

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

КАФЕДРА БИОЛОГИИ

**ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИНОСТРАННЫХ
СТУДЕНТОВ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
очной формы обучения 4 курса группы 07001315,
направление подготовки 06.03.01 Биология
Корзо Пресиадо Хеймер Эрнесто

Научный руководитель
к.б.н., доцент
Зубарева Е. В.

БЕЛГОРОД 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и условных обозначений.....	1
Введение.....	5
Глава 1. Обзор литературы.....	7
1.1. Особенности адаптации иностранных студентов к процессу обучения в вузе.....	7
1.2. Изучение variability сердечного ритма с целью оценки функционирования сердечно-сосудистой системы.....	13
1.3. Влияние умственной нагрузки на variability сердечного ритма	18
Глава 2. Материалы и методы исследования	19
2.1. Оценка индивидуальных типологических свойств испытуемых, определение уровня тревожности	19
2.2. Измерение основных соматометрических и физиометрических показателей	19
2.3. Метод оценки variability сердечного ритма.....	20
Глава 3. Полученные результаты и их обсуждение.....	26
3.1. Оценка соматометрических и физиометрических показателей студентов.....	26
3.2. Изучение показателей variability сердечного ритма у студентов-иностранцев	27
Выводы	36
Список использованной литературы.....	37

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

BCP – вариабельность сердечного ритма

CD – систолическое давление (мм рт. ст.)

DD – диастолическое давление (мм рт. ст.)

ЧСС – число сердечных сокращений (уд. /мин)

ЭКГ – электрокардиограмма

TP – полная мощность спектра колебаний кардиоритма

LF – мощность спектра кардиоритма в области низких частот (0,04-0,15

Гц)

LFnorm – мощность спектра кардиоритма в области низких частот, измеренная в нормализованных единицах

HF – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот (0,15-0,4 Гц)

HFnorm – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот, измеренная в нормализованных единицах

LF/HF – соотношение мощностей спектра кардиоритма в области высоких и низких частот

LF% – процент колебаний низкой частоты в общей мощности спектра

HF% – процент колебания высоких частот в общей мощности спектра;

R-Rmin – минимальная продолжительность интервала R-R

R-Rmax – максимальная продолжительность интервала R-R

RRNN – средняя длительность «нормальных» интервалов R-R

SDNN – стандартное отклонение всех NN-интервалов

RMSSD – квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R

pNN50% – доля соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс

Cv – коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R

М – среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R

СК – среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R

Мо – наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R – мода

ВР – вариационный размах

ВПР – вегетативный показатель ритма

ВСР – вариабельность сердечного ритма

ИВР – индекс вегетативного равновесия

ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции

ИН – индекс напряжения регуляторных систем

М – среднее арифметическое значение

m – стандартная ошибка среднего

ВВЕДЕНИЕ

Условия учебы в вузе предъявляют повышенные требования к адаптивным механизмам студентов-иностранцев (Дьячкова, Берсенева, 2016).

У иностранных учащихся, прибывающих из стран Африки и Латинской Америки происходят функциональные сдвиги в организме в процессе адаптации к новым климатическим условиям Центрального Черноземья России (Saltin, 1986; Astrand, 1995; Hamboyan, Bryan, 1995; Kattwinkel, Nowacek, Cook, 1997; Ваганова, Тимофеева, Нуритдинова, 1997; Furukawa, 1997; Jou, 1998; Миронова, 2000; Самаров, 2014).

Изучение адаптивных реакций организма иностранных учащихся в период обучения в вузе является весьма актуальным в связи с модернизацией высшего образования, внедрением информационных технологий в процесс обучения, увеличением объемов учебного материала, а также изменением форм и методов обучения (Самаров, 2014). Любая умственная деятельность сопровождается определенным нервно-психическим напряжением. Наиболее чувствительным индикатором адаптационных реакций организма может рассматриваться сердечно-сосудистая система, а вариабельность ритма сердца хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем (Штаненко и др., 2017; Берснев Е.Ю., 2008; Гаврилова, 2014; Шлык, Баевский, 2008; Гаврилова, 2015).

Анализ вариабельности сердечного ритма является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (Дьячкова, Берсенева, 2016).

Простота метода сочетается с возможностью получения обширной и разнообразной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакциях целостного организма.

Особое внимание, среди множества типологических особенностей человека, при характеристике работы сердца исследователи уделяют типу автономной нервной регуляции (Догадкина, 2012).

Целью работы явилось изучение типологических и индивидуальных особенностей variability сердечного ритма у иностранных студентов мужского пола.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1) изучить особенности изменений спектральных характеристик ритма сердца студентов-иностранцев с разным тонусом вегетативной нервной системы при выполнении умственной нагрузки;

2) оценить влияние умственной загрузки на показатели временного анализа variability ритма сердца иностранных студентов с разным тонусом вегетативной нервной системы;

3) выявить динамику показателей кардиоритмограммы у студентов-иностранцев с разным тонусом вегетативной нервной системы при выполнении дозированной умственной нагрузки.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности адаптации иностранных студентов к процессу обучения в вузе

В современном мире интенсивно развиваются межгосударственные образовательные контакты, увеличивается число молодых людей, получающих образование в другой стране. Это обстоятельство обуславливает необходимость изучения процесса адаптации иностранных учащихся к учебно-информационной и профессионально ориентированной среде высшей школы на различных уровнях жизнедеятельности, а также возможности ее коррекции (Алеева, 2000; Мандриков, 2001; Тихонова, 2010; Самаров, 2014; Моднов, 2013).

В процессе обучения для иностранных учащихся характерно высокое нервно-психическое напряжение, которое может явиться причиной нарушения физиологических функций и привести к повышению риска заболеваемости (Selye Н., 1976; Казначеев В.П., 1980; Гапонова С.А., 1994; Клаучек С.В., Севрюкова Г.А., 1997; Ияд С А Хамад, Гулин А.В., Засядько К.И., 2004; Самарин, 2014). Повышает нагрузку на жизнеобеспечивающие системы организма студентов в период обучения в вузе также значительное увеличение объема и насыщение информационно-коммуникационными технологиями учебного материала, изменение ритма жизни, социальной и культурной среды (Самаров, 2014; Агаджанян и др., 1994; Фоменко, 2002; Ияд С А Хамад, 2005; Красичков, 2009).

Изучение адаптации иностранных студентов в начальный период обучения в вузе и в течение всего образовательного процесса показывает, что значительные трудности возникают у представителей из стран Африки, Азии, Китая и Латинской Америки (Самарин, 2014). Процесс адаптации иностранных студентов, приехавших для обучения в РФ, неразрывно связан с воздействием новых климатических условий на устойчивость их организма (Самарин, 2014).

Проблеме адаптации к различным природно-климатическим факторам, воздействующим на организм человека, посвящено значительное число работ отечественных и зарубежных ученых (Суханова И. В., 2013; Максимов А. Л., 2013; Вдовенко С. И., 2013; Агаджанян Н. А., 2014).

В отечественной и зарубежной литературе накоплен большой опыт в изучении адаптации. Так, в работах Агаджаняна Н. А. с соавт. под адаптацией понимаются врожденные, приобретенные и приспособительные виды деятельности человека, обеспечивающиеся конкретными физиологическими реакциями, которые проходят на клеточном, органном, системном и организационном уровне (Самарин, 2014; Агаджанян, Ермакова, 1997).

Адаптация студентов – сложный и длительный процесс, связанный с перестройкой стереотипов поведения, социальных установок, а иногда и личности. По мнению М.Л. Блиновой (Блинова, 2015), адаптация в широком смысле трактуется как процесс приспособления индивидуальных и личностных качеств к жизни и деятельности человека в изменившихся условиях существования; процесс активного взаимодействия личности со средой, ведущий, в зависимости от степени активности личности, к преобразованию среды в соответствии с потребностями, ценностями и идеалами личности или к преобладанию зависимости личности от среды; изменения, сопровождающие на уровне психической регуляции, процесс активного приспособления индивида к новым условиям жизнедеятельности; процесс, являющийся целостной реакцией личности на сложные изменения и деятельности (Блинова, 2015).

Далеко не все студенты имеют уже сформированные навыки самостоятельного планирования рабочего и свободного времени, соблюдения учебной дисциплины, что ведет к пропускам занятий, недостаточной самоподготовке и, как обязательное следствие, возникновению и стремительному росту языкового барьера. Отсутствие опыта самостоятельной жизни, взаимоотношений с представителями иных культур

приводит к переносам или смещению личностных поведенческих ориентиров, к высвобождению худших сторон характера, психологическим срывам, конфликтам (Дедова, 2014; Смирнова, 2011).

Важность проблемы адаптации иностранных учащихся в российских вузах определяется задачами их дальнейшего эффективного обучения как будущих специалистов. Успешная и быстрая адаптация помогает быстро включиться в учебный процесс и способствует повышению качества подготовки студентов в вузе. Из этого следует, что для повышения конкурентоспособности российских вузов в сфере международного процесса обучения иностранных граждан необходима положительная динамика в адаптации иностранных студентов, как в процессе обучения, как и в процессе жизнедеятельности (Погукаева, 2016).

По приезду в Российскую Федерацию и поступлению в вуз иностранные учащиеся проходят этап адаптации к новым условиям процесса обучения, быта, отдыха и т.д. Данный этап называют начальной адаптацией. У иностранных студентов в отличие от российских он растягивается от 1,5 до 2 лет и сопровождается большим количеством социально-психологических, религиозных, медико-биологических проблем, а также дидактическим барьером. Начальную адаптацию разделяют на два периода. Первый – период начальной компенсации, он длится около года; второй – период истощения первичных компенсаторных механизмов, приводящих к снижению устойчивости организма к окружающей среде. После завершения начальной адаптации наступает фаза устойчивой адаптации (Самарин, 2014; Ветчинкина К.Т., 1980; Корешкин А.И., 1992; Бабакова Л.Д., Бедрик Р.Н. с соавт., 1997; Миронова И.А., 2000).

