

С.Ф. Лукина, И.С. Чуб, А.П. Борейко

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ У СТУДЕНТОВ СЕВЕРНОГО ВУЗА

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Российская Федерация

S.F. Lukina, I.S. Chub, A.P. Borejko

FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RATE IN THE PROCESS OF SOLVING THE PROGNOSTIC PROBLEM IN STUDENTS OF NORTHERN HIGH SCHOOL

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

Резюме. Вариабельность ритма сердца — метод исследования системы нейрогуморальной регуляции, оценки текущего функционального состояния с учетом результатов функциональных проб и адаптации организма. **Цель работы:** изучение годовой динамики особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов при когнитивной нагрузке. **Объекты и методы исследования.** Проведено лонгитюдное исследование студентов в возрасте 19–21 года. Производилась регистрация электрокардиограммы в покое и при когнитивной нагрузке. Определение когнитивных функций мозга производилось по методике Н.А. Рябчиковой. Математический анализ осуществлялся средствами SPSS (Windows) v. 14.0. **Результаты.** Временные и спектральные составляющие ВСР у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности достоверно различаются в покое и при когнитивной нагрузке в 2011 и 2012 годах. Годовая динамика значений RRNN и SDNN выявила усиление парасимпатических влияний. При когнитивной нагрузке в 2012 году снизилась общая мощность спектра и частотные составляющие сердечного ритма. Отмечается активация симпатико-адреналовой системы при когнитивной нагрузке. Динамика показателей мощности ВСР во время кратковременного стресс-фактора, свидетельствует о снижении адаптационных резервов организма. К старшим курсам увеличивается количество студентов с ваготоническим типом регуляции ритма сердца, что говорит о завершении периода адаптации. **Выводы:** 1. Анализ показателей КРГ у студентов ИЕНБ и ИФКСЗ не обнаружил достоверных различий, это позволяет рассматривать исследуемых как единую выборку. Распределение студентов по вегетативным типам: нормотония у 10%, симпатотония у 40% и ваготония у 50% студентов. 2. Установлены различия во временных и спектральных характеристиках ВСР у студентов в фоне и при когнитивной нагрузке. 3. Годовая динамика показателей сердечного ритма маловариабельна у студентов с нормо-

Abstract. Heart rhythm variability is a method of studying the system of neurohumoral regulation, evaluation of the current functional state taking into account the results of functional tests and adaptation of the body. **The aim of the work** is to study the annual dynamics of the vegetative regulation of heart rate in students under cognitive load. **Objects and methods of research.** A longitudinal study of students aged 19–21 years. The electrocardiogram was recorded at rest and under cognitive load. Definition of cognitive functions was carried out according to method N. Ryabchikova. Mathematical analysis was carried out by means of SPSS (Windows) V. 14.0. **Results.** Temporal and spectral components of HRV in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity significantly differ at rest and at cognitive load in 2011 and 2012. Annual dynamics of the RRNN and SDNN values showed increased parasympathetic effects. Under cognitive load, the total power of the spectrum and frequency components of the heart rate decreased in 2012. It is marked by activation of sympathetic-adrenal system at cognitive loading. Dynamics of HRV power indices during short-term stress-factor testifies to decrease of adaptive reserves of organism. The number of students with vagotonic type of heart rhythm regulation increases to senior courses, which indicates the completion of the adaptation period.

Summary:

1. Analysis of indicators of CWP students IENB and IFCSS did not find significant differences, this allows to consider the studied as a single sample. The distribution of students by vegetative types: normotoniya 10%, sympathotony 40% and vagotonia 50% of students.

2. Differences in temporal and spectral characteristics of HRV in students in the background and under cognitive load are established.

3. Annual dynamics of indicators of cardiac rhythm malwareburn students with normo - and vagotonic type of regulation. The annual dynamics of students with an increased tone of the sympathetic system are

и ваготоническим типом регуляции. Годовая динамика студентов с повышенным тонусом симпатической системы характеризуется значительными изменениями временных и спектральных показателей ВСП в покое и при когнитивной нагрузке.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, когнитивная нагрузка, симпатическая нервная система, адаптация

characterized by significant changes in the temporal and spectral parameters of HRV at rest and at cognitive load.

Keywords: heart rate variability, cognitive load, sympathetic nervous system, adaptation

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Борейко Анна Павловна
a.repina@narfu.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Anna P. Borejko
a.repina@narfu.ru

Дата поступления 09.04.2018

Received 09.04.2018

Образец цитирования:

Лукина С.Ф., Чуб И.С., Борейко А.П. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма в процессе решения прогностической задачи у студентов северного вуза. Вестник уральской медицинской академической науки. 2018, Том 15, №2, с. 184–196, DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-184-196

For citation:

Lukina S.F., Chub I.S., Borejko A.P. Features of Vegetative Regulation of Heart Rate in the Process of Solving the Prognostic Problem in Students of Northern High School. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2018, Vol. 15, no. 2, pp. 184–196. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-184-196 (In Russ)

Введение

Вариабельность ритма сердца — высокоэффективный метод исследования системы нейрогуморальной регуляции, оценки на этой основе текущего функционального состояния с учетом результатов функциональных проб и адаптационных резервов организма. Вывод о текущем функциональном состоянии организма основывается на значении общей спектральной мощности ВСП-показателя TP, отражающего вариативность сердечного ритма. Но хорошее функциональное состояние организма предполагает не только высокую вариативность ритма сердца, но и отсутствие признаков вегетативной дисфункции. Поэтому не менее важными показателями, являются индекс напряжения (ИН), характеризующий степень преобладания центрального контура регуляции сердечной деятельности над автономным; симпатико-парасимпатический баланс (вегетативный тонус) — отношение LF/HF; структура спектральной мощности (процентное соотношение показателей VLF, LF, HF).

При выраженной депрессии вегетативной регуляции любая значимая нагрузка на организм человека выводит системы регуляции в зону неустойчивости, то есть за пределы адаптационных возможностей. Чем выше вариабельность, тем устойчивей системы регуляции к воздействию внешних нагрузок. При резком снижении вариабельности, то есть при «вегетативной денервации» ухудшается качество регуляторных механизмов и, как следствие, повышается риск нарушений.

Во многих исследованиях доказано, что универсальным индикатором компенсаторно-приспособительной деятельности организма являются функциональные показатели сердечно-сосудистой системы, по которым можно прогнозировать не только ее функциональное состояние, но и дальнейшее развитие заболеваний [1]. Наиболее чувствительным индикатором адаптационно-приспособительной деятельности целостного организма является сердечно-сосудистая система — одно из звеньев, лимитирующих кислород-транспортную функцию в организме человека [2, 3, 4]. В случае дезадаптации главный удар приходится на сердечно-сосудистую систему, а метод регистрации вариабельности сердечного ритма (ВСП) позволяет выявить отклонения вегетативной регуляции ритма [3, 5] уже на этапе функциональных изменений.

