

УДК 612.062

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА И ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Мальцев В. П., Говорухина А. А., Мальков О. А.

*БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет», Сургут, ХМАО - Югра,
Россия*

E-mail: mal585@mail.ru

В статье рассматриваются различные подходы к оценке параметров variability сердечного ритма. Подтверждена значимость учета типа вегетативной регуляции при интерпретации показателей variability ритма сердца. Показано, что межполовые отличия в обследованной когорте характеризуются выраженным вагусным влиянием на ритм сердца у юношей, по сравнению с девушками. При этом достоверные различия определены лишь в группах студентов 1 курса. Установлены статистически значимые отличия по показателям variability сердечного ритма между группами студентов с различным типом вегетативной регуляции. Напряжением регуляторных процессов характеризуются 6 % обследованных студентов, у 16 % студентов определен выраженный парасимпатический сегментарный контроль variability сердечного ритма.

Ключевые слова: вегетативная регуляция, адаптация, variability сердечного ритма, студенты.

ВВЕДЕНИЕ

Высокие интеллектуальные и психоэмоциональные нагрузки сопровождаются целым рядом функциональных изменений со стороны нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других систем организма студентов, постоянно адаптирующихся к информационному стрессу, а также к новым социально-бытовым условиям [1, 2]. По мнению Казина Э. М. [3], если специфическая функциональная система не справляется со своей задачей, функциональная система обеспечения деятельности активизируется, при этом возрастают затраты функциональных резервов. Обладая различным адаптационным потенциалом, организм студентов по-разному реагирует на внешние воздействия и в итоге «цена» адаптации определяется состоянием регуляторных систем организма, в первую очередь – вегетативной регуляции.

Вариативность показателей кардиоритма выступает универсальным индикатором функционального состояния разноуровневых звеньев регуляторных систем организма человека, первыми активизирующимися и изменяющимися в процессе адаптации к воздействиям факторов окружающей среды. Диагностика и оценка variability сердечного ритма (ВРС) позволяет оперативно оценить вклад симпатических, парасимпатических нервных и нейрогуморальных звеньев в реализацию работы сердца [4–6]. Фоновая запись кардиоинтервалографии

позволяет сформировать комплексную оценку функционального состояния регуляторных систем организма.

В научной литературе накоплен обширный научный материал, характеризующий разные возможности применения анализа ВРС. В частности, достаточно широко изучены различные аспекты возрастной изменчивости ВРС, влияние пола [7], влияние на ВРС когнитивных [8] и физических нагрузок разного характера и интенсивности [9, 10], показана взаимосвязь с конституциональными и антропометрическими показателями [11], выраженность ВРС при различных нозологиях [6] и др.

Все большее число авторов [12–14] склоняется к необходимости учета типа вегетативной регуляции при анализе и интерпретации показателей ВРС. При этом на сегодняшний день имеется несколько подходов в дифференциации типов нейровегетативной регуляции. Согласно классическим представлениям Баевского Р. М. [5] в основу типизации положены показатели временного анализа ВРС – средняя продолжительность RR-интервалов RRNN (мс) и расчетного критерия индекса напряжения – ИН (усл. ед.). При этом Спицин А. П. [12] указывает диапазон в 700–900 мс условно нормотонического типа регуляции, выше – преобладание парасимпатического влияние, ниже – симпатического. Аверьянова И. А. и Максимов А. Л. [13] для типизации вегетативной регуляции используют такие показатели ВРС, как вариационный размах $MxDMn$ (мс), индекс напряжения SI (усл. ед.) и общую мощность спектра TP (мс²). На наш взгляд, диапазон нормированных значений для эйтонии по одним показателям выбран достаточно широким, а по другим – ниже нормативов общепринятых стандартов. Полученные нами результаты не согласуются с коридорами нормотонического типа, предложенными Аверьяновой И. А. и Максимовым А. Л. [13].