Процессы адаптации направлены на сохранение гомеостаза и реализуются на трех функциональных уровнях: физиологическом, психологическом и социальном. Физиологическую адаптацию рассматривают как устойчивый уровень активности и взаимосвязи функциональных систем, органов и тканей, а также механизмов управления,

обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма студента в условиях обучения на протяжении осенних и весенних семестров и во время практики. Психологическую адаптацию человека можно определить как приспособление личности к существованию в обществе в соответствии с социальными требованиями этого общества и с собственными потребностями, мотивами и интересами. Психологическая адаптация связана с процессом умственного утомления. Важным аспектом социальной адаптации является принятие индивидом социальной роли (Гришнова Я.Б., 2010; Севрюкова Г.А., 2010).

На современном этапе развития фундаментальной физиологии с целью оценки адаптационного потенциала и функциональных возможностей организма разработана шкала градаций: первая – включает адекватные функциональные реакции организма в ответ на воздействие внешних факторов и характеризуется как удовлетворительная адаптация; вторая – напряжение механизмов адаптации, характеризующееся достаточными функциональными возможностями организма за счет включения дополнительных резервов в результате их мобилизации; третья – неудовлетворительная адаптация, характеризующаяся резким снижением функциональных возможностей организма человека и четвертая – срыв адаптации, приводящий к дезадаптации (Агаджанян, 1981, Адамович, 1990).

Через пограничные состояния данная градация адаптационных возможностей организма в полной мере показывает постепенное изменение адаптационного потенциала от здоровья к патологии, к разрушению защитных механизмов (Баевский, 1979; Аруин, Бабаева и др., 1987; Алексеева, 1989; Красичков, 2009). Однако при этом большая роль при формировании адаптационного потенциала к условиям внешней среды отводится запасу индивидуальных функциональных резервов, который по сути и определяет степень напряжения механизмов регуляции организма (Боченков и др., 1994; Агаджанян и др., 2007; Геворкян и др., 2008).

Агаджаняном Н. А. с соавт. было установлено, что процесс адаптации осуществляется скоординированным взаимодействием функциональных систем во времени и пространстве: это реакции различных систем организма, где одни реакции изменяют свою деятельность, а другие контролируют этот процесс; при этом метаболизм, связанный напрямую с энергетическими процессами, способствует реализации процесса адаптации и поддерживает этот процесс на том уровне, который диктуют новые условия окружающей среды (Агаджанян, 2000). В процессе адаптации организма к новым условиям функционирования происходит напряжение регуляторных систем и расходование функциональных резервов в первую очередь в кардиореспираторной системе, ответственной за обеспечение органов и тканей кислородом, а также питательными веществами, вследствие чего эта система играет главную роль в изменениях регуляторных механизмов в процессе адаптации (Агаджанян, 2000; Цатурян, 2009).

Сердечно-сосудистая система (ССС) является универсальным маркером адаптации человека, так как она раньше всех и сильнее всего реагирует на часто изменяющиеся условия окружающей среды (Грибанов, 1991; Агаджанян, 1995; Баевский, 1997, 2001; Елфимов, 1991). В период адаптации задействованы все системы организма, при этом под воздействием факторов окружающей среды в большей степени наблюдается напряжение сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной системы (Маршалл, Шефердт, 1972; Hossack, 1982; Верещагин, 1988; Dinse, 1986; Murphy et. al., 1988; Бобровницкий, 1994; Аракелов, 1995; Филкнер, 1996; Горбунова, 2000; Hoffman, 2002; Wilmore, 2004; Ияд С А Хамад, 2004).

В процессе адаптации к климатическим условиям средней полосы России у студентов из стран Африки и Латинской Америки на первое место в функционировании кардиореспираторной системы выходят показатели резкого снижения функционального состояния легочно-вентиляционного аппарата, а также отмечаются перестроечные изменения в сердечно-сосудистой системе (Желтиков, 1998; Мелькова, 2005).

Важнейшими показателями, характеризующими функциональное состояние системы кровообращения, являются величины артериального давления (АД) (Самарин, 2014), variability сердечного ритма.

Важнейшим индикатором адаптации является поддержание вегетативного тонуса (Ноздрачев, 1983; Антропова, Соколова, 1996; Баевский, 1997; Горбунов, 1997; Клаучек С.В. и др., 1997; Мелькова, 2005). В зависимости от преобладания симпатического или парасимпатического отделов ВНС людей разделяют на группы ваготонического и симпатического типа (Аксянова, Сырцова, 1990; Беккельманн, 1999; Воробьёва, 2001).

Сильное действие эмоционального стресса может приводить к активации ВНС (Тигранян, 1988; Салманов, 1989; Шангин, Шостак, 1992; Юматов и др., 1999; Щербатых, 2001; Дмитриев и др., 2004; Жилина, Грязных, 2004; Гаголина, 2004, Агаджанян и др., 2006).

ВНС является ключевой в процессе адаптации. При этом во время адаптации ВНС реагирует индивидуально в зависимости от личностных особенностей человека. В связи с взаимозависимостью эмоциональной сферы и ВНС необходимо изучать долю вклада психологических и вегетативных функций в процесс адаптации (Новожилов, 1969; Вейн, 1971, 1991; Туровская, 1974; Горбунова, 2000; Дмитриев, 2004).

В процессе адаптации происходит оптимизирование физиологических процессов, и организм формирует новую внутреннюю среду в новых условиях функционирования, в которых ВНС регулирует и координирует работу органов и систем в связи с новыми потребностями организма. Следовательно, в этих условиях ВНС может быть фактором патогенеза, а также фактором риска, включающегося в ответ на повреждение органов и тканей (Frost et al, 1951; Kerdo, 1966; Вейн, 1971; Heidbreder, 1981; Вейн, 1991; Горбунова, 2000).

1.2. Изучение variability сердечного ритма с целью оценки функционирования сердечно-сосудистой системы

Интерес к исследованиям регуляции системы кровообращения во всем мире достаточно велик, поскольку вегетативные дисфункции лежат в основе возникновения многих заболеваний. Исследования индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма показали, что ряд факторов влияет на процессы регуляции – возраст масса тела (Карпенко, 2012; Сапожникова, 2012). Для исследования и оценки преобладающих типов вегетативной регуляции используется метод анализа variability сердечного ритма (ВСР) – современный, общепринятый индикатор функционального состояния различных звеньев регуляторного механизма, который начал развиваться в космической медицине и в настоящее время получил широкое распространение во всем мире (Сапожникова, 2012).

В области экологической физиологии человека показано, что параметры variability сердечного ритма (ВСР) позволяют оценивать как текущее состояние здоровья человека, так и его резервные возможности (Баевский, 2013; Шлык, 2009; Амиров, 2008; Самсонова, 2010).

Состояние активности регуляторных звеньев вегетативной нервной системы определяет адаптационные возможности организма. Оптимальный уровень функционирования систем может быть сохранен только при отсутствии напряжения регуляторных систем организма. Это определяет необходимость выявления количественных различий в показателях ВСР (Агаджанян Н. А., 2014).

Исходный вегетативный тонус (ИВТ) — один из интегральных параметров автономной нервной системы, характеризующийся относительным постоянством вегетативных функций (Шайхелисламова М. В., 2012).

В качестве индикатора адаптационных реакций организма использовалась сердечно-сосудистая система и, в частности, ее регуляторный

аппарат. Изучение вариабельности сердечного ритма (ВСР) позволило оценивать активность различных уровней регуляции, обеспечивающих процессы адаптации. При этом обеспечивалось выявление изменений функционального состояния организма на донологическом уровне, когда еще отсутствуют клинически значимые отклонения (Берсенева А. П., 2012).

Сердечный ритм является индикатором отклонений в системе регуляции, поэтому исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) имеет важное прогностическое и диагностическое значение при самых разнообразных патологиях: заболеваниях сердечно-сосудистой, нервной, дыхательной, эндокринной систем и психоэмоциональных (стрессовых) нарушениях (Севрюкова Г.А., 2014).

Регуляция сердечного ритма является результатом работы пейсмекеров синусового узла (СУ) и модулирующего влияния вегетативной нервной системы (ВНС), центральной нервной системы (ЦНС), ряда гуморальных факторов и рефлекторных воздействий. В норме основное модулирующее влияние на ритм сердца оказывает ВНС (Романова М.М., 2012).

Анализ вариабельности сердечного ритма состоит из серии измерений изменчивости последовательных RR - интервалов синусного происхождения, которые предоставляют информацию об автономном тоне (Tsuji et al, 1996). На ВСР могут влиять различные физиологические факторы, такие, как пол, возраст, дыхание и положение тела (Vonnemeier et al, 2003). Измерения ВСР неинвазивны и высоко воспроизводимы. Как правило, они могут выполняться на базе 24-часовой холтеровской регистрации, или на более коротких периодах от 0,5 до 5 минут, в особенности, в области динамической ЭКГ (Van Ravenswaaij et al., 1993). Несмотря на то, что компьютерный анализ записей на ленту усовершенствовался, всё же требуется человеческое вмешательство при измерении большинства параметров ВСР для обнаружения ошибочных ударов, компонентов и изменений скорости, что может менять временные интервалы (Шилович, 2012).

Наилучшее функциональное состояние организма подразумевает высокую автоматию и вариабельность функционирования физиологических систем организма, а также снижение централизации управления функцией (Гаврилова Е.А., 2014; Горбанева Е.П., 2014).

Анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) предоставляет возможность выделить признаки дисбаланса активности симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы, определяющей степень выраженности сосудистой патологии с дифференциальной оценкой характера многофункциональных нарушений. Это позволяет более точно определить адаптивные резервы и стрессовую устойчивость индивида, выявить риск развития как острых, так и хронических сосудистых осложнений (Волкивская Е. Д., 2012).