Организм человека на Севере подвергается воздействию целого ряда неблагоприятных климатических факторов, и среди них низкая температура рассматривается как наиболее важный. Хорошо известным действием холода является повышение системного артериального давления, что может быть обусловлено не только спазмом периферических сосудов, но и увеличением сердечного выброса. К наиболее ранним реак-

циям на холод относится активация симпатoadреналовой системы. Выявлена также роль надпочечников и адаптивной реакции организма на действие холода. Известно, что на человека в условиях Севера оказывает влияние совокупное действие всех метеорологических элементов, не обычный ход периодических колебаний и абсолютных величин различных климатических факторов, а их частые, внезапные и резкие изменения [6].

Состояние адаптации можно охарактеризовать как процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем организма, обеспечивающий его сохранение, развитие, работоспособность, максимальную продолжительность жизни в адекватных и неадекватных условиях среды. Реакции организма, направленные на поддержание гомеостаза в экологических условиях жизни на Севере, регулируются, прежде всего, центральной нервной системой (ЦНС). В период полярной ночи субъективно угнетается психическое состояние [7, 6]. Приспособительный характер носят вегетативные сдвиги, которые определяются сезонными колебаниями. Для периода полярного дня характерно преобладание тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, в зимнее время отмечается постепенный переход к реакциям парасимпатического характера. Под влиянием света и темноты изменяется суточная ритмика секреции тропных гормонов гипофиза [8, 9, 6]. Таким образом, под влиянием экологических факторов Севера формируются определенные морфофункциональные особенности организма человека, которые представляют собой норму биологической реакции на окружающую среду.

В свете концепции Казначеева В.П. [10] о повышении роли сосудистого тонуса в обеспечении гомеостаза сердечно-сосудистой системы в условиях Севера интерес представляет изучение величины периферического сопротивления сосудов и среднединамического давления.

При исследовании динамики показателей деятельности сердечно-сосудистой системы у студентов в течение пятилетнего обучения в вузе были получены данные, которые позволяют предположить, что наиболее благоприятным и менее напряженным для студентов является обучение в 6–8 семестрах, когда наблюдается улучшение условий коронарного кровотока и в целом метаболизма миокарда, за счет увеличений ударного выброса и снижения частоты сердечных сокращений, что повышает толерантность организма к учебной нагрузке [11].

Изменения сердечной деятельности и артериально-го давления во время напряженной умственной работы зависит от многих факторов, в том числе от эмоционального состояния, реактивности нервной системы, исходного функционального состояния сердца и сосудов, а также от заинтересованности быстро

и правильно решать поставленные задачи, от степени их трудности и, особенно, от лимита времени. Изменения сердечной деятельности и системной гемодинамики являются не только показателями эмоционального стресса, но и следствием адаптационной перестройки системы кровообращения соответственно характеру умственной деятельности [12, 13, 14, 15, 16].

Студенты составляют особую социальную группу населения с повышенной степенью риска вследствие высокого и длительного психоэмоционального напряжения [17, 18]. Состояние здоровья студентов отражает влияние целого комплекса факторов внешней и внутренней среды и является важным условием для усвоения учебных программ. Процесс приспособления студента к новым для него условиям микросоциальной среды сопровождается напряжением регуляторных систем, в первую очередь сердечно-сосудистой системы [17, 18, 19]. Период адаптации к режиму обучения в вузе у студентов довольно длительный и растягивается до двух лет. Этот период рассматривают как острую фазу адаптации, и поэтому студентов относят к группе риска по развитию невротических расстройств.

Вегетативная регуляция сердечного ритма интегративно отражает взаимодействие трех факторов, регулирующих сердечный ритм: рефлекторного симпатического, рефлекторного парасимпатического и гуморально-метаболического. Особого внимания заслуживает активация симпато-адреналовой системы и снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, связанные как с развитием общего адаптационного синдрома, так и со значительной структурной перестройкой миокарда, что обуславливает увеличение электрической нестабильности и склонность к возникновению фатальных нарушений сердечного ритма [5].

Вегетативные и гуморальные структуры выполняют интегративную роль в регуляции постоянства внутренней среды организма и адаптации его к меняющимся условиям существования [16]. Снижение показателей variability сердечного ритма (ВСР) свидетельствует о нарушении вегетативного контроля сердечной деятельности и неблагоприятно для прогноза. Наиболее высокие показатели ВСР регистрируются у здоровых лиц молодого возраста, спортсменов, промежуточные — у больных с различными органическими заболеваниями сердца, в том числе с желудочковыми нарушениями ритма, самые низкие — у лиц, перенесших эпизоды фибрилляции желудочков [5, 20].

Анализируя ВСР, возможно оценить не только функциональное состояние организма, но и следить за его динамикой, вплоть до патологических состояний с резким снижением ВСР и высокой вероятностью смерти [5, 20, 21].

Прогностическая значимость ВСР сама по себе весьма умеренна, однако в сочетании с другими методами она становится еще более весомой в клинически важном диапазоне чувствительности (25–75%) в отношении сердечной смертности и нарушений ритма. Необходимо подчеркнуть, что ВСР является конечным звеном не только нервной, но и гуморальной регуляции, поэтому, изучая закономерности изменения ВСР, можно сказать о состоянии систем регуляции организма в целом.

Цель работы — изучение годовой динамики особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов при когнитивной нагрузке.

В соответствии с актуальностью, целью работы стало изучение годовой динамики особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов при когнитивной нагрузке.

Задачи

1. Определить показатели ВСР у студентов мужского пола естественнонаучных специальностей (Института естественных наук и биомедицины, ИЕНБ) и спортивного профиля (Институт физической культуры, спорта и здоровья, ИФКСЗ) в различных состояниях.

2. Исследовать реактивность вегетативного обеспечения ритма сердца при выполнении когнитивной нагрузки.

3. Выявить динамику показателей вегетативного обеспечения ритма сердца у студентов мужского пола ИЕНБ и ИФКСЗ в состоянии спокойного бодрствования и при выполнении когнитивной нагрузки.

Объекты и методы исследования

В исследовании принимали участие 20 студентов мужского пола 2–3 курсов САФУ: 10 юношей Института естественных наук и биомедицины и 10 юношей Института физической культуры, спорта и здоровья. Возрастной интервал составил от 19 до 21 года. Лонгитюдинальное исследование проведено вне периода сессии в 2011–2012 годах. Все студенты на момент обследования были здоровы, на учете у кардиолога не состояли, обострений хронических заболеваний не наблюдалось. Первое исследование функционального состояния студентов при когнитивной нагрузке проводилось весной в 2011 года, второе исследование осуществлялось год спустя – весной 2012 года.

Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) производилась с помощью аппаратно-программного комплекса «ВНС-спектр» («Нейрософт», Иваново, Россия). В качестве фактора, вызывающего умственное напряжение, студентам предлагалось решить когнитивные задачи. Запись ЭКГ у испытуемых проводилась в следующих состояниях: в положении сидя в спокойном состоянии перед началом выполнения задания (фо-

новая проба); во время выполнения умственной (когнитивная проба) задачи; и в состоянии покоя (восстановление). Отметим, что все записи и оценка показателей вариабельности ритма сердечной деятельности (ВСР), используемые в компьютерном сопровождении «ВНС-спектра», выполнены в соответствии с международным стандартом, предложенным Североамериканским обществом электрофизиологов и Европейским обществом кардиологов в 1996 году.