Особого внимания в определении исходного вегетативного тонуса заслуживает подход, предложенный Шлык Н. И. [14]. Он основан на учете двух показателей: индекса напряжения SI (усл. ед.) и очень низкочастотного диапазона спектра ВРС – VLF (мс²). Их анализ, при контроле общей мощности спектра (TP), позволяет дифференцировать 4 типа вегетативной регуляции: 1 тип характеризует умеренное преобладание центрального контура регуляции, 2 тип – выраженное преобладание центрального контура регуляции, 3 тип – умеренное преобладание автономного контура, четыре тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции кардиоритма [14]. Очевидно, что установление типа вегетативной регуляции крайне актуально для оценки параметров ВРС, выбора типа и интенсивности нагрузки. Кроме того – особенности вегетативного обеспечения системы кровообращения можно рассматривать как генетический фактор риска развития патологии сердечно-сосудистой системы [14].

В связи с этим *целью* настоящей работы было выявление особенностей вариабельности сердечного ритма студентов в зависимости от пола и типа вегетативной регуляции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследование выполнено на базе научно-исследовательской лаборатории «Биологические основы безопасности образовательного пространства» Сургутского

государственного педагогического университета, г. Сургут. Территории, приравненной к условиям Крайнего севера. Всего обследовано 429 студентов 1–4 курсов в возрасте 17–21 года. Для анализа показателей ВРС группы студентов были разделены с учетом пола и курса обучения. Для анализа показателей группы делились с учетом пола и курса обучения, в виду отсутствия межполовых различий в показателях ВРС у студентов 2–4 курсов сравнивались показатели девушек 1 курса ($n=144$) с юношами 1 курса ($n=41$), а также девушки 2–4 курсов ($n=210$) с юношами 2–4 курса ($n=34$). Вся выборка была дифференцирована на 4 группы на основе классификации типов вегетативной регуляции по Шлык Н. И. [14].

В исследование были включены только те девушки, которые находилась в фолликулиновой фазе менструального цикла. Обязательным условием включения в исследование явилось добровольное письменное информированное согласие.

Запись показателей кардиоинтервалографии проводилась в стандартизированных условиях в положении лежа на спине (5 мин.), при спокойном дыхании, во втором стандартном отведении. Из анализа исключены записи ВРС отличные от синусного ритма.

В анализ включали следующие показатели ВРС: RRNN – средняя продолжительность RR-интервалов, SDNN – среднеквадратичное отклонение последовательных RR-интервалов, RMSSD – стандартное отклонение разности последовательных RR-интервалов, AMo – амплитуда моды, SI – индекс напряжения; и спектрального анализа ВРС: TP – общая мощность спектра, HF – мощности в высокочастотном (0,16–0,4 Гц), LF – низкочастотном (0,05–0,15 Гц) и VLF – очень низкочастотном (<0,05 Гц) диапазонах, LF/HF – индекс симпатопарасимпатического баланса.

Результаты обрабатывали с помощью программы STATISTICA 7.0. В виду отсутствия нормальности распределения (тест Шапиро-Уилка) некоторых показателей данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха 25 и 75 перцентилей (Q_{25} – Q_{75}). Анализ различий проводили с помощью непараметрического U – Манна-Уитни, путем попарного сравнения исследуемых групп. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщенные показатели ВРС обследованных студентов с учетом дифференциации по полу представлены в таблице 1.

Установлено, что большинство из них характеризовались удовлетворительным функциональным состоянием нейровегетативной регуляции вне зависимости от пола и курса обучения. Об оптимальном состоянии нейровегетативной регуляции свидетельствует длительность кардиоциклов (RRNN), что в среднегрупповом выражении соответствует условной нормотонии (700–900 мс). Показатели, отражающие суммарное влияние регуляторных уровней: SDNN и TP, в целом соответствуют возрастным нормативам (40–80 мс и 2500–4500 мс² соответственно). Медиальные значения обследованных отражают преобладание вагусного контроля в регуляции ритма сердца, что находит свое отражение в значениях временных (RMSSD) и спектральных показателей (HF) вариабельности сердечного ритма

соответствующие или превышающие средние нормативных значений (20–50 мс для RMSSD и 15–25 % от суммарной мощности спектра для HF).