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) – это современная методология и технология исследования и оценки состояния регуляторных систем организма, в частности функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы (Лямин, Разыграева; Баевский). Регуляторные системы организма – это постоянно действующий аппарат слежения за состоянием всех систем и органов, их взаимодействием и за соблюдением равновесия между организмом и средой (Лямин, Разыграева).

Степень напряжения регуляторных систем – это интегральный ответ организма на весь комплекс воздействующих на него факторов, независимо от того, с чем они связаны. Контроль функционального состояния обучающегося методом анализа ВСР можно осуществлять, анализируя степень напряжения регуляторных систем организма, возникающую в ответ на любое стрессорное, физическое, эмоциональное, интеллектуальное воздействие (Лямин и др., 2009). Метод анализа ВСР основан на распознавании и измерении временных интервалов между самыми высокоамплитудными зубцами электрокардиограммы (ЭКГ), R-зубцами, или R-R-интервалы, а также построении динамических рядов кардиоинтервалов и последующего анализа полученных числовых рядов различными

математическими методами (Баевский, 2001). Основная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в «функции разброса» длительностей кардиоинтервалов. Сердечная аритмия отражает сложные процессы взаимодействия различных контуров регуляции сердечного ритма. Наиболее простой моделью является двухконтурная модель регуляции. Она основывается на кибернетическом подходе, при котором система управления синусовым узлом представляется в виде двух взаимосвязанных контуров: центрального и автономного, управляющего и управляемого с каналами прямой и обратной связи. При этом воздействие автономного контура идентифицируется с дыхательной, а центрального – с недыхательной аритмией. Согласно стандартам Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии выделяют две группы методов исследования сердечного ритма – временные (статистический анализ и вариационная пульсометрия) и частотные (спектральный анализ). При исследовании функционального состояния студентов во время обучения наиболее информативными являются именно эти методы анализа. Сущность вариационной пульсометрии заключается в изучении закона распределения кардиоинтервалов как случайных величин. При этом строится вариационная кривая (кривая распределения кардиоинтервалов – гистограмма) и определяются ее основные характеристики: M_0 (Мода), A_{M_0} (амплитуда моды), $M \times DM_n$ (вариационный размах). По данным вариационной пульсометрии вычисляется широко распространенный в России индекс напряжения регуляторных систем или стресс-индекс: $ИН = A_{M_0} / 2M_0 \times M \times DM_n$.

ИН характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время нагрузки проявляется стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов (рост амплитуды моды числа интервалов соответствующих

значению моды – наиболее часто встречаемому значению). Анализ формы гистограмм или метод вариационной пульсометрии наглядно демонстрирует этот процесс в виде сужения гистограммы с ростом амплитуды моды. Количественно это может быть выражено отношением высоты гистограммы к ее ширине (ИН). В норме ИН колеблется в пределах 80-150 условных единиц (у.е.). Этот показатель очень чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Небольшая нагрузка (физическая, умственная или эмоциональная) увеличивают ИН в 1,5-2 раза. При значительных нагрузках он растет в 5-10 раз. Спектральные методы анализа ВСР получили в настоящее время очень широкое распространение. Анализ спектральной плотности мощности колебаний дает информацию о распределении мощности в зависимости от частоты колебаний. Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно графически представить соотношения разных компонентов СР, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма. При спектральном анализе ВСР предлагаются следующие диапазоны частот:

– высокочастотный диапазон (дыхательные волны) (HF) – 0,4–0,15 Гц (2,5–6,5 сек);

– низкочастотный диапазон (медленные волны 1-го порядка) (LF) – 0,15–0,04 Гц (6,5–25 сек);

– очень низкочастотный диапазон (медленные волны 2-го порядка) (VLF) – 0,04–0,015 Гц (25–66 сек).

– при анализе длительных записей выделяют также еще и ультра низкочастотный компонент (ULF) с частотами меньше 0,015 Гц (больше 66 сек.).

По данным спектрального анализа сердечного ритма вычисляется т.н. индекс централизации – ИЦ (Index of centralization): $ИЦ = VLF/(HF+LF)$.

Одна из областей применения метода ВСП – изучение состояния здоровья студентов, их адаптационных возможностей (Лямин, Разыграева).

1.3. Влияние умственной нагрузки на вариабельность сердечного ритма

Анализ вариабельности сердечного ритма является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (Хлытин, 2011).

Простота метода сочетается с возможностью получения обширной и разнообразной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакциях целостного организма (Хлытин, 2011).

Характер и выраженность изменений вариабельности ритма сердца и уровня кортизола при выполнении обратного счета в уме зависит от возрастных, половых и, в большей степени, от индивидуальных особенностей: исходного уровня и направленности изменения вегетативного баланса и концентрации кортизола, психоэмоционального статуса (Семёнова, 2015).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие лица мужского пола в возрасте 16-27 лет (30 человек) граждане стран Африки, Латинской Америки после получения устного информированного добровольного согласия. В эксперименте участвовали практически здоровые, некурящие студенты-добровольцы. Исследование проводили при температуре 21-22 °С, в первой половине дня.

Эксперимент состоял из трех частей. В первой части проводили оценку индивидуальных и типологических свойств испытуемых, исследовали тревожность с помощью опросников. Во второй части измеряли основные соматометрические и физиометрические показатели студентов. В третьей – изучали изменение показателей variability сердечного ритма студентов во время умственной нагрузки и после неё.

2.1. Оценка индивидуальных типологических свойств испытуемых, определение уровня тревожности

Определение индивидуальных типологических свойств исследуемых проводили с использованием опросника Айзенка по определению темперамента (Райгородский Д.Я., 2001) (Приложение 1). Оценку уровня тревожности (реактивную тревожность) и личностную тревожность определяли с помощью методики, разработанной Ч.Д. Спилбергером и адаптированной Ю.Л. Ханиным, и по методике измерения уровня тревожности Дж. Тейлора (Райгородский Д.Я., 2001) (Приложение 2, 3).

2.2. Измерение основных соматометрических и физиометрических показателей

Были исследованы основные соматометрические показатели: рост, вес тела, артериальное давление.

Для измерения роста использовали ростомер, который состоял из площадки, вертикальной стойки с делениями и передвижной планшетки. Испытуемый становился на площадку ростомера спиной к вертикальной стойке, выпрямившись, прикасался к стойке затылком, межлопаточной областью, ягодицами и пятками. Скользящую горизонтальную планку прикладывали к голове без надавливания. Полученные данные фиксировали.

Для определения массы тела использовали весы. В ходе проведения исследований следили за тем, чтобы они были правильно установлены и налажены.

Для измерения артериального давления использовали методику Короткова (Яковлев, 2005). Измерение проводили в положении пациента сидя, после 10-15-минутного отдыха. Во время измерения артериального давления (АД) исследуемый находился в состоянии покоя, без напряжения, не разговаривал. Манжету сфигмоманометра плотно накладывали на обнажённое плечо пациента. В локтевой ямке находили пульсирующую плечевую артерию и прикладывали к этому месту стетофонендоскоп. После этого нагнетали воздух в манжету выше нормы примерно на 20-30 мм рт.ст., а затем медленно выпускали воздух со скоростью 2 мм/с. При измерении АД по методу Короткова систолическое давление (САД) регистрировали при появлении первых тихих тонов над лучевой артерией, а диастолическое давление (ДАД) – в момент резкого ослабления тонов (Яковлев, 2005).

2.3. Метод оценки variability сердечного ритма

С помощью оборудования «Поли-Спектр» («Нейрософт», Иваново, Россия) регистрировали variability сердечного ритма. В исследовании использовали методику записи кардиоритмограмм по Р. М. Баевскому (Гурова, Станишевская, 2009), учитывали анализ спектрограммы и ритмограммы.

Для регистрации электрокардиограммы использовали прижимные электроды и кабель отведений (Рис. 1).



Рис. 1. Оборудование для анализа сердечного ритма

ЭКГ регистрировали в специальном помещении, удаленном от возможных источников электрических помех. Кушетка находилась на расстоянии не менее 1,5 м от проводов электросети. Исследование проводили после 5 минут отдыха. Запись ЭКГ производили в положении лежа на спине, при спокойном дыхании. Обстановка в помещении была приближена к естественным условиям (Струтынский, 2012). Electrodes прикрепляли на конечности по общепринятой методике: красный электрод – на правую руку, желтый – на левую руку, зеленый – на левую ногу и черный – на правую ногу.

Запись электрокардиограммы осуществляли в течение 5 минут, выполняли анализ variability сердечного ритма студентов-иностранцев в состоянии относительного покоя, во время умственной нагрузки и после умственной нагрузки. Исследовали показатели временного анализа, частотного анализа и вариационной пульсометрии по Р. М. Баевскому.

Эксперимент состоял из трех этапов:

1 – регистрация показателей ЭКГ и сердечного ритма в покое (фоновая запись);

2 – запись этих показателей во время информационной нагрузки – при выполнении «арифметического» теста;

3 – регистрация показателей ЭКГ и сердечного ритма после выполнения умственной нагрузки.

Продолжительность каждого этапа составляла 5 минут.

Информационная нагрузка создавалась последовательным вычитанием числа «7» из 500 ($500 - 7 = 493$; $493 - 7 = 486$; $486 - 7 = 479$ и т.д.).

Арифметическое действие выполнялось «в уме». Полученный результат сообщался испытуемым по завершению тестирования. Сообщением результата вызывалась заинтересованность в выполнении задания: известно, что один из 3 условий воспроизведения состояния психоэмоционального напряжения является наличие достаточной мотивации (Боднар Э.Л., и др., 1999).