Для определения когнитивных функций мозга, связанных с процессом обучения, памятью, способностью воспринимать информацию и воспроизводить поступившую информацию у 20 обследованных нами студентов, производилось психологическое тестирование по методике предсказания последовательностей элементов, разработанный д.б.н. Рябчиковой Н.А. (2004) [22]. Как отдельная психологическая методика эта программа предназначена для исследования особенностей прогностической деятельности с учетом уровня развития внимания, памяти и мышления человека.

Математический анализ осуществлялся средствами SPSS (Windows) v. 14.0 и включал в себя описательную непараметрическую статистику (Me и в качестве меры размаха — перцентили (25–75)), ранговый анализ различий между переменными (U-тест, Mann-Whitney). Сравнение независимых выборок по критерию Mann-Whitney, зависимых — по Wilcoxon (в различных вариантах нагрузок, годовая динамика). Использование непараметрических средств обработки позволяет оперировать небольшим количеством данных при сохранении валидности оценки. Различия между переменными считались достоверными при значении $p \leq 0,05$.

Оценка наличия и качества связи между рассматриваемыми признаками проводилась с помощью корреляционного анализа (Spearman) [23, 24].

Результаты исследований

Анализ показателей ВСР у студентов естественнонаучных и спортсменов не обнаружил достоверных различий, что позволяет нам рассматривать обследованных как единую выборку. Известно, что баланс разных отделов автономной (вегетативной) нервной системы определяет реактивность целостного организма и является своего рода адаптивной модификацией, которая обеспечивает оптимальную приспособленность к факторам среды. Интегральным показателем, характеризующим степень преобладания центрального контура регуляции сердечной деятельности над автономным является индекс напряжения (ИН). Значения ИН в пределах 90–150 усл. ед. свидетельствуют о нормотонии, ИН больше 150 — повышенный тонус симпатической системы, меньше 90 — парасимпатической. Для оценки степени адаптированности студентов к

процессу обучения все испытуемые были разделены на 3 группы, согласно значениям ИН. Распределение студентов по вегетативным типам регуляции представлено на рисунке 1.

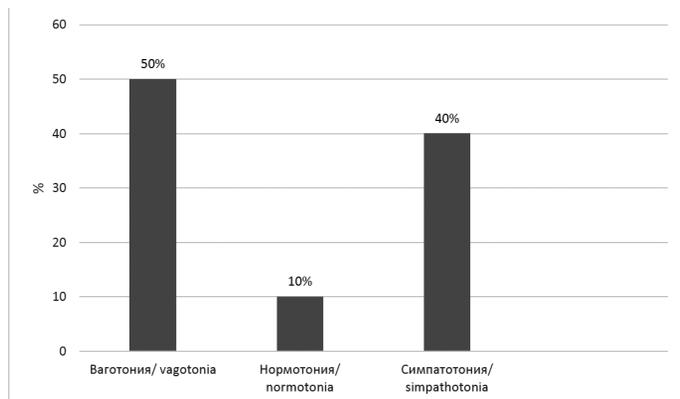


Рис. 1. Распределение студентов по типам регуляции ВНС

Fig. 1. Distribution of students by type of ANS regulation

У 50% обследованных студентов отмечается ваготонический тип регуляции ритма сердца — это позволяет предположить, что период адаптации закончен, и студенты больше не испытывают такого эмоционального напряжения, как на первом курсе. У 40% студентов отмечается перенапряжение системы регуляции сердечной деятельности, что может стать причиной сердечно-сосудистых заболеваний. Преобладание симпатического тонуса в регуляции сердечного ритма можно объяснить большой нагрузкой и сложной программой обучения.

Годовая динамика рассматриваемых показателей сердечного ритма маловариабельна у студентов с нормо- и ваготоническим типом регуляции. Студенты с повышенным тонусом симпатической системы характеризуются значительными изменениями временных и спектральных показателей ВСР (табл. 1).

В результате исследования выявились достоверные различия в годовой динамике по продолжительности сердечного цикла (RRNN) у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности во всех вариантах проб (рис. 2). Этот показатель отражает конечный результат многочисленных регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС) [5].

В 2011 году динамика данного показателя малоизменчива, и в состоянии восстановления после когнитивной нагрузки величина RR больше, чем в фоне — это говорит о том, что происходит полное восстановление функциональной системы после решения когнитивной задачи. В 2012 году динамика показателя RRNN также малоизменчива, и в периоде восстановления величина меньше, чем в фоне, то есть полного восстановления не достигается. При исследовании

выявились достоверные различия показателя RRNN между 2011 и 2012 учебными годами во всех вариантах проб ($p \leq 0,05$).

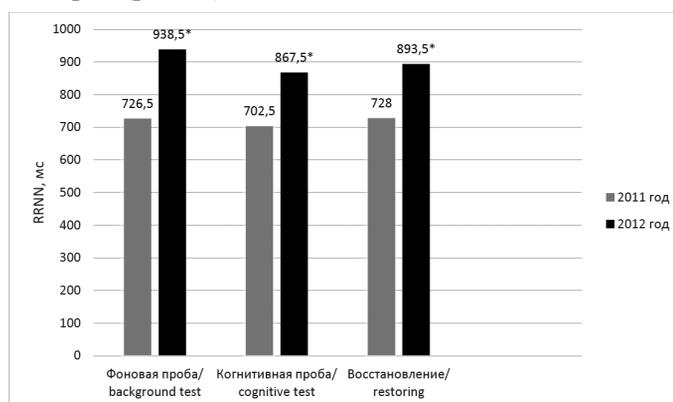


Рис. 2. Годовая динамика показателя RRNN у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 2. The annual dynamics of the indicator RRNN in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various versions of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$.

SDNN показывает стандартное отклонение величин нормальных R–R-интервалов. Этот показатель характеризует состояние механизмов регуляции и указывает на суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы [5]. Установлены достоверные различия в значениях SDNN между 2011 и 2012 учебными годами при фоновой пробе и при восстановлении ($p < 0,05$) (рис. 3).

Умственная нагрузка (когнитивная проба), как стрессорный фактор, вызывает у обследованных студентов в 2012 учебном году снижение стандартных отклонений величин нормальных интервалов RR (SDNN) (фон — 72,00 мс; когнитивная проба — 60,50 мс). Снижение значений SDNN не только указывает на усиление симпатической нервной регуляции, но и позволяет говорить о значительном напряжении регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что приводит к почти полному подавлению активности автономного контура регуляции сердечного ритма.

Динамика показателей временного анализа ВСР в 2012 году свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов в процессе выполнения умственной работы по сравнению с 2011 годом.

Результаты, полученные при сравнении данных по величинам SDNN, показывают, что в 2011 году медиана SDNN ниже, чем в 2012 году, во всех вариантах проб.

Годовая динамика показывает общее увеличение значений таких показателей временного анализа, как RRNN и SDNN, во всех вариантах проб и свидетельствует об ослаблении симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма и об усилении парасимпатических влияний.

Показатель степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (pNN50) отражает процент последовательных интервалов R–R, различие между которыми превышает 50 мс [5, 16]. Установлены достоверные различия в значениях pNN50 между 2011 и 2012 учебным годом во всех вариантах проб ($p < 0,05$) (рис. 4).

Таблица 1
Динамика временных и спектральных характеристик сердечного ритма у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности (25%/50%/75%)

Table 1
Dynamics of temporal and spectral characteristics of cardiac rhythm in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity (25%/50%/75%)

Показатель/ Index	I этап/I stage	II этап/II stage	PI-II*
ФОНОВАЯ ПРОБА/BACKGROUND SAMPLES			
RRNN, мс	681,00/ 726,50 /808,50	760,25/ 938,50 /1048,25	0,025
SDNN, мс	27,50/ 35,50 /37,00	53,75/ 72,00 /102,50	0,017
pNN50,%	0,36/ 1,89 /3,01	4,33/ 20,50 /37,36	0,036
TP, мс ²	894,66/ 1613,14 /1876,62	3148,91/ 5293,54 /10572,20	0,025
LF/HF	1,53/ 1,99 /4,69	0,96/ 2,01 /2,44	
Амо,%	51,94/ 53,75 /75,81	31,05/ 39,02 /54,05	0,025
ЧСС, уд.мин./ Heart rate	74,41/ 82,79 /88,40	58,98/ 64,74 /80,24	0,050
ИН, усл.ед./IN, conventional units	162,48/ 191,46 /293,65	29,58/ 39,74 /127,05	0,036
КОГНИТИВНАЯ ПРОБА/COGNITIVE TEST			
RRNN, мс	632,75/ 702,50 /752,00	704,00/ 867,50 /969,00	0,017
SDNN, мс	29,25/ 38,00 /61,75	43,75/ 60,50 /73,00	
pNN50,%	0,60/ 3,55 /5,814	3,56/ 15,15 /29,20	0,050
TP, мс ²	1119,19/ 1913,05 /5159,65	2139,46/ 4819,10 /5621,09	
LF/HF	3,58/ 4,61 /5,93	1,24/ 1,84 /2,58	0,050
Амо,%	33,46/ 46,84 /63,46	29,30/ 38,41 /44,58	
ЧСС, уд.мин./ Heart rate	80,02/ 85,96 /96,16	62,08/ 69,76 /86,49	0,017
ИН, усл.ед./IN, conventional units	73,90/ 192,62 /290,47	36,60/ 80,77 /113,69	0,050
ВОССТАНОВЛЕНИЕ/RESTORING			
RRNN, мс	677,75/ 728,00 /775,50	731,50/ 893,50 /1052,25	0,036
SDNN, мс	27,75/ 35,50 /40,75	45,25/ 63,50 /79,25	0,035
pNN50,%	0,15/ 1,73 /3,54	7,97/ 15,54 /21,79	0,017
TP, мс ²	1000,00/ 1807,34 /2332,99	2291,68/ 4462,36 /5801,87	
LF/HF	3,52/ 3,75 /5,12	0,75/ 2,52 /3,34	0,036
Амо,%	42,67/ 54,76 /70,17	24,19/ 46,57 /63,06	
ЧСС, уд.мин./ Heart rate	78,14/ 82,70 /88,91	56,89/ 66,34 /72,16	0,028
ИН, усл.ед./IN, conventional units	142,48/ 201,78 /266,23	32,00/ 55,10 /107,69	0,043

Примечание: PI-II — показаны различия в годовой динамике показателей (I этап — 2011 год, II этап — 2012 год), Wilcoxon/ PI-II — shows the differences in the annual dynamics of indicators (Stage I — 2011, Phase II — 2012), Wilcoxon

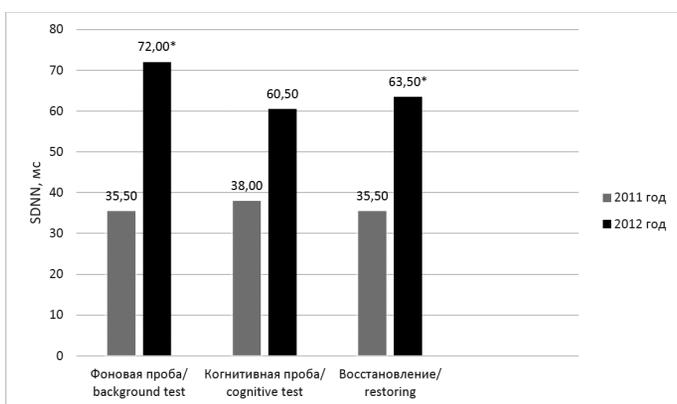


Рис. 3. Годовая динамика показателя SDNN у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 3. The annual dynamics of SDNN in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$.

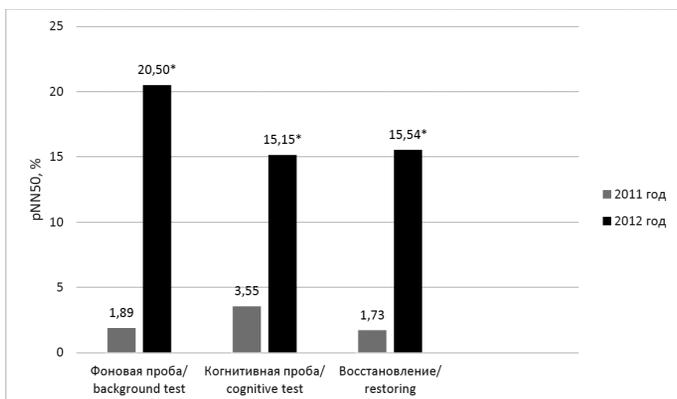


Рис. 4. Годовая динамика показателя pNN50 у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 4. Annual dynamics of pNN50 in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in different variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$.

В 2011 году значения pNN50 значительно ниже значений обследования 2012 года во всех вариантах проб. Это позволяет сделать вывод, что в 2011 году большой вклад в регуляцию сердечного ритма вносит симпатический отдел ВНС.

При анализе годовой динамики показателей вариабельности сердечного ритма в целом отмечено сниже-

ние симпатической активности и усиление парасимпатической, что проявляется в увеличении фоновых значений таких показателей как RRNN, pNN50. Наряду с этим происходит повышение общей мощности спектра TP (рис. 5), SDNN при проведении когнитивной пробы, что также свидетельствует об активации парасимпатического отдела ВНС.

Указанные выше различия между 2011 и 2012 учебными годами прослеживаются в значениях показателей спектрального анализа сердечного ритма. Сравнение данных спектрального анализа ВСР у студентов позволяет сделать вывод о том, что средние значения общей мощности спектра, отражающей суммарную активность вегетативной нервной системы на сердечный ритм [5], в 2012 учебном году выше, чем в 2011 году ($p < 0,05$) (рис. 5).

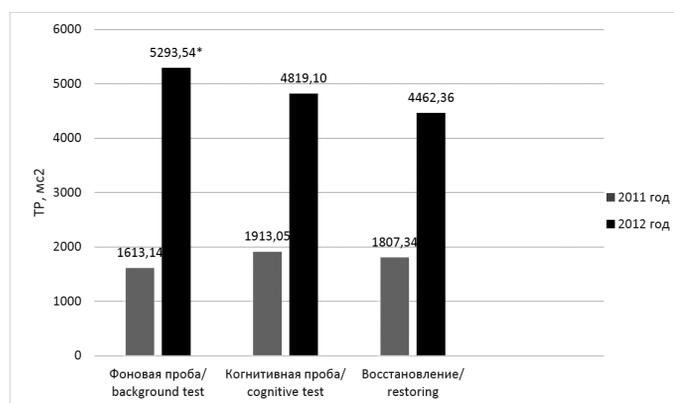


Рис. 5. Годовая динамика показателя TP у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 5. The annual dynamics of TP in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$

Полученные данные свидетельствуют о значительном функциональном напряжении организма студентов в 2011 учебном году. Когнитивная (умственная) нагрузка как кратковременно действующий фактор по уровню стрессорного воздействия на организм студентов оказывает неодинаковое действие и, следовательно, может вызывать разные функциональные сдвиги [25].

При обследовании студентов в 2011 году, умственная нагрузка (когнитивная проба) вызывает незначительное повышение общей мощности спектра (фон — 1613,14 мс²; когнитивная проба — 1913,05 мс²) за счет вклада высокочастотной составляющей (HF), что отражает повышение парасимпатических влияний на

сердечный ритм. В обследовании студентов в 2012 году умственная нагрузка (когнитивная проба) вызывает снижение ТР (фон — 5293,54 мс²; когнитивная проба — 4819,10 мс²) по всем составляющим спектра. Снижение ТР свидетельствует о том, что в процессе когнитивной нагрузки у студентов (2012 год) происходит усиление влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Выраженная ваготония покоя сменяется избыточной активацией симпатико-адреналовой системы во время когнитивной нагрузки. Подобную динамику показателей ВСР можно объяснить перманентным напряжением рефлекторных вегетативных механизмов, приводящим к медленному, гуморально-метаболическому типу регуляции. Снижение общей мощности спектра во время когнитивной нагрузки можно расценивать как общее понижение уровня функционального состояния [21].

Годовая динамика общей мощности спектра во всех вариантах проб у обследованных показывает разнонаправленные сдвиги в 2011 и 2012 годах, обусловленные индивидуальными реакциями организма студентов.

Частота сердечных сокращений как индикатор хронотропной функции миокарда в любом возрастном периоде является важным показателем функционального состояния не только сердечно-сосудистой системы, но и организма в целом [19]. Анализ частоты пульса как одного из самых лабильных показателей сердечно-сосудистой системы выявил достоверные различия ($p < 0,05$) значения ЧСС (рис. 6).

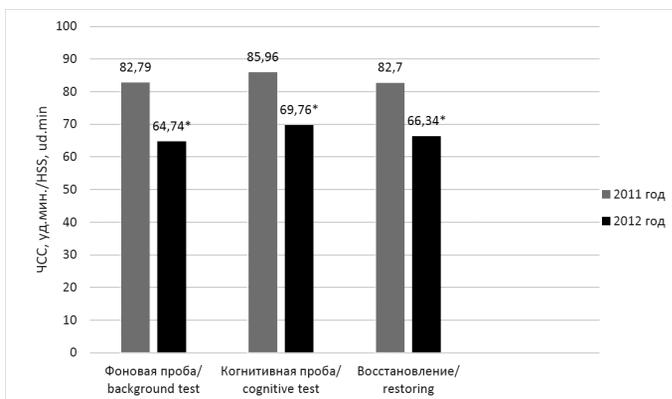


Рис. 6. Годовая динамика показателя ЧСС у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 6. The annual dynamics of heart rate in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various versions of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$

В процессе умственной нагрузки (когнитивная про-

ба) как в 2011 (фон — 82,79 уд/мин.; когнитивная проба — 85,96 уд/мин.), так и 2012 учебном году (фон — 64,74 уд/мин.; когнитивная проба — 69,76 уд/мин.) у студентов происходит незначительное увеличение ЧСС (прирост в 2011 году на 3,8%, в 2012 году на 7,8% по отношению к фону). В процессе восстановления после когнитивной нагрузки величина ЧСС становится практически такой же, как в фоне (2011 г.: фон — 82,79 уд/мин., восстановление — 82,70 уд/мин.; 2012 г.: фон — 64,74 уд/мин., восстановление — 66,34 уд/мин.) — это говорит о том, что происходит полное восстановление функциональной системы после решения когнитивной задачи.

В 2012 году средние значения ЧСС оказались ниже, чем в 2011. Снижение ЧСС у испытуемых свидетельствует о повышении вагусной активности адаптационных возможностей системы кровообращения.

Годовые изменения в ритмограмме характеризуются возрастанием рNN50 и снижением ЧСС, что является благоприятной направленностью, отражающей прогрессивные изменения в совершенствовании регуляторных механизмов.

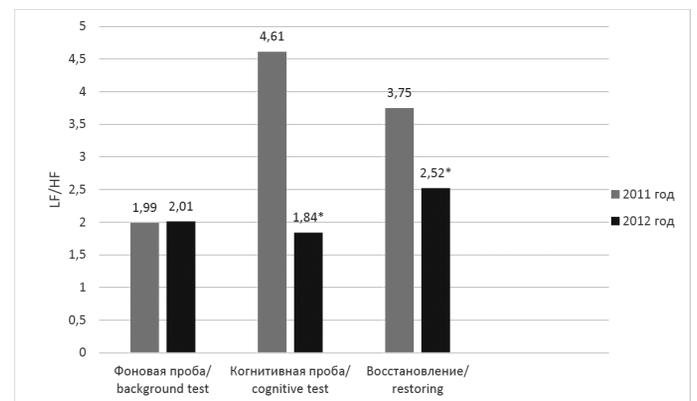


Рис. 7. Годовая динамика показателя LF/HF у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 7. The annual dynamics of the LF/HF index in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$

О повышении в 2012 году тонуса парасимпатического отдела ВНС в регуляции сердечного ритма свидетельствует и уменьшение значений LF/HF (рис. 7). LF/HF показывает соотношение низкочастотного компонента спектра к высокочастотному компоненту, то есть соотношение уровня активности симпатического звена регуляции к уровню активности парасимпатического звена [5].

Установлены достоверные различия в значениях LF/HF при когнитивной пробе и при восстановлении ($p < 0,05$).

В 2011 учебном году при когнитивной нагрузке у студентов наблюдается увеличение значения LF/HF (фон — 1,99; когнитивная проба — 4,61). Это свидетельствует об усилении тонуса симпатического отдела ВНС, а при восстановлении вновь происходит уменьшение этого значения (восстановление — 3,75). В 2012 году динамика данного показателя иная: при когнитивной нагрузке у студентов наблюдается незначительное уменьшение значения LF/HF (фон — 2,01; когнитивная проба — 1,84). Это отражает увеличение влияния парасимпатического отдела ВНС. При восстановлении происходит увеличение значения LF/HF (восстановление — 2,52), то есть увеличивается влияние симпатического отдела. Итак, в 2011 году наблюдается адекватная реакция организма на когнитивную нагрузку, а в 2012 году — парадоксальная реакция, это может быть связано с индивидуальными особенностями студентов.

Амплитуда моды (АМО,%) отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы [5]. Установлены достоверные различия в значениях АМО в фоновой пробе ($p < 0,05$) (рис. 8).

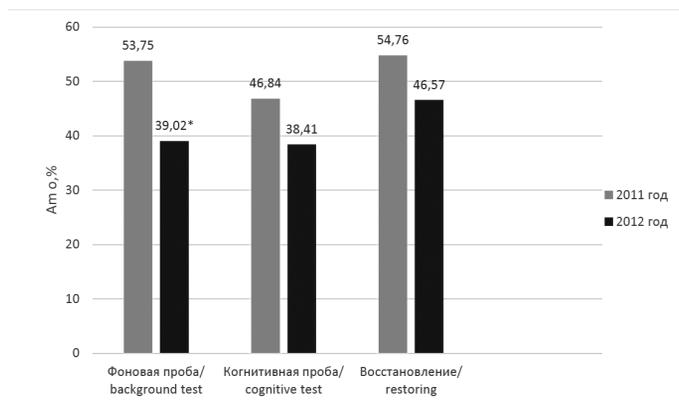


Рис. 8. Годовая динамика показателя АМО у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 8. Annual dynamics of АМО in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$

На фоне годового понижения средних значений АМО, ИН (рис. 9) можно сделать вывод, что в 2012

учебном году у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности происходит увеличение влияния парасимпатического отдела ВНС.

Установлены достоверные различия в значениях ИН между 2011 и 2012 учебным годом во всех вариантах проб ($p < 0,05$) (рис. 9).

В 2011 и в 2012 годах умственная нагрузка (когнитивная проба) вызывает у обследуемых студентов незначительное увеличение значения ИН (в 2011 году на 1,16 усл. ед., в 2012 году на 41,03 усл.ед. по отношению к фону). Повышение значений ИН указывает на усиление симпатической нервной регуляции, что является адекватной реакцией организма на стрессовую ситуацию.

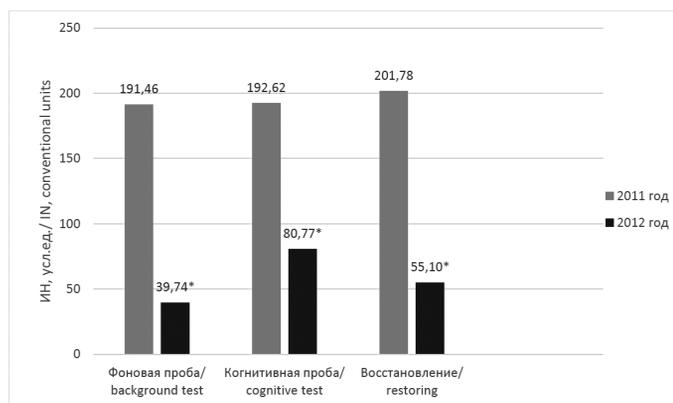


Рис. 9. Годовая динамика показателя ИН у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности в различных вариантах проб

Fig. 9. The annual dynamics of the index of IN in students with sympathotonic type of regulation of cardiac activity in various variants of samples

Примечание: Достоверность различий значений между функциональными пробами 2011 и 2012 года: * — при $p < 0,05$

Note: The reliability of the differences in values between the 2011 and 2012 functional tests: * — for $p < 0.05$

Так, в 2011 году у студентов во всех вариантах проб отмечается доминирование симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма (фон — 191,46 усл. ед.; когнитивная проба — 192,62 усл.ед.; восстановление — 201,78 усл. ед.). У этих студентов отмечается перенапряжение системы регуляции сердечной деятельности, что может стать причиной сердечно-сосудистых заболеваний. Преобладание симпатического тонуса в регуляции сердечного ритма можно объяснить большой нагрузкой и сложной программой обучения.

В 2012 по сравнению с 2011 учебным годом, напротив, отмечается доминирование парасимпатических влияний ВНС во всех вариантах проб (фон — 39,74 усл. ед.; когнитивная проба — 80,77 усл. ед.; восстановление — 55,10 усл.ед.). Это еще раз позволяет

сделать вывод, что период адаптации закончен (2012 год), и студенты больше не испытывают такого эмоционального напряжения как на первом курсе (2011 год).

Вариабельность ритма сердца — высокоэффективный метод исследования системы нейрогуморальной регуляции, оценки на этой основе текущего функционального состояния с учетом результатов функциональных проб и адаптационных резервов организма. Вывод о текущем функциональном состоянии организма основывается на значении общей спектральной мощности ВСП-показателя TP, отражающего вариативность сердечного ритма. Но хорошее функциональное состояние организма предполагает не только высокую вариативность ритма сердца, но и отсутствие признаков вегетативной дисфункции. Поэтому не менее важными показателями являются индекс напряжения (ИН), характеризующий степень преобладания центрального контура регуляции сердечной деятельности над автономным; симпатико-парасимпатический баланс (вегетативный тонус) — отношение LF/HF; структура спектральной мощности (процентное соотношение показателей VLF, LF, HF).

При выраженной депрессии вегетативной регуляции любая значимая нагрузка на организм человека выводит системы регуляции в зону неустойчивости, то есть за пределы адаптационных возможностей. Чем выше вариабельность, тем устойчивей системы регуляции к воздействию внешних нагрузок. При резком снижении вариабельности, то есть при «вегетативной денервации» ухудшается качество регуляторных механизмов и, как следствие, повышается риск нарушений.

Итак, временные и спектральные составляющие вариабельности сердечного ритма у студентов с симпатотоническим типом регуляции сердечной деятельности, обследованных в 2011 и 2012 годах имеют достоверные различия как при фоновой записи, так и при выполнении когнитивной нагрузки.

Годовая динамика показывает общее увеличение значений таких показателей временного анализа, как RRNN и SDNN во всех вариантах проб и свидетельствует об ослаблении в 2012 году симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма и об усилении парасимпатических влияний.

В процессе когнитивной нагрузки в 2012 году у студентов наблюдается снижение значений как общей мощности спектра, так и частотных составляющих сердечного ритма. Высокие значения общей спектральной мощности (TP) в фоне у студентов в 2012 году сменяются понижением при когнитивной нагрузке. Выраженная ваготония покоя сменяется избыточной активацией симпатико-адреналовой системы во время когнитивной нагрузки.

Когнитивную нагрузку некоторые исследовате-

ли рассматривают как кратковременный стрессорный фактор, вызывающий умственное напряжение [26]. Динамику показателей мощности ВСП, выявленную в ходе данного исследования во время применения кратковременного стресс-фактора, когда организму предъявлена умственная нагрузка, можно трактовать как незначительное снижение адаптационных резервов организма студентов. Частотные составляющие вариабельности сердечного ритма у студентов в 2011 и 2012 году в процессе когнитивной деятельности достоверно отличаются.

У студентов в 2012 году показания ИН значительно понизились по сравнению с 2011 годом. Среди студентов, обследованных в 2011 году, наблюдалось преобладание симпатического тонуса в центральном контуре сердечного ритма, что можно объяснить большей нагрузкой и усложнённой программой по сравнению с программой школы. При обследовании в 2012 году, то есть к старшим курсам, увеличивается количество студентов с ваготоническим типом регуляции ритма сердца, что говорит о завершении периода адаптации, и учащиеся не испытывают такого эмоционального напряжения, как на первом курсе.

Выводы

1. Анализ показателей КРГ у студентов ИЕНБ и ИФКСЗ не обнаружил достоверных различий, это позволяет рассматривать исследуемых как единую выборку. Распределив студентов по вегетативным типам регуляции, выявлено, что нормотония встречается у 10% студентов, симпатотония у 40% и ваготония у 50%.

2. Показано, что когнитивная нагрузка определяет реактивность механизмов регуляции сердечного ритма. В ходе исследования были установлены различия во временных и спектральных характеристиках ВСП у студентов в фоне и при когнитивной нагрузке.

3. Годовая динамика рассматриваемых показателей сердечного ритма маловариабельна у студентов с нормо- и ваготоническим типом регуляции. Годовая динамика студентов с повышенным тонусом симпатической системы характеризуются значительными изменениями временных и спектральных показателей ВСП в состоянии спокойного бодрствования и при когнитивной нагрузке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. М.: Медицина, 1997. 235 с.
2. Копосова Т.С. Вариабельность сердечного ритма при умственной нагрузке у городских и сельских школьников. / Т.С. Копосова, С.Ф. Лукина, И.А. Савенкова. – (Физиология) // Вестник Поморского Университета. Сер. «Естественные и точные науки». – 2008. - №1. – С. 24 – 30.
3. Лукина С.Ф. Вариабельность ритма сердца у детей 8-10 лет с различными типами соматической конституции в процессе когнитивной деятельности. / С.Ф. Лукина, И.С. Чуб // Вестник Поморского Университета. Сер. «Естественные науки». – 2011. - №1. – С. 63 – 70.
4. Солонин Ю.Г. Широкие особенности физиологических функций у жителей Севера / Ю.Г. Солонин // физиология человека. – 1994. – Т. 20, № 6. – С. 137–143.
5. Попов В.В. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине/ В.В. Попов, Л.Н. Фрицше – Украинский медицинский журнал - №2 (52), 2006 – С. 1- 6.
6. Грибанов А.В. Общая характеристика климато-географических условий Русского Севера и адаптивных реакций человека в холодной климатической зоне / А.В. Грибанов, Р.И. Данилова // Север. Дети. Школа.: сб. науч. тр. – Архангельск, 1994. – С. 4–27.
7. Авцын А.П. Проявление адаптации и дизадаптации у жителей Крайнего Севера / А.П. Авцын, А.Г. Марачев / Физиология человека. – 1975. - № 4 – С. 587 – 600.
8. Авцын А.П. Введение в географическую патологию. – М., 1972. – 338 с.
9. Авцын А.В. Некоторые аспекты адаптации человека в приполярных районах / А.В. Авцын, Н.Д. Володин, А.А. Жаворонков и др. / Биологические проблемы Севера. – Якутск, 1974. – С. 17 – 22.
10. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации // В. П. Казначеев. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд., 1980. – 192 с.
11. Палкина О.А. Динамика показателей деятельности сердечно-сосудистой системы в течение пятилетнего обучения в вузе/ О.А. Палкина, А.Б. Гудков, Л.А. Шаренкова/ Экология человека. Северный государственный медицинский университет. Архангельск – 2007. С. 22 – 25.
12. Агаджанян Н.А. Социальные, возрастные и эколого-физиологические аспекты адаптации человека // Возрастные особенности физиологических систем у детей и подростков. М.,1985. С. 7–9.
13. Антропова М.В. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10–11 лет / М.В. Антропова, Г.В. Бородкина, Л.М. Кузнецова и др. // Физиол. человека.

REFERENCES

1. Baevskij R.M. Assessment of adaptive capabilities of the body and the risk of developing diseases / R. M. Baevskij, A. P. Berseneva. — M.: Medicina, 1997. — 235 p.
2. Kuposova T.S. The variability of heart rhythm with mental stress in urban and rural schoolchildren. T.S. Kuposova, S.F. Lukina, I.A. Savenkova. – (Fiziologija) Vestnik Pomorskogo Universiteta. Ser. Estestvennye i tochnye nauki. 2008. No. 1. pp. 24–30 (In Russ).
3. Lukina S.F. The variability of heart rhythm in children 8-10 years old with different types of somatic constitution in the process of cognitive activity. S.F. Lukina, I.S. Chub. Vestnik Pomorskogo Universiteta. Ser. «Estestvennye nauki». 2011. No.1. pp. 63–70 (In Russ).
4. Solonin Ju.G. Shirotnye osobennosti fiziologicheskikh funkcij u zhitelej Severa. Ju.G. Solonin. Fiziologija cheloveka. 1994. Vol. 20, No. 6. pp. 137–143 (In Russ).
5. Popov V.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma: vozmozhnosti primenenija v fiziologii i klinicheskoy medicine. V.V. Popov, L.N. Fricsh. Ukrainskij medicinskij zhurnal. 2006. No. 2 (52). 2006 pp. 1-6 (In Russ).
6. Griбанov A.V. Obshhaja harakteristika klimato-geograficheskikh uslovij Russkogo Severa i adaptivnykh reakcij cheloveka v holodnoj klimaticheskoj zone. A.V. Griбанov, R.I. Danilova. Sever. Deti. Shkola.: sb. nauch. tr. Arhangel'sk, 1994. pp. 4–27 (In Russ).
7. Avcyn A.P. Projavlenie adaptacii i dizadaptacii u zhitelej Krajnego Severa / A.P. Avcyn, A.G. Marachev. Fiziologija cheloveka. 1975. No. 4, pp. 587–600 (In Russ).
8. Avcyn A.P. Vvedenie v geograficheskiju patologiju. M., 1972. 338 p. (In Russ).
9. Avcyn A.V. Nekotorye aspekty adaptacii cheloveka v pripoljarnyh rajonah. A.V. Avcyn, N.D. Volodin, A.A. Zhavoronkov i dr. Biologicheskie problemy Severa. – Jakutsk, 1974. pp. 17–22 (In Russ).
10. Kaznacheev V. P. Sovremennye aspekty adaptacii. V. P. Kaznacheev. Novosibirsk : Nauka, Sib. otd., 1980. 192 p. (In Russ).
11. Palkina O.A. Dinamika pokazatelej dejatel'nosti serdechno-sosudistoj sistemy v techenie pjatiletnego obuchenija v vuze. O.A. Palkina, A.B. Gudkov, L.A. Sharenkova. Jekologija cheloveka. Severnyj gosudarstvennyj medicinskij universitet. Arhangel'sk. 2007. p. 22–25 (In Russ).
12. Agadzhanjan N.A. Social'nye, vozrastnye i jekologo-fiziologicheskie aspekty adaptacii cheloveka. Vozrastnye osobennosti fiziologicheskikh sistem u detej i podrostkov. M.,1985. pp. 7–9 (In Russ).
13. Antropova M.V. Prognosticheskaja znachimost' adaptacionnogo potenciala serdechno-sosudistoj sistemy u detej 10–11 let. M.V. Antropova, G.V. Borodkina, L.M. Kuznecova i dr. Fiziol. cheloveka. 2000. Vol. 26, No. 1. pp. 56–61 (In Russ).

2000. Т. 26, № 1. С. 56–61.
14. Баранов А.А. Фундаментальные и прикладные исследования по проблемам роста и развития детей и подростков / А.А. Баранов, Л.А. Щеплягина – Рос. педиатр. журн. 2000. № 5. С. 5–12.
15. Вейн А.М. Заболевания вегетативной нервной системы / А.М. Вейн, Т.Г. Вознесенская, В.Л. Голубева и др.; под ред. А.М. Вейна. М., 1991.
16. Волокитина Т.В. Вариабельность сердечного ритма у детей младшего школьного возраста: монография / Т.В. Волокитина, А.В. Грибанов; Фед. агенство по образов., ПГУ, Ин-т развития ребенка. – Архангельск: ПГУ, 2004. – 194 с.
17. Копосова Т.С. Соматотипы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у 11-12-летних детей, проживающих в условиях приполярного региона. / Т.С. Копосова, С.Ф. Лукина, И.А. Савенкова // Экология человека. – 2008. - №5. – С. 21 – 27.
18. Копосова Т.С. Динамика показателей сердечного ритма и адаптивные возможности организма студентов в разные сезоны года / Т.С. Копосова, А.Е. Чиков, С.Н. Чикова // Вестник Поморского университета. Сер. «Естественные науки». – 2009. - №1. – С. 11- 19.
19. Копосова Т.С. Адаптивные возможности организма студентов в период «биологической тьмы»/ Т.С. Копосова, С.Н. Чикова, А.Е. Чиков // Экология человека. – 2007. - №1. – С. 50 – 54.
20. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика. Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – №1. - С. 54–64.
21. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. / В.М. Михайлов. – Иваново: Иванов. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
22. Рябчикова Н.А. Вероятностное прогнозирование как фактор экологической безопасности в проблемной ситуации. – Москва, 2004. – 46 с.
23. Бююль Ахим. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем. / Ахим Бююль, Петер Цёфель – Спб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005 – 608 с.
24. Наследов А. Д. SPSS: Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. — СПб.: Питер, 2005. - 416 с.
25. Копосова Т.С. Вариабельность сердечного ритма при умственной нагрузке у городских и сельских школьников. / Т.С. Копосова, С.Ф. Лукина, И.А. Савенкова. – (Физиология) // Вестник Поморского Университета. Сер. «Естественные и точные науки». – 2008. - №1. – С. 24 – 30.
26. Федоров Б.М. Эмоции и сердечная деятельность. М., 1975.
14. Baranov A.A. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya po problemam rosta i razvitija detej i podrostkov. A.A. Baranov, L.A. Shhepljagina – Ros. pediatri. zhurn. 2000. No. 5. pp. 5–12 (In Russ).
15. Vejn A.M. Zabolevaniya vegetativnoj nervnoj sistemy. A.M. Vejn, T.G. Voznesenskaja, V.L. Golubeva i dr.; pod red. A.M. Vejna. M., 1991 (In Russ).
16. Volokitina T.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma u detej mladshogo shkol'nogo vozrasta: monografija. T.V. Volokitina, A.V. Gribanov; Fed. agenstvo po obrazov., PGU, In-t razvitija rebenka. – Arhangel'sk: PGU, 2004. 194 p. (In Russ).
17. Kuposova T.S. Somatotipy i osobennosti vegetativnoj reguljacji serdechnogo ritma u 11-12-letnih detej, prozhivajushih v uslovijah pripoljarnogo regiona. T.S. Kuposova, S.F. Lukina, I.A. Savenkova. Jekologija cheloveka. 2008. No.5. pp. 21–27 (In Russ).
18. Kuposova T.S. Dinamika pokazatelej serdechnogo ritma i adaptivnye vozmozhnosti organizma studentov v raznye sezony goda. T.S. Kuposova, A.E. Chikov, S.N. Chikova. Vestnik Pomorskogo universiteta. Ser. «Estestvennye nauki». 2009. No. 1. pp. 11- 19 (In Russ).
19. Kuposova T.S. Adaptivnye vozmozhnosti organizma studentov v period «biologicheskoy t'my». T.S. Kuposova, S.N. Chikova, A.E. Chikov. Jekologija cheloveka. 2007. No. 1. pp. 50–54 (In Russ).
20. Baevskij R.M. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma: istorija i filosofija, teorija i praktika. Klinicheskaja informatika i telemedicina. 2004. No. 1. pp. 54–64 (In Russ).
21. Mihajlov V.M. Variabel'nost' ritma serdca: opyt prakticheskogo primeneniya. V.M. Mihajlov. – Ivanovo: Ivanov. gos. med. akademija, 2002. 290 p. (In Russ).
22. Rjabchikova N.A. Verojatnostnoe prognozirovanie kak faktor jekologicheskoy bezopasnosti v problemnoj situacii. – Moskva, 2004. 46 p. (In Russ).
23. Bjujul' Ahim. SPSS: iskustvo obrabotki informacii. Analiz statisticheskikh dannyh i vosstanovlenie skrytyh zakonornostej: Per. s nem. Ahim Bjujul', Peter Cjofel' – Spb.: ООО «DiaSoftJuP», 2005. 608 p. (In Russ).
24. Nasledov A. D. SPSS: Komp'juternyj analiz dannyh v psihologii i social'nyh naukah. — SPb.: Piter, 2005. 416 p. (In Russ).
25. Kuposova T.S. Variabel'nost' serdechnogo ritma pri umstvennoj nagruzke u gorodskih i sel'skih shkol'nikov. T.S. Kuposova, S.F. Lukina, I.A. Savenkova. – (Fiziologija). Vestnik Pomorskogo Universiteta. Ser. Estestvennye i tochnye nauki. 2008. No. 1. pp. 24–30 (In Russ).
26. Fedorov B.M. Jemocii i serdechnaja dejatel'nost'. M., 1975 (In Russ).

Авторы

Лукина Светлана Федоровна

К.пед.н., доцент, директор Высшей школы естественных наук и технологий

s.lukina@narfu.ru

Чуб Игорь Сергеевич

К.б.н., доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем

i.chub@narfu.ru

Борейко Анна Павловна

К.б.н., доцент кафедры биологии человека и биотехнических систем.

a.repina@narfu.ru

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

Российская Федерация, 163002. Россия, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 17

Authors

Svetlana F. Lukina

Cand. Sci. (Pedagog), Associate Professor, Director of the Higher school of natural Sciences and technology

s.lukina@narfu.ru

Igor S. Chub

Cand. Sci. (Biolog.), Assistant Professor of Human biology and biotechnical systems department

i.chub@narfu.ru

Anna P. Borejko

Cand. Sci. (Biolog.), Assistant Professor of Human biology and biotechnical systems department

a.repina@narfu.ru

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Russian Federation, 163002, Arhangel'sk, naberezhnaya Severnoj Dviny, 17