Таблица 1
Показатели вариабельности кардиоритма у студентов разного пола и
возраста, Me (Q₂₅ - Q₇₅)

Показатели, (ед. изм.)	Девушки, 1 курс (n=144)	Юноши, 1 курс (n=41)	Девушки, 2-4 курсы (n=210)	Юноши, 2-4 курсы (n=34)
RRNN, (мс)	778,0* (728,5-862,5)	892,0 (795,0-1026,0)	817,0* (746,0-895,0)	870,0 (812,0-937,0)
SD-NN, (мс)	51,0* (37,0-74,0)	72,0 (49,0-90,0)	55,0* (41,0-71,0)	66,0 (47,0-80,0)
RMS-SD, (мс)	45,5* (32,5-77,5)	72,0 (38,0-100,0)	51,5 (34,0-74,0)	58,5 (42,0-80,0)
A-Mo, (%)	38,9* (30,3-47,9)	28,7 (24,0-39,8)	37,1* (30,5-47,3)	31,8 (25,2-39,0)
SI, (_усл. ед.)	89,1* (43,2-161,7)	44,2 (22,7-86,0)	75,8* (45,3-130,6)	48,6 (32,3-89,4)
TP, (м_с ²)	2449,0 * (1289,0-4890,5)	5053,0 (2309,0-7534,0)	2797,0* (1522,0-4608,0)	4151,5 (2063,0-5932,0)
H_F, (мс ²)	914,5* (360,5-2225,0)	2053,0 (571,0-3956,0)	984,5 (410,0-2025,0)	1417,5 (727,0-2183,0)
L_F, (мс ²)	648,5 * (415,5-1177,0)	1333,0 (680,0-2090,0)	687,0* (387,0-1145,0)	1195,0 (616,0-1855,0)
V_LF, (мс ²)	730,5* (417,0-1285,5)	1262,0 (681,0-2178,0)	870,5 (497,0-1381,0)	1106,5 (577,0-1962,0)
LF/HF, (усл. ед.)	0,76 (0,50-1,41)	0,71 (0,42-1,74)	0,70 (0,43-1,23)	1,00 (0,64-1,33)

Примечание: * – достоверные различия между девушками и юношами 1 курса (p<0,05).

Значения показателя A-Mo, характеризующего стабильность ритма и индекса напряжения (SI), характеризующего центральный контур симпатической регуляции, а также параметр баланса LF/HF были ниже нормативных значений. Относительный вклад VLF-компонента в регуляторную составляющую спектра ВРС составляет в среднем 25–35 %.

Характеризуя межполовые особенности нейровегетативной регуляции студентов, следует отметить, что у обследованных юношей (вне зависимости от курса обучения) большинство показателей ВРС статистически значимо превышали значения аналогичных показателей у девушек (RRNN, SDNN, RMSSD, TP, LF). Полученные результаты отражают более выраженное вагусное влияние на ритм сердца у юношей, что находит свое отражение в превалировании показателей RMSSD на 16–36 % и высокочастотных дыхательных волн в ритме сердца в 1,5–2

раза. Индекс напряжения был ниже у юношей (в среднем в 1,5–2 раза по сравнению с девушками), наряду с этим стоит отметить, что кардиоинтервалы юношей более вариативны: АМо на 14–25% ниже аналогичных средних значений девушек. Общая вариабельность, выраженная в показателях SDNN юношей в среднем на 20–40 % и TP на 1,5–2 раза выше аналогичных показателей девушек.

В целом полученные нами данные согласуются с общемировыми научными [7] и региональными результатами [15] о половых различиях в вегетативном контроле сердечной деятельности. Так, в частности, метаанализ научных публикаций по данной тематике представленных в международной базе данных PubMed, проведенный Koenig J. [7], позволил проанализировать данные 172 работ с общей выборкой порядка 65 тыс. обследованных. Ученые констатировали значимо более низкие средние показатели средней продолжительности RR-интервалов и – среднеквадратичное отклонение последовательных RR-интервалов (SDNN) у девушек. В спектральном диапазоне авторы констатируют у лиц женского пола меньшую общую мощность спектра (TP), а также превалирование дыхательных волн (HF) над низкочастотными (LF).

Гаврилова И. Н. в своей работе анализируя возрастную изменчивость показателей ВРС студентов, отмечает снижение спектральных характеристик ВРС (на уровне тенденции) с увеличением курса обучения [1], что в целом согласуется с нашими данными. Также автор [1] констатирует превалирование высокочастотного диапазона волн и низкий вклад гуморально-метаболического компонента в спектре ВРС обследованных студентов педагогического вуза.

Анализ распределения по типам вегетативной регуляции показал, что большинство обследованных студентов относятся к генетически обусловленным типам с умеренным выражением сегментарного (48 %) и надсегментарного (30 %) контура регуляции (табл. 2). Наименее неблагоприятный тип – с преобладанием центрального контура регуляции встречался не более чем у 6 % от общего числа обследованных. Порядка 16 % от выборки характеризуются выраженным сегментарно-обусловленным вагусным влиянием на ритм сердца.

Следует отметить, что у студентов с преобладанием надсегментарного контура регуляции выражен симпатoadреналовый тонус в нейровегетативной регуляции кардиоритма, особенно у обследованных со вторым средовообусловленным типом регуляции ВРС. Выявленные особенности находят свое отражение в статистически значимо больших ($p < 0,01$) показателях индекса напряжения (SI) и АМо: у первого типа примерно в 2,5 раза и 1,5 раза соответственно; у второго – примерно в 3,5 раза и 2 раза соответственно по сравнению с медиальными показателями студентов с третьим типом регуляции.

Установлено, что показатели, характеризующие суммарное влияние регуляторных уровней, у студентов, относящихся к первому и второму типам, было ниже нормативных значений: SDNN и TP (40–80 мс и 2500–4500 мс² соответственно) и статистически меньше групп обследования с сегментарными контурами регуляции третьего и четвертого типов. Особое внимание следует уделить низким спектральным характеристикам обследованных второго типа нейровегетативной регуляции, что по мнению Шлык Н. И. [14] и Спицына А. П.

[12] определяет напряжение вазомоторного центра ствола мозга и возрастание модулирующих надсегментарных влияние на кардиоритм. При длительной реализации подобного механизма регуляции возможны структурные дисфункции электрической составляющей сердечной мышцы. В то же время отсутствие выраженного увеличения мощности очень низкочастотного компонента (VLF) в структуре спектра ритма обследованных первого и второго типов регуляции указывает на отсутствие стресс-индуцирующего влияния на ВРС.

Таблица 2
Показатели вариабельности кардиоритма у студентов с разным типом вегетативной регуляции, Me (Q₂₅ - Q₇₅)

Показатели (ед. изм.)	1 тип (n=131)	2 тип (n=25)	3 тип (n=204)	4 тип (n=69)
RRNN (мс)	745,0* (702,0-795,0)	667,0 (631,0-736,0)	841,5*▲■ (784,5-895,0)	965,0▲■ (886,0-1058,0)
SD-NN (мс)	37,0* (34,0-43,0)	23,0 (21,0-28,0)	62,0*▲■ (54,0-72,5)	99,0 ▲■ (92,0-120,0)
RMS-SD (мс)	30,0* (24,0-37,0)	17,0 (13,0-24,0)	61,0*▲■ (38,5-75,0)	111,0▲■ (93,0-152,0)
A-Mo (%)	48,3* (43,9-55,3)	67,2 (57,6-74,0)	32,9*▲■ (29,4-37,3)	21,5▲■ (18,8-24,5)
SI (усл. ед.)	152,7* (125,5-204,9)	404,5 (256,4-676,7)	58,4*▲■ (43,4-76,1)	21,8▲■ (16,1-26,5)
TP (м·с ²)	1295,0 * (1070,0-1738,0)	486 (381,0-706,0)	3651,0*▲■ (2722,0-4850,0)	8884,0▲■ (7303,0-13402,0)
H_F, (мс ²)	359,0 * (229,0-531,0)	109,0 (71,0-216,0)	1445,0*▲■ (865,0-2179,0)	4275,0▲■ (3046,0-6630,0)
L_F, (мс ²)	401,0 * (285,0-529,0)	192,0 (126,0-247,0)	955,0 *▲■ (673,0-1325,0)	1935,0▲■ (1439,0-3159,0)
V_LF, (мс ²)	496,0* (376,0-687,0)	184,0 (129,0-208,0)	1060,0 *▲■ (735,0-1527,0)	1965,0▲■ (1336,0-2981,0)
LF/HF (усл. ед.)	1,08* (0,72-1,85)	1,42 (0,66-2,83)	0,64*▲■ (0,43-1,08)	0,47▲■ (0,27-0,71)

Примечание: * – достоверные различия между группами 1 и 2, 3 и 4 (p<0,01); ▲ – достоверные различия между группами 1 и 3, 1 и 4 (p<0,01); * – достоверные различия между группами 1 и 2, 3 и 4 (p<0,01); ■ – достоверные различия между группами 2 и 3, 2 и 4 (p<0,01).

Обобщая полученные результаты, можно охарактеризовать первый и третий типы вегетативной регуляции как условно нормотонические, но реализуемые за

счет разных механизмов регуляции. Второй тип – выраженный симпатикотонический и четвертый тип – выраженный парасимпатикотонический.

Важно отметить, что нормотонический тип вегетативной регуляции характеризует оптимальный вегетативный гомеостаз, удовлетворительную мобилизацию энергетических ресурсов организма в ответ на запросы факторов окружающей среды [5]. Чрезмерное симпатoadреналовое обеспечение регуляторных процессов значительно мобилизует затраты энергетических резервов, существенно увеличивает цену адаптации и приводит к напряжению регуляции. Среди лиц с четвертым типом вегетативной регуляции важно особе внимание уделять показателям, свидетельствующим о высокой выраженности ваготонического обеспечения. В отсутствие артефактов и аритмической работы синусного узла чрезмерная активация высокочастотного диапазона и общей спектральной мощности может свидетельствовать о выраженной аккумуляции энергетических резервов и неадекватном их расходовании в условиях повышенной средовой нагрузки на организм. Это приводит к росту энтропии биологической системы, выраженной в неспособности к оптимальной мобилизации, снижению метаболических процессов и когнитивных функций [5, 14], столь важных на этапе активной социализации и формирования профессиональной компетенции бедующих специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная оценка функционального состояния регуляторных систем организма по показателям кардиоритма студентов педагогического вуза Северного региона позволила констатировать оптимальный уровень нейровегетативного обеспечения обследованных. На уровне статистической значимости у студентов первого курса и на уровне тенденции на других курсах обучения выявлены межполовые различия в статистических и спектральных показателях variability ритма сердца, характеризующие преобладание парасимпатического контура регуляции - ваготонию покоя у юношей по сравнению с девушками.

Дифференциация когорты обследования по типам вегетативной регуляции по авторской методике Шлык Н. И., позволила выделить крайние средовообусловленные типы. Для 6 % обследованных студентов было установлено напряжение регуляторных процессов, выраженное в статистически значимом надсегментарном симпатoadреналовом обеспечении кардиоритма. Для 16 % когорты обследования свойственен выраженный вагусный контроль variability ритма сердца, что может отражать сниженную мобилизационную активность, в том числе - в обеспечении когнитивной деятельности студента.

Дифференциация на типы нейровегетативной регуляции ВРС позволяет более объективно выявлять группы риска среди обучающихся и реализовывать персонифицированные подходы здоровьесберегающей педагогики.

Список литературы

1. Гаврилова И. Н. Особенности функционального состояния организма студенток в процессе учебной деятельности / И. Н. Гаврилова // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2014. – № 4 (14). – С. 223–226.
2. Макарова Н. В. Сравнительная оценка variability ритма сердца студентов основной медицинской группы в условиях относительного покоя / Н. В. Макарова, Н. А. Лифанов, В. А. Колупаев // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2021. – № 1(191). – С. 205–211.
3. Казин Э. М. Особенности психофизиологической адаптации студентов факультета физической культуры, специализирующихся в разных видах спорта, к условиям обучения в вузе / Э. М. Казин, Л. А. Варич // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 77–81.
4. Никулина А. В. Изменчивость variability сердечного ритма как отражение реализации физиологических механизмов адаптации организма / А. В. Никулина, В. А. Козлов, А. А. Шуканов // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 14–20. DOI: 10.14529/hsm170402
5. Баевский Р. М. Оценка адаптационного риска в системе индивидуального донологического контроля / Р. М. Баевский, А. Г. Черникова // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2014. – Т. 100, № 10. – С. 1180–1194.
6. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system / J. Sztajzel // Swiss Med Wkly. – 2004. – Vol. 134(35-36). – P. 514–522.
7. Koenig J. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis / J. Koenig, J. F. Thayer // Neuroscience and biobehavioral reviews. – 2016. – Vol. 64. – P. 288–310. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.03.007.
8. Аричибасова Е. А. Корреляционные особенности показателей variability ритма сердца при различных вариантах когнитивной нагрузки у студентов / Е. А. Аричибасова, В. Ю. Куликов, М. И. Воевода // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – Т. 12, № 2 (114). – С. 150–155.
9. Bellenger C. R. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis / C. R. Bellenger, J. T. Fuller, R. L. Thomson [et al.] // Sports medicine (Auckland, N.Z.). – 2016. – Vol. 46(10). – P. 1461–1486. doi.org/10.1007/s40279-016-0484-2
10. Лебедев Е. С. Управление тренировочным процессом и прогнозирование спортивных результатов у биатлонисток по данным анализа variability сердечного ритма / Е. С. Лебедев, Н. И. Шлык // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI Всерос. симп., 2016. – С. 163–166.
11. Tebar W. R. Relationship of Cardiac Autonomic Modulation with Cardiovascular Parameters in Adults, According to Body Mass Index and Physical Activity / W. R. Tebar, R. M. Ritti-Dias, J. Mota [et al.] // Journal of cardiovascular translational research. – 2021. – Vol. 14(5). – P. 975–983. doi.org/10.1007/s12265-021-10101-3
12. 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.
13. Аверьянова И. В. Особенности сердечно-сосудистой системы и variability кардиоритма у юношей Магаданской области с различными типами гемодинамики / И. В. Аверьянова, А. Л. Максимов // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 3. – С. 132–149.
14. Шлык Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 5–15.
15. Шаламова Е. Ю. Межполовые отличия вегетативной регуляции сердечного ритма у молодых людей, проживающих в условиях среднего Приобья / Е. Ю. Шаламова, В. Р. Сафонова, О. Н. Рагозин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2016. – № 1. – С. 101–110.

PECULIARITIES OF STUDENTS' HEART RATE VARIABILITY DEPENDING ON GENDER AND TYPE OF VEGETATIVE REGULATION

Maltsev V. P., Govorukhina A.A., Malkov O.A.

*Surgut State Pedagogical University, Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Area - Ugra, Russia
E-mail: mal585@mail.ru*

Students are a special group of the population. They experience high intellectual and emotional stress and adapt to information stress. Each organism has a different adaptation potential, which determines a different response to external influences.

The efficiency of students' body adaptation is determined by the state of the body's regulatory systems, first of all, vegetative regulation. Heart rate variability (HRV) is an indicator of functional state of human organism.

Modern studies state the necessity of taking into account the type of vegetative regulation when analyzing and interpreting HRV indices.

There were 429 students aged 17–21 years old studying in the 1st-4th courses. The students were studying at Surgut State Pedagogical University and lived in the territory equated to the conditions of the Far North. The groups were divided according to gender, course of study, and type of autonomic regulation.

The survey was conducted on a voluntary basis. HRV recordings were made by the standard method in the supine position (5 min), with calm breathing. HRV records other than sinus rhythm were excluded from the analysis.

The obtained results make it plausible to speculate that the examined students were characterized by satisfactory functional state of the neurovegetative regulation. Indexes of cardiac cycle duration (RRNN) correspond to conditional normotony (700–900 ms); SDNN and TR correspond to age norms. The mean values of the examined persons reflect the prevalence of the parasympathetic control in heart rhythm regulation according to RMSSD and HF indices. Sympathetic regulation indices: AMo and SI are lower than the normative values. Intersex differences in statistical and spectral HRV indices were revealed. The prevalence of the parasympathetic regulation circuit was noted in young men in comparison with girls. Significant differences were noted in the groups of 1st year students. Significant differences in HRV indices between the groups of students with different types of vegetative regulation according to the author's method by Shlyk N. I. were found. The tension of regulatory processes was revealed in 6 % of students, which is expressed in statistically significant suprasedgmental sympathoadrenal VRS and tension of brain stem vasomotor center. A pronounced parasympathetic control of HRV is characteristic for 16 % of students, which may reflect reduced mobilization activity.

The implementation of differentiation approach on the types of neurovegetative regulation of HRV allows to identify objectively risk groups among students and implement the principles of health-saving pedagogy.

Keywords: autonomic regulation, adaptation, heart rate variability, students.

References

1. Gavrilova I. N. Osobennosti funktsional'nogo sostoyaniya organizma studentok v processe uchebnoj deyatel'nosti, *Vektory blagopoluchiya: ekonomika i socium*, **4 (14)**, 223 (2014).
2. Makarova N. V., Lifanov N. A., Kolupaev V. A. Sravnitel'naya ocenka variabel'nosti ritma serdca studentov osnovnoj medicinskoj grupy v usloviyah otnositel'nogo pokoya, *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta.*, **1(191)**, 205 (2021).
3. Kazin E. M., Varich L. A. Osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii studentov fakul'teta fizicheskoy kul'tury, specializiruyushchihya v raznyh vidah sporta, k usloviyam obucheniya v vuze, *Fiziologiya cheloveka*, **31(1)**, 77 (2005).
4. Nikulina A. V., Kozlov V. A., Shukanov A. A. Izmenchivost' variabel'nosti serdechnogo ritma kak otrazhenie realizacii fiziologicheskikh mekhanizmov adaptacii organizma, *Chelovek. Sport. Medicina*, **17(4)**, 14 (2017).
5. Baevskij R. M., Chernikova A. G. Ocenka adaptacionnogo riska v sisteme individual'nogo donozologicheskogo kontrolya, *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova*, **100(10)**, 1180 (2014).
6. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system, *Swiss Med Wkly*, **134(35-36)**, 514 (2004).
7. Koenig J., Thayer J. F. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis, *Neuroscience and biobehavioral reviews*, **64**, 288 (2016).
8. Arichibasova E. A., Kulikov V. Yu., Voevoda M. I. Korrelyacionnye osobennosti pokazatelej variabel'nosti ritma serdca pri razlichnyh variantah kognitivnoj nagruzki u studentov, *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, **12, 2 (114)**, 150 (2021).
9. Bellenger C. R., Fuller J. T., Thomson R. L., Davison K., Robertson E. Y., & Buckley J. D. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports medicine (Auckland, N. Z.)*, **46(10)**, 1461 (2016).
10. Lebedev E. S., Shlyk N. I. Upravlenie trenirovochnym processom i prognozirovanie sportivnyh rezul'tatov u biatlonistok po dannym analiza variabel'nosti serdechnogo ritma, *Ritm serdca i tip vegetativnoj regulyacii v ocenke urovnya zdorov'ya naseleniya i funktsional'noj podgotovlennosti sportsmenov: materialy VI Vseros. simp.*, 163 (2016).
11. Tebar W. R., Ritti-Dias R. M., Mota J., Saraiva B., Damato T. M., Delfino L. D., Farah B. Q., Vanderlei L., Christofaro D. Relationship of Cardiac Autonomic Modulation with Cardiovascular Parameters in Adults, According to Body Mass Index and Physical Activity, *Journal of cardiovascular translational research*, **14(5)**, 975 (2021).
12. Spicin A. P. Osobennosti struktury serdechnogo ritma u lic molodogo vozrasta v zavisimosti ot dominiruyushchego tipa vegetativnoj nervnoj sistemy, *Kurskij nauchno - prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*, **3**, 113 (2017).
13. Aver'yanova I. V., Maksimov A. L. Osobennosti serdechno-sosudistoj sistemy i variabel'nosti kardioritma u yunoshej Magadanskoj oblasti s razlichnymi tipami gemodinamiki, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, **3**, 132 (2017).
14. Shlyk N. I. Ekspress-ocenka funktsional'noj gotovnosti organizma sportsmenov k trenirovochnoj i sorevnovatel'noj deyatel'nosti (po dannym analiza variabel'nosti serdechnogo ritma), *Nauka i sport: sovremennye tendencii*, **9(4)**, 5 (2015).
15. Shalamova E. Yu., Safonova V. R., Ragozin O. N. Mezhpолоvye otlichiya vegetativnoj regulyacii serdechnogo ritma u molodyh lyudej, prozhivayushchih v usloviyah srednego Priob'ya, *Ul'yanovskij mediko - biologicheskij zhurnal*, **1**, 101 (2016).