По результатам спектрального анализа и программной обработки данных студентов разделили на три группы. Классификатором функционального состояния иностранных студентов явился тип регуляции автономной нервной системой вариабельности ритма сердца (Баевский Р. М., 1986, 2011; Шлык Н. И., 2010, 2011, 2013, Захарьева Н.Н., 1993, 2004, 2010, 2016). Известно, что по соотношению в спектрах вариабельности ритмов сердца (ВРС) волн медленного (LF) и быстрого (HF) диапазонов (так называемый вегетативный баланс) выделяют три биотипа автономной нервной регуляции ритма сердца (Баевский, 1986, 2011; Шлык 2010, 2011; Захарьева, 1993, 2004, 2010, 2016): нормотонический, ваготонический и симпатикотонический (Захарьева, 2016). Выделяли типы автономной нервной регуляции по ритму сердца: 1 группа – нормотоники – 14 чел.(46,7 %); 2 группа – симпатикотоники – 6 чел. (20,0 %) 3 группа – ваготоники – 10 чел. (33,3 %).

Для того чтобы определить тонус вегетативной нервной системы применяли спектральный анализ, где выделяли LF-диапазон, отражающий состояние симпатического отдела нервной системы, и HF-диапазон, отражающий состояние парасимпатического отдела нервной системы (Цехмистренко, Станишевская, 2006). Согласно нормативам, соотношение LF/HF во время

бодрствования в спокойном состоянии должно быть в пределах 0,5-1,5 условных единиц. Этот диапазон соответствует нормотонии, если $LF/HF < 0,5$ условных единиц – это свидетельствует о ваготонии; $LF/HF > 1,5$ условных единиц – о симпатотонии (Баевский, 2006).

Выполненный спектральный анализ и полученные результаты, отражали энергетические и регуляторные процессы в организме, которые позволили найти периодические составляющие в колебаниях сердечного ритма, а также оценить их вклад в динамику ритма (Баевский, 2001). Кроме того, при спектральном анализе парасимпатическая и симпатическая деятельность была оценена в короткий период времени.

Согласно исследованию спектрального анализа вариабельности ритма сердца, выделяли и анализировали следующие, показатели в таблице 1.

Таблица 1

Анализ вариабельности ритма сердца

Показатели, единицы измерения	Характеристика
TP, $мс^2$	Полная мощность спектра колебаний кардиоритма
VLF, $мс^2$	Мощность «очень» низкочастотного спектра (метаболического частотного диапазона)
LF, $мс^2$	Мощность спектра кардиоритма в области низких частот (0,04-0,15 Гц). Некоторые авторы считают, что они являются количественным маркером симпатического отдела нервной системы (Malliani, 1994) (барорефлекторного частотного диапазона)
LFnorm, у.е.	Мощность спектра кардиоритма в области низких частот, измеренная в нормализованных единицах
HF, $мс^2$	Мощность спектра кардиоритма в области высоких частот (0,15-0,4 Гц). Считается установленным, что они связаны с парасимпатической деятельностью и с дыханием (вагоинсулярного частотного диапазона) (Агаджанян, Баевский, Берсенева, 2000)
HFnorm, у.е.	Мощность спектра кардиоритма в области высоких частот, измеренная в нормализованных единицах
LF/HF	Соотношение мощностей спектра кардиоритма в области высоких и низких частот
LF%	Процент колебаний низкой частоты в общей мощности спектра
HF%	Процент колебаний высоких частот в общей мощности спектра

	тра
--	-----

По методике Р. М. Баевского рассчитывали следующие показатели кардиоритмограммы, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Показатели кардиоритмограммы

Показатели, ед. измерения	Характеристика
ЧСС уд./мин	Средняя частота сердечных сокращений
M, с	Среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R
СК, с ²	Среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R
Мо, с	Мода – наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R.
Ме, с	Медианное значение продолжительности интервала R-R
ВР, с	Вариационный размах – разница между максимальным и минимальным значениями продолжительности интервала R-R
ИВР	Индекс вегетативного равновесия
ПАПР	Показатель адекватности процессов регуляции
ВПР	Вегетативный показатель ритма
ИН	Индекс напряжения

Для анализа ритмограммы использовали следующие критерии в таблице 3.

Таблица 3

Показатели ритмограммы

Показатели, ед. измерения	Характеристика
R-Rmin, мс	Минимальная продолжительность интервала R-R
R-Rmax, мс	Максимальная продолжительность интервала R-R
RRNN, мс	Средняя длительность «нормальных» интервалов R-R
SDNN, мс	Стандартное отклонение всех NN-интервалов
RMSSD, мс	Квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R
pNN50 %	Доля соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс
Cv, %	Коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R

Для обработки данных использовали компьютерные программы статистической обработки «Excel» и «Statistica 10.0». Достоверность различий средних значений ритмограммы и электрокардиограммы, полученных в фоне и во время умственной нагрузки для всей совокупности исследуемых, определяли по непараметрическому критерию Wilcoxon.

ГЛАВА 3. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Оценка соматометрических и физиометрических показателей студентов

Изучены основные соматометрические показатели студентов мужского пола в возрасте 16-28 лет с разным тонусом вегетативной нервной системы. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4

Возраст, соматометрические показатели студентов-иностранцев с различным вегетативным тонусом ($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	Нормотоники	Симпатотоники	Ваготоники
Возраст, лет	$21,8 \pm 1,0$	$24,1 \pm 1,5$	$22,5 \pm 0,9$
Рост, см	$174,8 \pm 2,5$	$169,8 \pm 1,6$	$173,5 \pm 1,2$
Масса тела, кг	$73,8 \pm 3,3$	$73,1 \pm 2,8$	$77,7 \pm 3,5$

В таблице 5 отражены функциональные характеристики системы кровообращения студентов-иностранцев в зависимости от исходного вегетативного тонуса.

Таблица 5

Функциональные характеристики системы кровообращения студентов-иностранцев в зависимости от исходного вегетативного тонуса ($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	Референтные значения	Нормотоники	Симпатотоники	Ваготоники
СД, мм рт. ст	120-129	$128,6 \pm 3,8$	$136,0 \pm 7,1$	$127,1 \pm 3,6$
ДД, мм рт. ст	70-75	$73,8 \pm 3,6$	$77,6 \pm 3,8$	$81,1 \pm 3,5$
ЧСС, уд./мин	70	$63,7 \pm 2,6$	$74,5 \pm 7,3$	$71,2 \pm 3,4$

Примечание: СД – систолическое давление; ДД – диастолическое давление; ЧСС – число сердечных сокращений

Выявлено, что у студентов-иностранцев с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы величина систолического давления в состоянии покоя превышала соответствующие референтные значения на 5,4%, диастолического давления – на 3,5%, частоты сердечных сокращений – на 6,4% (табл. 2).

3.2. Изучение показателей variability сердечного ритма у студентов-иностранцев

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что умственная нагрузка вызывала изменения показателей variability сердечного ритма у испытуемых всех групп, что отражает процессы адаптации к воздействию фактору за счет перераспределения напряжения регуляторных систем организма (Дьячкова, Берсенева, 2016).

В таблице 6 представлены значения показателей спектрального анализа variability ритма сердца нормотоников.

Таблица 6

Показатели спектрограммы нормотоников (M±m)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
TP, мс ²	4806,07 ± 1142,60	7815,70 ± 1152,08	5839,70 ± 1096,40
VLF, мс ²			
LF, мс ²	1382,57 ± 402,18	2135,90 ± 313,58	1782,69 ± 350,16
HF, мс ²	1489,36 ± 371,01	2637,80 ± 444,70	1870,80 ± 434,29
LFnorm, у.е.	46,13 ± 1,90	46,039 ± 1,59	50,77 ± 2,10
HFnorm, у.е.	53,86 ± 1,90	54,37 ± 1,60	49,22 ± 2,10
LF/HF	0,88 ± 0,06	0,80 ± 0,06	1,09 ± 0,08
LF%	26,88 ± 1,90	29,20 ± 2,37	29,70 ± 2,77
HF%	31,58 ± 2,20	34,90 ± 2,77	31,12 ± 3,26

Примечание: TP – полная мощность спектра колебаний кардиоритма; VLF – мощность спектра кардиоритма в области очень низких частот (0,04-0,15 Гц) (метаболического частотного диапазона); LF – мощность спектра кардиоритма в области низких частот (0,04-0,15 Гц) (барорефлекторного частотного диапазона); LFnorm – мощность спектра кардиоритма в области низких частот, измеренная в нормализованных единицах; HF – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот (0,15-0,4 Гц) (вагоинсулярного частотного диапазона); HFnorm – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот, измеренная в нормализованных единицах; LF/HF – соотношение мощностей спектра кардиоритма

в области высоких и низких частот; LF% – процент колебаний низкой частоты в общей мощности спектра; HF% – процент колебания высоких частот в общей мощности спектра.

В ходе исследования выявлено увеличение значения показателя LF при выполнении пробы на 54,5%. Согласно данным научной литературы, прирост 10-секундных колебаний (LF-волны) во время нагрузки, как правило, связывается с нервно-эмоциональным напряжением и утомлением. Подобный тип реакции сердечно-сосудистой системы на умственную нагрузку рассматривается как вариант стресс-ответа (Ларионова).

Отмечалось увеличение значения показателя LF при выполнении умственной нагрузки у симпатотоников на 48,3% (табл. 7).

Таблица 7

Показатели спектрального анализа variability ритма сердца
симпатотоников (M±m)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
TP, мс ²	3839,67 ± 1050,30	5660,58 ± 1188,34	5882,84 ± 1428,50
VLf, мс ²			
LF, мс ²	1250,67 ± 462,23	1854,50 ± 449,25	1511,50 ± 384,03
HF, мс ²	548,97 ± 239,90	936,00 ± 219,67	772,00 ± 253,17
LFnorm, y.e.	70,64 ± 3,20	66,84 ± 2,68	68,54 ± 4,08
HFnorm, y.e.	29,37 ± 3,20	33,17 ± 2,68	31,47 ± 4,08
LF/HF	2,60 ± 0,46	2,125 ± 0,28	2,67 ± 0,78
LF%	30,80 ± 5,13	38,60 ± 6,60	33,80 ± 5,48
HF%	13,70 ± 3,49	19,40 ± 3,89	17,30 ± 3,49

Примечание: TP – полная мощность спектра колебаний кардиоритма; LF – мощность спектра кардиоритма в области низких частот (0,04-0,15 Гц); LFnorm – мощность спектра кардиоритма в области низких частот, измеренная в нормализованных единицах; HF – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот (0,15-0,4 Гц); HFnorm – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот, измеренная в нормализованных единицах; LF/HF – соотношение мощностей спектра кардиоритма в области высоких и низких частот; LF% – процент колебаний низкой частоты в общей мощности спектра; HF% – процент колебания высоких частот в общей мощности спектра.

Так же выявлено значительное повышение значения показателя LF при выполнении умственной нагрузки у ваготоников (табл. 8).

Таблица 8

Показатели спектрального анализа вариабельности ритма сердца ваготоников
(M±m)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
TP, мс ²	4108,90 ± 737,58	2677,5±4410,24	5955,60 ± 2309,26
VLF, мс ²			
LF, мс ²	819,90 ± 168,80	3105,00 ± 268,07	11,61 ± 522,38
HF, мс ²	2213,60 ± 417,80	8197,00 ± 1264,28	3131,60 ± 1435,80
LFnorm, у.е.	26,74 ± 1,40	28,5±1,47	27,38 ± 1,18
HFnorm, у.е.	72,58 ± 1,70	71,5±1,47	72,60 ± 1,18
LF/HF	0,37 ± 0,03	0,4±0,029	0,38 ± 0,02
LF%	19,68 ± 1,37	14,37±3,369	19,28 ± 2,056
HF%	54,39 ± 3,27	39,9±11,277	51,20 ± 4,76

Примечание: TP – полная мощность спектра колебаний кардиоритма; LF – мощность спектра кардиоритма в области низких частот (0,04-0,15 Гц); LFnorm – мощность спектра кардиоритма в области низких частот, измеренная в нормализованных единицах; HF – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот (0,15-0,4 Гц); HFnorm – мощность спектра кардиоритма в области высоких частот, измеренная в нормализованных единицах; LF/HF – соотношение мощностей спектра кардиоритма в области высоких и низких частот; LF% – процент колебаний низкой частоты в общей мощности спектра; HF% – процент колебания высоких частот в общей мощности спектра.

Суммарная мощность спектра (TP) отражает суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции, VLF-волны, моделируемые колебаниями в организме концентраций активных веществ в гуморально-метаболически-медиаторной среде, отражают активность психогенных, центральных эрготропных и гуморально метаболических механизмов регуляции сердечного ритма (Булатецкий, 2016; Воронин, 2012).

В ходе интерпретации результатов спектрального анализа вариабельности сердечного ритма в условиях умственной нагрузки показано, что данный фактор индуцирует выраженные изменения спектральных показателей вариабельности сердечного ритма, что интерпретируется как изменение состояния систем автономной регуляции сердечно-сосудистой системы испытуемых (Панкова, 2013).

Изучение показателей ритмограммы сердца показало, что умственная нагрузка в виде решения арифметических задач вызывала уменьшение значения средней длительности интервалов R-R (показатель RRNN) у нормото-

ников на 6,3% (табл. 6), у симпатотоников на 18,9% (табл. 7), у ваготоников на 10,6% (табл. 8) по сравнению со значениями соответствующих показателей в состоянии покоя. Данные изменения свидетельствуют о реакции сердечно-сосудистой системы на оказываемое воздействие.

Среднее значение RR-интервала отражает конечный результат всех регуляторных влияний на сердце и систему кровообращения в целом. Эквивалентен средней частоте сердечных сокращений, обладает наименьшей изменчивостью среди всех медико-статистических показателей, его отклонение от индивидуальной нормы обычно сигнализирует об увеличении нагрузки на аппарат кровообращения или о наличии патологических отклонений (Дьячкова, Берсенева, 2016; Баевский, Иванов, 2001).

Таблица 9

Показатели ритмограммы нормотоников ($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
R-Rmin, мс	610,43 ± 64,06	450,62 ± 58,62	519,59 ± 72,62
R-Rmax, мс	1151,07 ± 46,14	1151,97 ± 42,10	1158,31 ± 35,34
RRNN, мс	970,36 ± 30,71	909,56 ± 39,74	978,07 ± 28,24
SDNN, мс	73,36 ± 10,55	81,50 ± 11,14	71,46 ± 7,56
RMSSD, мс	64,64 ± 9,43	66,43 ± 11,98	62,54 ± 8,18
pNN50, %	29,76 ± 5,22	34,59 ± 4,18	27,53 ± 5,48
CV, %	7,58 ± 1,08	9,25 ± 0,65	7,37 ± 0,80

Примечание: R-Rmin – минимальная продолжительность интервала R-R; R-Rmax – максимальная продолжительность интервала R-R; RRNN – средняя длительность «нормальных» интервалов R-R; SDNN – стандартное отклонение всех NN-интервалов; RMSSD – квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R; pNN50% – доля соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс; Cv – коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R.

Среднее квадратическое отклонение (SDNN) является чрезвычайно чувствительным показателем состояния механизмов регуляции сердечного ритма. Как правило, рост указывает на усиление автономной регуляции, то есть влияния дыхания на ритм сердца, что чаще всего наблюдается во сне. Уменьшение SDNN обычно связывают с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура (Дьячкова, Берсенева, 2016; Баевский, Иванов, 2001).

ва, 2016). Согласно полученным нами данным значение показателя SDNN при выполнении умственной нагрузки у нормотоников повышалось на 11,1% (табл. 6), у симпатотоников – на 42,8% (табл. 7), у ваготоников – на 29,0% (табл. 8) по сравнению со значениями соответствующего показателя в состоянии покоя.

Таблица 10

Показатели ритмограммы симпатотоников ($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
R-Rmin, мс	765,67 ± 59,39	586,58 ± 64,54	713,50 ± 13,61
R-Rmax, мс	11,25 ± 61,91	992,67 ± 46,34	1132,67 ± 17,52
RRNN, мс	982,34 ± 57,97	796,42 ± 25,40	914,17 ± 33,38
SDNN, мс	58,34 ± 9,29	83,33 ± 12,29	66,67 ± 9,47
RMSSD, мс	38,17 ± 8,01	62,50 ± 11,45	41,67 ± 6,62
pNN50, %	15,58 ± 6,55	15,76 ± 4,21	16,64 ± 4,96
CV, %	6,03 ± 60,91	8,18 ± 1,05	7,37 ± 1,047

Примечание: R-Rmin – минимальная продолжительность интервала R-R; R-Rmax – максимальная продолжительность интервала R-R; RRNN – средняя длительность «нормальных» интервалов R-R; SDNN – стандартное отклонение всех NN-интервалов; RMSSD – квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R; pNN50% – доля соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс; CV – коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R.

Показатель RMSSD отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции. В норме значения данного показателя находятся в пределах 20-50 мс (Дьячкова, Берсенева, 2016). Отмечалось увеличение значения данного показателя при выполнении умственной нагрузки студентами, для которых был характерен баланс симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, на 2,8% по сравнению со значением соответствующего показателя в состоянии покоя (табл. 6). У симпатотоников значение данного показателя в ходе решения арифметической задачи повысилось на 63,7% (табл. 7), у ваготоников – снизилось на 6,5% (табл. 8) по сравнению со значениями соответствующих показателей.

Параметр pNN50 рекомендуют в качестве наиболее чувствительного индикатора эмоционального стресса, отражающего изменение работы парасимпатической нервной системы (Дьячкова, Берсенева, 2016).

Таблица 11

Показатели ритмограммы ваготоников ($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
R-Rmin, мс	739,40 ± 33,35	250,00 ± 4,92	767,73 ± 56,34
R-Rmax, мс	1156,60 ± 79,84	1982,00 ± 132,69	1286,45 ± 148,09
RRNN, мс	979,30 ± 46,33	875,50 ± 48,27	1011,82 ± 49,37
SDNN, мс	62,00 ± 6,40	80,00 ± 6,88	70,73 ± 13,23
RMSSD, мс	67,50 ± 8,64	63,10 ± 7,23	77,00 ± 17,99
pNN50, %	44,80 ± 4,40	41,2 ± 3,13	46,06 ± 3,95
CV, %	6,32 ± 0,57	13,30 ± 1,52	6,90 ± 1,08

Примечание: R-Rmin – минимальная продолжительность интервала R-R; R-Rmax – максимальная продолжительность интервала R-R; RRNN – средняя длительность «нормальных» интервалов R-R; SDNN – стандартное отклонение всех NN-интервалов; RMSSD – квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R; pNN50% – доля соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс; Cv – коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R.

В ходе анализа показателей кардиоинтервалографии установлено увеличение частоты сердечных сокращений у студентов всех групп при выполнении умственной нагрузки (табл. 10, 11, 12). У нормотоников значение данного показателя увеличивалось на 10,1% по сравнению со значением в состоянии покоя (табл. 10), у симпатотоников – на 22,1% (табл. 11), у ваготоников – на 13,1% (табл. 12) соответственно. Результаты, полученные нами, совпадают с наблюдениями ряда авторов об увеличении частоты сердечных сокращений при выполнении арифметических операций (Боднар и др., 1999).

Таблица 12

Показатели кардиоинтервалографии по Р. М. Баевскому нормотоников
($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении про- бы	После пробы
Число кардиоциклов	313,57 ± 9,90	339,12 ± 12,90	308,00 ± 8,16
ЧСС, уд./мин	62,70 ± 2,03	69,06 ± 2,60	62,50 ± 1,70
М, с	0,90 ± 0,03	0,89 ± 0,04	0,90 ± 0,03
СК, с ²	0,06 ± 0,01	0,13 ± 0,05	0,07 ± 0,01
Мо, с	0,90 ± 0,03	0,88 ± 0,07	0,90 ± 0,03
АМо, %	40,36 ± 3,89	30,68 ± 3,15	40,70 ± 3,80
Ме, с	0,90 ± 0,03	0,89 ± 0,04	0,90 ± 0,03
ВР, с	0,50 ± 0,08	0,68 ± 0,07	0,60 ± 0,08
ИВР, у.е	118,90 ± 26,70	54,90 ± 8,70	110,80 ± 32,27
ПАПР, у.е	42,30 ± 4,60	33,70 ± 3,30	41,80 ± 4,08
ВПР, у.е.	45,14 ± 42,60	1,99 ± 0,28	2,30 ± 0,48
ИН, у.е.	63,07 ± 15,28	53,28 ± 12,18	56,50 ± 16,23

Примечание: среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R (М); среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R (СК); наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R – мода (Мо); вариационный размах (ВР); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР); индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Амплитуда моды (АМо) – число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, отражает эффект стабилизирующего влияния симпатической нервной системы на кардиоритм. Условная норма АМо составляет 32-41% (эйтония). Уменьшение АМо ниже 32% свидетельствует о ваготонии, увеличение выше 41% – о симпатикотонии (Дьячкова, Берсенева, 2016).

Выявлено снижение значений показателей АМо, ИВР, ИН у студентов-иностранцев, для которых характерна нормотония, при выполнении умственной нагрузки на 24,0%, 53,8%, 49,0% соответственно (табл. 10).

Установлено уменьшение значений показателей АМо, ИВР, ИН у студентов-иностранцев, для которых характерна симпатикотония, при выполнении умственной нагрузки на 17,2%, 26,7%, 6,0% соответственно данными таблицы 13.

Таблица 13

Показатели кардиоинтервалографии по Р. М. Баевскому симпатотоников
($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
Число кардиоциклов	309,67 ± 20,70	380,50 ± 10,30	328,50 ± 12,30
ЧСС, уд./мин	62,67 ± 4,24	76,50 ± 2,44	66,67 ± 2,56
М, с	0,90 ± 0,06	0,79 ± 0,02	0,90 ± 0,03
СК, с ²	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Мо, с	1,00 ± 0,06	0,80 ± 0,02	0,90 ± 0,03
АМо, %	42,00 ± 5,78	34,77 ± 5,02	33,70 ± 5,27
Ме, с	0,90 ± 0,05	0,79 ± 0,03	0,77 ± 0,14
ВР, с	0,36 ± 0,06	0,40 ± 0,07	0,42 ± 0,02
ИВР, у.е	154,90 ± 53,37	113,60 ± 39,07	80,67 ± 12,60
ПАПР, у.е	42,07 ± 4,80	43,67 ± 6,40	36,45 ± 5,90
ВПП, у.е.	3,40 ± 0,70	3,70 ± 0,70	2,58 ± 0,13
ИН, у.е.	76,90 ± 23,26	52,85 ± 14,20	43,30 ± 6,60

Примечание: среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R (М); среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R (СК); наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R – мода (Мо); вариационный размах (ВР); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПП); индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Выявлено снижение значений показателей АМо, ИВР, ИН у студентов-иностранцев, для которых характерна ваготония, при выполнении умственной нагрузки на 28,8%, 88,2%, 88,3% соответственно.

Таблица 14

Показатели кардиоинтервалографии по Р. М. Баевскому у ваготоников
($M \pm m$)

Показатели, ед. измерения	В покое	При выполнении пробы	После пробы
1	2	3	4
Число кардиоциклов	310,20 ± 14,09	302,00 ± 4,90	301,27 ± 14,39
ЧСС, уд./мин	62,80 ± 2,80	71,00 ± 3,27	60,90 ± 2,80
М, с	0,90 ± 0,05	0,90 ± 0,02	1,01 ± 0,05
СК, с ²	0,06 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,07 ± 0,01

Продолжение табл. 14

1	2	3	4
Mo, с	0,90 ± 0,05	0,90 ± 0,05	1,04 ± 0,05
AMo, %	35,40 ± 2,45	25,20 ± 2,70	33,80 ± 2,90
Me, с	0,90 ± 0,05	0,90 ± 0,02	1,01 ± 0,05
BP, с	0,40 ± 0,09	2,01 ± 0,13	0,50 ± 0,18
ИВР, у.е	112,00 ± 19,60	13,16 ± 2,16	106,11±19,38
ПАПР, у.е	36,49 ± 2,70	27,25 ± 1,45	33,8±3,799
ВПР, у.е.	3,28 ± 0,47	0,55 ± 0,01	2,94±0,469
ИН, у.е.	59,77 ± 11,50	33,38 ± 5,15	54,3±11,3

Примечание: среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R (M); среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R (СК); наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R – мода (Mo); вариационный размах (BP); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР); индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

Индекс напряжения регуляторных систем отражает степень централизации управления сердечным ритмом, активность механизмов симпатической регуляции (Дьячкова, Берсенева, 2016). У испытуемых всех групп выявлено снижение значений данного показателя при выполнении умственной нагрузки по сравнению с соответствующими значениями, зарегистрированными в состоянии покоя – на 15,5% у нормотоников (табл. 10), на 31,3% у симпатотоников (табл. 11), на 55,8% у ваготоников (табл. 12).

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что выполнение арифметических действий влияет на состояние сердечно-сосудистой системы студентов-иностранцев, а также на уровень напряжения регуляторных систем организма.

2. Выявлено повышение значений показателя LF при выполнении умственной нагрузки у нормотоников (на 54,5%), симпатотоников (на 48,3%) и ваготоников (на 278,7%).

3. Установлено, что умственная нагрузка опосредует снижение среднего значения RR-интервала у нормотоников (на 6,3%), симпатотоников (на 18,9%) и увеличение данного показателя у ваготоников (на 4,7%).

4. Обнаружено, что срочная адаптация к дозированной умственной нагрузке иностранных студентов из стран Африки и Латинской Америки с разным вегетативным тонусом характеризуется уменьшением значений показателей АМо, ИВР, ИН.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Учение о здоровье и проблемы адаптации [Текст]: учебник / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2000. – 204 с.
2. Агаджанян, Н. А. Хронофизиология, экология человека и адаптация [Текст] / Н. А. Агаджанян, И. В. Радыш, С. Л. Совершаева // Экология человека. – 1995. – № 1. – С. 9-15.
3. Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье [Текст] / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. - М. : РУДН, 2006. - 284 с.
4. Аксянова, Е. А. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей 5-7 лет [Текст] / Е. А. Аксянова, М. А. Сырцова // Гигиена и санитария. – 1990. - № 3. - С. 13-15.
5. Антропова, М. В. Умственная работоспособность учащихся 1-4 классов, проживающих в экстремальных климатических условиях [Текст] / М. В. Антропова, Н. В. Соколова // Гигиена и санитария. – 1996. - № 5. - С. 17-20.
6. Аракелов, Г. Г. Стресс и его механизмы [Текст] / Г. Г. Аракелов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. - 1995. - № 4. - С. 45-46.
7. Баевский, Р. М. Оценка адаптивных возможностей организма и риск развития заболеваний [Текст] / Р. М. Баевский, А. Л. Берсенева. - М. : Медицина, 1997. - С. 265.
8. Баевский, Р. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем [Текст] / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-86.
9. Беккельман, Е. И. Исследование напряженности и восстановления исходного функционального состояния сердечно-сосудистой системы в зависимости от «вегетативного тонусного лагеря [Текст] / Е. И. Беккельман // Медицина труда и промышленная экология. - 1999. - № 1. – С. 15-20.

10. Бобровницкий, И. П. Биохимические исследования в оценке профессионального здоровья летного состава [Текст] // Функциональное состояние летчика в экстремальных условиях / Под ред. В. А. Пономаренко, П. В. Васильева. - М. : Полет, 1994. - С. 305-342.
11. Вейн, А. М. Лекции по патологии вегетативной нервной системы [Текст] / А. М. Вейн. - М., 1971. - 135 с.
12. Вейн, А. М. Вегето-сосудистая дистония [Текст] / А. М. Вейн, А. Д. Соловьева, О. А. Колосов. - М. : Медицина, 1991. - 318 с.
13. Верещагин, В. Ю. Философские проблемы теории адаптации человека [Текст] : учебник / В. Ю. Верещагин. – Владивосток, 1988. – 164 с.
14. Воробьёва, Е. В. Психофизиологические основы эффективности учебной деятельности студентов на этапе освоения фундаментальных дисциплин [Текст] : Автореф. дисс... канд. биол. наук. - Волгоград, 2001. – 24 с.
15. Горбунов, В. В. Условия адекватности использования показателей сердечного ритма для оценки психофизиологической напряжённости операторской деятельности [Текст] / В. В. Горбунов // Физиология человека. - 1997. - Т. 23. - № 5. - С. 40-43.
16. Горбунова, А. В. Вегетативная нервная система и устойчивость сердечно-сосудистых функций при эмоциональном стрессе [Текст] / А. В. Горбунова // Нейрохимия. – 2000. - № 3. - С. 163-184.
17. Грибанов, А. В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера [Текст] : Автореф. дис... д-ра мед. наук / А. В. Грибанов ; Арханг. мед. ин-т-Архангельск, 1991. - 38 с.
18. Грибанов, А. В. Вариабельность сердечного ритма : анализ и интерпретация [Текст] : метод. рекомендации / А. В. Грибанов, Т. В. Волокитина, Э. В. Леус. – Архангельск : ПТУ им. М.В. Ломоносова. – 2001. - 16 с.
19. Елфимов, А. И. О функциональной гомологии в реакции кардиореспираторной системы человека на воздействие гипоксии и гиперкапнии в различных условиях среды обитания [Текст] /

- А. И. Елфимов, Н. А. Агаджанян // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. - № 1. - С. 28-36.
20. Желтиков, В. А. Влияние экологических условий на процессы адаптации и функциональные резервы организма человека [Текст] : Дис... канд. мед. наук / В. А. Желтиков ; РУДН. - Москва, 1998. - 146 с.
 21. Жилина, О. А. Экзаменационный стресс как фактор риска гастроэнтерологической патологии студентов с различными личностными характеристиками [Текст] / О. А. Жилина, А. В. Грязных // Новые исследования : альманах / Физиология развития человека : материалы междунароуд. научн. конф. - М. : Вердана, 2004. - № 1-2 (6-7). - С. 165-166.
 22. Маршалл, Р. Д. Функция сердца здоровых и больных [Текст] / Р. Д. Маршалл, Д. Т. Шефердт. - М. : Медицина, 1972. - 218 с.
 23. Мелькова, Л. А. Динамика кровообращения у жителей Африки на начальном этапе адаптации при обучении в северном вузе [Текст] : диссертация канд. мед. наук. - Архангельск, 2005. – 131 с.
 24. Новожилов, Г. Н. Вегетативный индекс Кердо как показатель первичного приспособления к условиям жаркого климата [Текст] / Г. Н. Новожилов, О. В. Давыдов, К. В. Мазуров, Н. А. Дудочкин, Н. М. Михайлов // Воен. мед. журн., 1969. - № 8. - С. 68-69.
 25. Ноздрачев, А. Д. Физиология вегетативной нервной системы [Текст] / А. Д. Ноздрачев. – Л. : Медицина, 1983. - 296 с.
 26. Салманов, П. П. Особенности функционального состояния организма в условиях целенаправленной деятельности [Текст] / П. П. Салманов // автореф. дис. кан. мед. наук. - М., 1989. - 22 с.
 27. Тигранян, Р. А. Стресс и его значение для организма [Текст] : учебник / Р. А. Тигранян. – М., 1988. – 196с.
 28. Туровская, З. Г. О соотношении типологических особенностей высшей нервной деятельности с некоторыми характеристиками вегетативного

- реагирования [Текст] / З. Г. Туровская // Проблемы дифференциальной психофизиологии. – М. : Педагогика, 1974. - С. 228-242.
29. Филкнер, Б. Реактивность сердечно-сосудистой системы лиц молодого возраста [Текст] / Б.Филкнер // Кардиология. - 1996. - № 1 - С. 39-44.
30. Баевский, Р. М. Медико-физиологические аспекты ВСР [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.ramena.ru/page.php?18>, свободный.
31. Лямин А. В. Модель электронного адаптивного обучения с оценкой функционального состояния обучающегося [Текст] / А. В. Лямин, В. А. Разыграева, А. А. Скшидлевский // Материалы VIII Международной научно-практической конференции-выставки «Единая образовательная информационная среда : проблемы и пути развития». – Томск : Графика-Пресс, 2009. – С. 108-109.
32. Хлытин, Н. В. Влияние умственной нагрузки на показатели сердечного ритма [Текст] / Н. В. Хлытин. – Выпускная квалификационная работа. – Тула : ФБГОУ ВПО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого», 2011. – 46 с.
33. Шангин, А. Б. Особенности сопряженного дыхания и кровообращения у лиц молодого возраста при психо-эмоциональном напряжении, вызванном экзаменационной ситуацией [Текст] / А. Б. Шангин, В. И. Шостак // Физиология человека. - 1992. - Т. 18. - № 1. - С. 117-122.
34. Щербатых, Ю. В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса [Текст] : автореф. дис. док. биол. наук / Ю. В. Щербатых. – СПб., 2001. - 32 с.
35. Юматов, Е. А. Экзаменационный стресс-причина соматовегетативных нарушений у студентов [Текст] / Е. А. Юматов, В. И. Бадиков, О. С. Глазичев, Е. А. Умрюхин // Здоровье студента: сб. тезисов междунар. науч.-техн. конф. - М. : РУДН, 1999. - С. 24-25.
36. Dinse NR. O. Metabolic control of respiratory neuronal activity and accompanying changes in breathing movement of the rabbits / HR. O. Dinse, M. Fallert, G. Bohmer, R.A. Chaplain // Pflugers Arch J. Physiol. - 1986. - Bd. 365. - P. 69-75.

37. Frost, I. V. Stress studies on auto cars drivers / I. V. Frost, R. U. Lruer, K. J. Kohlstaed // J. Jas. Clin. Med., 1951. - Vol. 38. - P. 523-536.
38. Heidbreder, E. Stress, Emotion and Hypertonie: Die integrative Rolle des Zentralnervsystems / E. Heidbreder, A. Heidland. - Klin Wschr, 1981; 59: 13: 715-726
39. Hoffman, J. Physiological Aspects of Sport Training and Performance /J. Hoffman // Human Kinetics. - 2002. - P. 343.
40. Kerdo, I. Ein mes Daten der Blutz irkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der Vegetativen Tonuslage / I. Kerdo // Acta neurovegetativa, 1966, Bd, 29. - № 2. - P. 250-268.
41. Murphy, L.K. Cardiovascular reactivity to psychological stress in helthy children / L.K. Murphy, B.S. Alpert, R.S. Burdon et al // Psychophysi-olody, 1988. - Vol. 25. - № 2. - P. 144-152.
42. Wilmore, JH. Physiology of sport and exercise / JH. Wilmore, DL. Costill // Champaign, LLirois Human Kinetics. - 2004. - 726 p.
43. Агаджанян, Н. А. Особенности адаптации индийских студентов к условиям средней полосы /Н.А. Агаджанян, И.В. Радыш, Ш. Дурре //Экология человека .- 1998 - № 2 - С.21-25.
44. Агаджанян, Н.А. Критерии адаптации и экопортрет человека / Н.А. Агаджанян // Бюл. СО АМН СССР. - 1981. - № 6. - С. 35.
45. Агаджанян, Н.А. Сравнительные особенности вариабельности сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природноклиматических регионах / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, А.Е. Северин, Ю.Н. Семенова // Физиология человека. - 2007. - Том 33. - № 6. - С. 66-70.
46. Агаджанян, Н.А. Формирование оптимального функционального уровня неспецифической резистентности в период адаптации студентов к условиям вуза / Н.А. Агаджанян, Т.В. Попова, М.Ф. Сауткин // Физиология человека. - 1994. - Т. 20. - № 3. - С. 144.

47. Агаджанян, Н.А. Этнический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения / Н.А. Агаджанян // Экология человека. – 2014. – № 3. – С. 3 -13.
48. Агаджанян, Н.А., Ермакова Н.В. Экологический портрет человека на Севере. - М.: «Крук». 1997. 208 с.
49. Адамович, Б.А. Проблема автоматизированной оценки функционального состояния организма космонавтики и профилактической медицины на современном этапе / Б.А. Адамович. Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, И.И. Фунтова // Косм. биол. и авиакосм. мед. - 1990. - Том 24. - № 4. - С. 11-18.
50. Алеева А.Я. Система методических принципов подготовки иностранных студентов к учебно-информационной профессионально ориентированной среде вуза // Труды ТГТУ, вып. 6, 2000. С.33-38.
51. Алексеева, Т.И. Проблема биологической адаптации и охрана здоровья населения / Т.И. Алексеева // Антропология в медицине. Под ред. Алексеевой Т.И. - М.: МГУ, 1989. - С. 17-36.
52. Аруин, А.Г. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций: Руководство / Аруин А.Г., Бабаева В.Г., Гельфанд В.Б. и др. / Под ред. Д.С. Саркисова. - М., 1987. - 446 с.
53. Бабакова, Л.Д. Влияние взаимодействия культур на адаптацию студентов / Л.Д. Бабакова, Р.Н. Бедрик, О.М. Воскерчьян, Б.Н. Моренко // Медико-биологические, культурологические и педагогические аспекты зарубежных студентов: Тез. докл. – Волгоград, 1997. – С. 62-63.
54. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Вестник аритмологии. – 2001. - №24. – С. 65-86.
55. Баевский, Р.М. Исследования вегетативной регуляции кровообращения в условиях длительного космического полета / Р.М. Баевский // Название журнала. – 2013. – Номер. – С. 42-52.

56. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. / Р.М. Баевский - М.: Медицина, 1979. - 298 с.
57. Берестнева, О.Г. Применение информационно-энтропийного подхода для исследования особенностей адаптации студентов к обучению в вузе / О.Г. Берестнева. // Название журнала. – 2013. – Т. 16, No 3. – 11 с.
58. Берсенева, А.П. Индивидуальный динамический донозологический контроль на основе анализа вариабельности сердечного ритма с использованием прибора «Heart wizard» / А.П. Берсенева // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 45-50.
59. Берснев, Е.Ю. Спортивная специализация и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма / Е.Ю. Берснев // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Тезисы докладов IV Всероссийского симпозиума с международным участием. – Ижевск, 2008. – С. 42-45.
60. Блинова, М.Л. Адаптационный потенциал: психологическая характеристика понятия Психологическое сопровождение образования / М.Л. Блинова // Название журнала. – 2015. – Номер. – С. 103-111.
61. Ботова, Л.Н. Индивидуальные особенности гемодинамики у гимнасток 8-10 лет в тренировочном процессе / Л.Н. Ботова. – Город: Издательство, 2015 – 23 с.
62. Бочаров, М.И. Гендерные особенности нейротизма и вегетативной регуляции у молодых людей Севера России / М.И. Бочаров // Название журнала. – 2015. – Номер. – С. 3-13.
63. Боченков, А.А. // Методология и принципы комплексной психологической оценки профессиональной пригодности военных специалистов / А.А. Боченков, С.В. Чермянин, В.И. Ступина // Воен.-мед.- журн. - 1994. - № 11. - С. 41-46.
64. Булатецкий, С.В. Критерии оптимизации тренирующих и реабилитационных мероприятий в аспекте системной организации

- адаптивных функций целостного организма / С.В. Булатецкий // Название журнала. – 2016. – Номер. – С. 64-66.
65. Булатецкий, С.В. Некоторые аспекты оценки адаптационных возможностей курсантов / С.В. Булатецкий // Название журнала. – 2016. – Номер. – С. 66-67.
66. Бутова, О.А. Особенности циркадианной организации показателей variability сердечного ритма сердца у женщин зрелого возраста с ночным и дневным графиком работы / О.А. Бутова // Название журнала. – 2014. – Номер. – С. 194-202.
67. Ваганова, И.Б. Культурологические аспекты гуманитарного образования иностранных студентов в медицинском вузе / И.Б. Ваганова, Т.Г. Тимофеева, Н.З. Нуритдинова // Медико-биологические, культурологические и педагогические аспекты зарубежных студентов: Тез. докл. – Волгоград, 1997. – С 18.
68. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение / Отв. ред. Н.И. Шлык, Р.М. Баевский // Тезисы докладов IV Всероссийского симпозиума. – Ижевск: УдГУ, 2008. – 344 с.
69. Вассерман, Л.И. Методы исследования в психологии / Л.И. Вассерман // Название журнала. – 2013. – Номер. – С. 3-34.
70. Ветчинкина, К.Т. Исследование физиологических особенностей процесса адаптации студентов из стран Азии, Африки и Латинской Америки в условиях Москвы: Автореф. дисс.. канд. мед. наук, Москва, 1980.- 22с. Корешкин, А.И. Адаптация и дезадаптация: Сб. статей Петербургского гос. Университета. – СПб, 1992.- 231с.
71. Волкивская, Е.Д. Региональные особенности variability сердечного ритма пациентов, страдающих ожирением / Е.Д. Волкивская // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 38-41.

72. Воронин, Р.М. Физиологические аспекты оценки здоровья и адаптации к военной службе лиц призывного возраста / Р.М. Воронин. – Город: Издательство, 2012. – 287 с.
73. Гаврилова, Е. А. Ритмокардиография в спорте / Е.А. Гаврилова. – Город: Издательство, 2014 – 164 с.
74. Гаврилова, Е.А. Использование variability ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности / Е.А. Гаврилова. – Город: Издательство, 2014. – Страницы.
75. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
76. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – Город: Издательство, 2014. – 164 с.
77. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, variability: монография / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
78. Гапонова, С.А. Особенности адаптации студентов вузов в процессе обучения // Психологический журнал. – 1994.- Т.15. - № 3. – С. 131-134
79. Геворкян, Э.С. Влияние физической нагрузки на кардиогемодинамические показатели студентов / Э.С. Геворкян, Ц.И. Адамян, С.М. Минасян, Г.Г. Туманян, Н.Н. Ксаджикян, Л.Э. Гукасян // Гиг. И сан. 2008. - № 3. - С. 56-59.
80. Глушкова, Е.П. Избирательность действия переменного магнитного поля на активность стресс лимитирующей и стресс реализующей систем / Е.П. Глушкова // Название издания. – 2015. – Номер. – С. 355-361.
81. Глушкова, Е.П. К вопросу о методах оценки и прогнозирования функциональных резервов организма по результатам математического анализа ритма сердца / Е.П. Глушкова // Название журнала. – 2015. Номер. – С. 299-304.
82. Гришнова, Я.Б. Социально-психологическое сопровождение студентов вуза в их профессиональной адаптации / Я.Б. Гришнова – Город: Издательство, 2010 – 294-297 с.

83. Гудков, А.Б. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты / А.Б. Гудков. – Город: Издательство, 2012. – 285 с.
84. Дегтярев, В.П. Адаптационный потенциал студентов с разными индивидуально-типологическими характеристиками / В.П. Дегтярев // Название журнала. – 2010. – Номер. – С. 114-120.
85. Дедова О.М., Особенности адаптации иностранными студентами / О.М. Дедова. – Город: Издательство, 2014. – 65. с.
86. Дёмин, Д.Б. Варианты ЭЭГ-реакций при выполнении курса БОС-тренингов у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса / Д.Б. Дёмин // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 16-22.
87. Дьячкова, Т.В. Изменение показателей variability сердечного ритма студентов в процессе учебной деятельности / Т.В. Дьячкова, И.А. Берсенева // Успехи современной науки. – 2016. - № 3, Т. 2. – С. 50-53.
88. Захарьева, Н.Н. Прогностическое значение параметров функционального состояния гимнасток высокой квалификации с различными типами конституции и автономной нервной регуляцией ритмов сердца, артериального давления и дыхания / Н.Н. Захарьева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №12. – С. 54-59.
89. Ияд С А Хамад, Физиологические особенности и критерии оценки уровня адаптации студентов к процессу обучения в вузе: Автореф. дисс... канд. биол. наук Москва, 2005, 16 с.
90. Ияд, С. А. Хамад. Антропозкологические аспекты изучения уровней адаптации студентов к учебному процессу / Ияд С А Хамад, А.В. Гулин, К.И. Засядько // Экология Центрально – Черноземной области Российской Федерации. – 2004. - № 2(13). – С. 36 – 40.
91. Казначеев, В.П. Современные аспекты адаптации. - Новосибирск: Наука, 1980.- 192с.

92. Калюжный, Е.А. Влияние экологического фактора на уровень физического развития сельских школьников Нижегородской области / Е.А. Калюжный // Название журнала. – 2014. – Номер. – С. 41-47.
93. Карпенко, Ю.Д. Влияние индекса массы тела на вариабельность сердечного ритма у студентов в условиях относительного покоя и экзаменационного стресса / Ю.Д. Карпенко // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 21-29.
94. Клаучек, С.В. Динамика психофизиологической адаптации зарубежных студентов / С.В. Клаучек, Г.А. Севрюкова // Медико-биологические, культурологические и педагогические аспекты зарубежных студентов: Тез. докл. – Волгоград, 1997. – С. 72-73.;
95. Комарова, О.А. Влияние исходного вегетативного тонуса на адаптивные реакции подростков к обучению в условиях кадетской школы-интерната / ОА. Комарова // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 240-241 с.
96. Коцан, І., Особливості варіабельності серцевого ритму в дівчат підліткового періоду з різним рівнем вегетативної регуляції / І. Коцан // Название журнала. – 2015 – № 2. – С. 127-132.
97. Красичков, Д.В. Физиологические особенности адаптации студентов–спортсменов при повышенной физической нагрузке в процессе обучения в вузе // автореф. дисс... канд.биол.наук москва, 2009, 21 с.
98. Криволапчук, И.А. Педагогическое сопровождение роста и развития детей в процессе физического воспитания / И.А. Криволапчук // Название журнала. – 2015. – № 2. – С. 43-49.
99. Кривоногова, Е.В. Биоправление параметрами вариабельности ритма сердца и уровень серотонина у молодых лиц Ненецкого автономного округа и Архангельской области / Е.В. Кривоногова // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 25-29.
100. Лопатина, Л.А. Вариабельность сердечного ритма у юношей разных соматотипов при проведении ортостатической пробы / Л.А. Лопатина // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 170-172.

101. Мандриков, В.Б. Медико-биологические аспекты адаптации иностранных студентов к обучению в вузах России / В.Б. Мандриков // РОССИЯ - ИНДИЯ: перспективы регионального сотрудничества (г. Волгоград). М.: Институт востоковедения РАН, 2001. – 108 с.
102. Миронова, И.А. Оценка, прогнозирование и коррекция адаптации иностранных студентов к обучению в вузах России: Диссертация канд. биол. наук. Волгоград, 2000, 124с.
103. Миронова, И.А. Оценка, прогнозирование и коррекция адаптации иностранных студентов к обучению в вузах России: Диссертация канд. биол. наук. Волгоград, 2000, 124с.
104. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца опыт практического применения / В.М. Михайлов. – Иваново, 2000. – 200 с.
105. Моднов, С.И. Проблемы адаптации иностранных студентов, обучающихся в техническом университете / С.И. Моднов // Название журнала. – 2013. – Номер. – С. 111-115.
106. Панкова, Н.Б. Функциональные пробы для оценки состояния здоровых людей по вариабельности сердечного ритма / Н.Б. Панкова // Название журнала. – 2013. – Номер. – С. 682-696.
107. Погукаева, А.В. Адаптация иностранных студентов в российском вузе / А.В. Погукаева // Название журнала. – 2016 – № 3. – Страницы.
108. Покровский, В.М. Сердечно-сосудистый синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / В.М. Покровский. – Город: Издательство, 2010 – 244 с.
109. Похачевский, А.Л. Закономерности формирования хронотропных резервов адаптации при физической нагрузке / АЛ. Похачевский // Название журнала. – 2016. – Номер. – С. 105-109.
110. Райгородский, Д.Я. Практическая психодиагностика: Методики и тесты: Учебное пособие / Под ред. Д.Я. Райгородского. – Самара: Бахрах-М, 2001. – 672 с.

111. Романова, М.М. Особенности психоэмоционального статуса качества жизни и вегетативного баланса у больных метаболическим синдромом в сочетании с синдромом диспепсии / М.М. Романова // Название журнала. – 2012. – №4. (Если это статья из журнала – необходимо указать название журнала, год издания, номер, том) – 30-36 с.
112. Самаров, В.В. Особенности адаптации учащихся подготовительного отделения из стран Юго-Восточной Азии и Африки к процессу обучения в высшей школе / В.В. Самаров. – Дисс...канд.биол.наук. – Липецк, 2014. – 144 с.
113. Сапожникова, Е.Н. Типологические особенности variability сердечного ритма у школьников 7-11 лет в покое и при занятиях спортом / Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык, