечание. Установлены статистически значимые различия ($p < 0,05$): * – между мальчиками и девочками в группе якутов; [#] – между мальчиками из групп якутов и русских.

Также у мальчиков-якутов выявлено высокое значение ИН, составляющее 257,03±32,50 у. е. В остальных исследуемых группах ИН находился в пределах нормы [13]. Показатели ИВР, ВПР и ПАПР, отражающие соотношение активности воздействий на сердце симпатической и парасимпатической нервных систем, у мальчиков-якутов были в 2 раза выше, чем у мальчиков-русских ($p < 0,05$), что является доказательством большего вклада симпатического отдела в регуляцию сердечного ритма у ПЯ, чем у ПР. Высокое значение ПАПР (81,36±9,43 у. е.), свидетельствующее о повышенной активности симпатических влияний на сердце и напряжении регуляторных механизмов организма, отмечалось у мальчиков группы ПЯ (см. таблицу) [14]. Значение SDNN (показатель восстановления функциональных резервов организма) у мальчиков-якутов оказалось самым низким среди всех обследуемых.

Выявлены половые различия параметров RMSSD и pNN50, которые оказались выше у девочек обеих этнических групп (см. таблицу).

Обсуждение. Отмеченное у девочек и мальчиков группы ПР, а также у мальчиков группы ПЯ увеличение доли очень низкочастотного спектра (VLF) в общем спектре ВСР свидетельствует о повышенной активности нейрогуморальной регуляции обменных процессов в организме подростков, проживающих в экстремальных климатогеографических условиях.

Более высокий вклад в общий спектр ВСР высокочастотных волн (HF), чем низкочастотных (LF), у ПР свидетельствует о сохранении автономного контура регуляции и снижении вклада симпатического отдела ВНС. При этом высокие значения TP и показателя баланса парасимпатических и симпатических воздействий на сердце LF/HF у ПР говорят об активном и благоприятном течении адаптационных процессов.

В отличие от ПР, у мальчиков группы ПЯ наряду с высокой долей VLF отмечаются значительный вклад LF-спектра и низкая мощность HF, что свидетельствует о высокой активности симпатического отдела и подавлении влияния блуждающего нерва. Усиление активности симпатической нервной системы у мальчиков-якутов также подтверждают повышенные показатели LF/HF, Mo, AMo, IBP, BPP и ПАПР [13, 14]. Высокий ИИ, или индекс стресса, у мальчиков группы ПЯ ($257,03 \pm 32,50$ у. е.) указывает на усиление обменных процессов на фоне снижения функциональных резервов [13]. Достоверно более низкие по сравнению со всеми исследуемыми группами средние значения TP, мощности спектров VLF и LF, соответствующие нижней границе нормы (оцениваются как условная норма), у мальчиков-якутов свидетельствуют об умеренном уровне мобилизации приспособительных механизмов организма. Таким образом, наши исследования продемонстрировали наиболее напряженное состояние систем регуляции сердечным ритмом у мальчиков группы ПЯ, которое может стать причиной истощения адаптационных резервов организма.

У якутов установленное соотношение спектров HF, LF, VLF указывает на оптимальный

уровень регулирования деятельности сердца. Высокое значение TP свидетельствует о наличии достаточных адаптационных и энергетических резервов организма. Значения абсолютной мощности спектров HF, LF, VLF в данной группе указывают на благоприятное течение адаптационных процессов и наличие высокого мобилизующего и восстановительного потенциала организма [14]. Также о благоприятном течении адаптации и наличии резервов организма у якутов свидетельствуют показатели RMSSD, pNN50 и RRNN, которые указывают на активность парасимпатических влияний, сохранение автономного контура регуляции сердечного ритма и, соответственно, на преобладание вклада экономной трофотропной системы ВНС в регуляцию функций организма [16, 19].

Проведенное нами исследование ВСР у подростков, проживающих в экстремальных условиях Якутии, выявило наличие половых и этнических различий в регуляции сердечного ритма, что подтверждает необходимость дальнейшего изучения этногенетических механизмов адаптации и разработки этнических и региональных нормативов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Цатурян Л.Д., Кувандыкова Р.Х. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма, показателей периферической крови и гормонального профиля у подростков Ставропольского края: этнофизиологический аспект // Экология человека. 2015. № 8. С. 26–31.
2. Артамонова И.А. Коррекция психофизического состояния школьников // Человек. Спорт. Медицина. 2016. Т. 16, № 1. С. 18–23. DOI: [10.14529/hsm160103](https://doi.org/10.14529/hsm160103)
3. Казин Э.М., Свиридова И.А., Четверик О.Н., Зарченко П.Ю., Тарасова О.Л., Шерер Т.И., Федоров А.И. Влияние возрастных, гендерных и типологических особенностей подростков на формирование адаптивных возможностей в условиях обучения в основной школе. Сообщение 1: Возрастные и гендерные особенности психофизиологического развития и социально-психологической адаптации младших и старших подростков // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2017. № 1. С. 112–123. DOI: [10.21603/2078-8975-2017-1-112-123](https://doi.org/10.21603/2078-8975-2017-1-112-123)
4. Тарасова О.Л., Казин Э.М., Фёдоров А.И., Игишева Л.Н., Четверик О.Н. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности // Физиология человека. 2017. Т. 43, № 1. С. 45–54. DOI: [10.7868/S0131164616060199](https://doi.org/10.7868/S0131164616060199)
5. Тимофеева Е.П., Рябиченко Т.И., Скосырева Г.А., Карцева Т.В. Состояние вегетативной нервной системы у подростков 15–17 лет // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. 2016. Т. 61, № 4. С. 82–87. DOI: [10.21508/1027-4065-2016-61-4-82-87](https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-4-82-87)

6. 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 // Вестн. Сев.-Вост. федер. ун-та им. М.К. Аммосова. Сер.: Мед. науки. 2018. Т. 13, № 4. С. 33–38.
7. Дёмин Д.Б., Поскотнинова Л.В., Кривоногова Е.В. Возрастные особенности функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков различных арктических территорий // Экология человека. 2015. № 7. С. 27–32.
8. Лоскутова А.Н. Показатели вариабельности сердечного ритма и вегетативной реактивности у подростков-европеоидов, уроженцев Северо-Востока России // Здоровье населения и среда обитания: ЗНиСО. 2018. № 9(306). С. 28–32. DOI: [10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32](https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32)
9. Farah B.Q., Barros M.V., Balagopal B., Ritti-Dias R.M. Heart Rate Variability and Cardiovascular Risk Factors in Adolescent Boys // J. Pediatr. 2014. Vol. 165, № 5. P. 945–950. DOI: [10.1016/j.jpeds.2014.06.065](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.06.065)
10. Weise M., Eisenhofer G., Merke D.P. Pubertal and Gender-Related Changes in the Sympathoadrenal System in Healthy Children // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2002. Vol. 87, № 11. P. 5038–5043. DOI: [10.1210/jc.2002-020590](https://doi.org/10.1210/jc.2002-020590)
11. Литвинова Н.А. Роль психофизиологических показателей в механизме адаптации к умственной и физической деятельности: моногр. Кемерово: Кемеров. гос. ун-т, 2012. 168 с.
12. Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А., Зенина М.Т. Особенности вегетативного и тиреоидного статуса у школьников при различной напряженности учебного процесса // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 2. С. 183–188. DOI: [10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188)
13. Баевский Р.М., Куриллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 221 с.
14. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Изд-во Иван. гос. мед. акад., 2002. 288 с.
15. Шаранов А.Н., Сельверова Н.Б., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублева Л.В., Безобразова В.Н., Ермакова И.В. Возрастное развитие сердечно-сосудистой системы, автономной нервной регуляции сердечного ритма и эндокринной системы у школьников 10–15 лет // Новые исследования. 2018. № 2(55). С. 39–56.
16. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. 1996. Vol. 93, № 5. P. 1043–1065.
17. Ubiria I., Telia A., Abuladze G. Relation Between Heart Rate Variability and Peak Expiratory Flow in Healthy Schoolchildren // Bull. Georg. Acad. Sci. 2003. Vol. 167, № 3. P. 546–548.
18. Yamamoto Y., Hughson R.L., Peterson J.C. Autonomic Control of Heart Rate During Exercise Studied by Heart Rate Variability // J. Appl. Physiol. (1985). 1991. Vol. 71, № 3. P. 1136–1142. DOI: [10.1152/jappt.1991.71.3.1136](https://doi.org/10.1152/jappt.1991.71.3.1136)
19. Ширяев О.Ю., Ивлева Е.И. Нарушение вегетативного гомеостаза при тревожно-депрессивных расстройствах и методы их коррекции // Приклад. информ. аспекты медицины. 1999. Т. 2, № 4. С. 54–57.

References

1. Agadzhanian N.A., Tsaturyan L.D., Kuvandykova R.Kh. Osobnosti vegetativnoy regulyatsii serdechnogo ritma, pokazateley perifericheskoy krovi i gormonal'nogo profilya u podrostkov Stavropol'skogo kraya: etnofiziologicheskii aspekt [Features of Autonomic Regulation of Heart Rhythm, Peripheral Blood and Hormonal Profile in Adolescents of Stavropol Region: Ethnophysiological Aspects]. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 8, pp. 26–31.
2. Artamonova I.A. Korrektsiya psikhofizicheskogo sostoyaniya shkol'nikov [Correction of Psychophysical Status in Schoolchildren]. *Chelovek. Sport. Meditsina*, 2016, vol. 16, no. 1, pp. 18–23. DOI: [10.14529/hsm160103](https://doi.org/10.14529/hsm160103)
3. Kazin E.M., Sviridova I.A., Chetverik O.N., Zarchenko P.Y., Tarasova O.L., Sherer T.I., Fedorov A.I. Influence of Age, Gender and Typological Features of Adolescents on the Formation of Adaptive Possibilities in the Conditions of Training in Middle School. Message 1: Age and Gender Characteristics of the Psycho-Physiological and Psycho-Social Adaptation. *Bull. Kemerovo State Univ.*, 2017, no. 1, pp. 112–123 (in Russ.). DOI: [10.21603/2078-8975-2017-1-112-123](https://doi.org/10.21603/2078-8975-2017-1-112-123)
4. Tarasova O.L., Fedorov A.I., Kazin E.M., Igisheva L.N., Chetverik O.N. Integrated Assessment of Neurodynamic and Autonomic Indicators in Adolescents: Age-Specific, Gender-Specific, and Typological Characteristics. *Hum. Physiol.*, 2017, vol. 43, no. 1, pp. 37–46. DOI: [10.1134/S0362119716060190](https://doi.org/10.1134/S0362119716060190)

5. Timofeeva E.P., Ryabichenko T.I., Skosyreva G.A., Kartseva T.V. The Autonomic Nervous System in 15–17-Year-Old Adolescents. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*, 2016, vol. 61, no. 4, pp. 82–87 (in Russ.). DOI: [10.21508/1027-4065-2016-61-4-82-87](https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-4-82-87)
6. Artamonova S.Yu., Ammosova A.M., Zakharova N.M., Markova S.V., Stepanova L.A., Khandy M.V. Sostoyanie vegetativnoy nervnoy sistemy u podrostkov goroda Yakutska [The State of Autonomic Nervous System in Teenagers of the City of Yakutsk]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Ser.: Meditsinskie nauki*, 2018, vol. 13, no. 4, pp. 33–38.
7. Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. Vozrastnye osobennosti funktsional'nykh pokazateley serdechno-sosudistoy sistemy u podrostkov razlichnykh arkticheskikh territoriy [Age Features of Cardiovascular System Functional Parameters in Adolescents Living in Different Arctic Areas]. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 7, pp. 27–32.
8. Loskutova A.N. Pokazateli variabel'nosti serdechnogo ritma i vegetativnoy reaktivnosti u podrostkov-evropeoidov, urozhentsev Severo-Vostoka Rossii [Indicators of Variability of Heart Rhythm and Autonomic Reactivity in Caucasian Adolescents Born in Russian Northeast]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya: ZNiSO*, 2018, no. 9, pp. 28–32. DOI: [10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32](https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32)
9. Farah B.Q., Barros M.V., Balagopal B., Ritti-Dias R.M. Heart Rate Variability and Cardiovascular Risk Factors in Adolescent Boys. *J. Pediatr.*, 2014, vol. 165, no. 5, pp. 945–950. DOI: [10.1016/j.jpeds.2014.06.065](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.06.065)
10. Weise M., Eisenhofer G., Merke D.P. Pubertal and Gender-Related Changes in the Sympathoadrenal System in Healthy Children. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2002, vol. 87, no. 11, pp. 5038–5043. DOI: [10.1210/jc.2002-020590](https://doi.org/10.1210/jc.2002-020590)
11. Litvinova N.A. Rol' psikhofiziologicheskikh pokazateley v mekhanizme adaptatsii k umstvennoy i fizicheskoy deyatel'nosti [The Role of Psychophysiological Indicators in the Mechanisms of Adaptation to Mental and Physical Activity]. Kemerovo, 2012. 168 p.
12. Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Eysfel'd D.A., Zenina M.T. Osobennosti vegetativnogo i tireoidnogo statusa u shkol'nikov pri razlichnoy napryazhennosti uchebnogo protsessa [Peculiarities of Autonomic and Thyroidal State in Schoolchildren Under Different Intensity of Educational Process]. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 2, pp. 183–188. DOI: [10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188)
13. Baevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Changes in Heart Rate During Stress]. Moscow, 1984. 221 p.
14. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya metoda* [Heart Rate Variability: The Experience of Practical Application of the Method]. Ivanovo, 2002. 288 p.
15. Sharapov A.N., Sel'verova N.B., Dogadkina S.B., Kmit' G.V., Rubleva L.V., Bezobrazova V.N., Ermakova I.V. Vozrastnoe razvitiye serdechno-sosudistoy sistemy, avtonomnoy nervnoy regulyatsii serdechnogo ritma i endokrinnoy sistemy u shkol'nikov 10–15 let [Age-Related Development of the Cardiovascular System, Autonomic Nervous Regulation of the Heart Rhythm and Endocrine System in 10–15-Year-Old Schoolchildren]. *Novye issledovaniya*, 2018, no. 2, pp. 39–56.
16. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 1996, vol. 93, no. 5, pp. 1043–1065.
17. Ubiria I., Telia A., Abuladze G. Relation Between Heart Rate Variability and Peak Expiratory Flow in Healthy Schoolchildren. *Bull. Georg. Acad. Sci.*, 2003, vol. 167, no. 3, pp. 546–548.
18. Yamamoto Y., Hughson R.L., Peterson J.C. Autonomic Control of Heart Rate During Exercise Studied by Heart Rate Variability. *J. Appl. Physiol. (1985)*, 1991, vol. 71, no. 3, pp. 1136–1142. DOI: [10.1152/jappl.1991.71.3.1136](https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.3.1136)
19. Shiryayev O.Yu., Ivleva E.I. Narushenie vegetativnogo gomeostaza pri trevozhno-depressivnykh rasstroystvakh i metody ikh korrektsii [Malfunction of Autonomic Homeostasis in Anxiety-Depressive Disorders and Methods for Correcting Them]. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*, 1999, vol. 2, no. 4, pp. 54–57.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z086

*Evgeniya N. Nikolaeva** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3874-8634>

*Ol'ga N. Kolosova*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6965-2600>

*Vilyuya A. Alekseeva** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9425-3062>

*Alla B. Gur'eva** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2398-0542>

*M.K. Ammosov North-Eastern Federal University
(Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation)

**Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Centre
“The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”
(Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation)

HEART RATE REGULATION IN ADOLESCENTS OF DIFFERENT ETHNIC GROUPS IN NORTHEAST RUSSIA

The climatic and geographical conditions of Russia's northeastern region form certain biological adaptation mechanisms in the population, contributing to the body's optimal functioning in this environment. In spite of the fact that the body's adaptation mechanisms to extreme conditions of Northeast Russia have been sufficiently studied, this issue remains relevant. The influence of negative factors during adolescence, when the body is extremely vulnerable, can disrupt the adaptation mechanisms and initiate pre-pathological and pathological processes. The function of the cardiovascular system is one of the main indicators that can be used to evaluate the body's adaptive mechanisms. Therefore, the **purpose** of this research was to study heart rhythm regulation mechanisms in adolescents (Russians and Yakuts) permanently living in Northeast Russia. **Materials and methods.** Heart rate variability (HRV) parameters were evaluated in adolescents (native Yakuts and second-generation Russian newcomers to Yakutsk) aged 14–15 years (mean age 14.34 ± 0.17 years) studying at the secondary schools of Yakutsk. **Results.** We found an increase in the share of the very low frequency spectrum in the total HRV spectrum in Russian girls and boys (48.8 and 47.5 %, respectively) and in Yakut boys (47.9 %), which indicates an increased activity of neurohumoral regulation of metabolic processes in adolescents due to the extreme climatic and geographical conditions. Moreover, some ethnic features of heart rate regulation were identified. Unlike their Russian peers, Yakut adolescents showed statistically significant sex-related differences in HRV ($p < 0.01$): in boys the autonomic balance is shifted towards the sympathetic division, the power of the high-frequency spectrum is decreased, and the stress index is increased. HRV spectral power parameters in the remaining groups correspond to the average age norm and indicate a favourable course of adaptation processes with a high level of the body's mobilization and restorative potential.

Keywords: heart rate variability, autonomic balance, heart regulation, 14–15-year-old adolescents, adaptation, extreme climatic and geographical conditions, Northeast Russia.

Поступила 24.05.2021

Принята 10.11.2021

Received 24 May 2021

Accepted 10 November 2021

Corresponding author: Evgeniya Nikolaeva, address: ul. Oyunskogo 27, Yakutsk, 677013, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation; e-mail: en.nikolaeva@mail.ru

For citation: Nikolaeva E.N., Kolosova O.N., Alekseeva V.A., Gur'eva A.B. Heart Rate Regulation in Adolescents of Different Ethnic Groups in Northeast Russia. *Journal of Medical and Biological Research*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 15–23. DOI: 10.37482/2687-1491-Z086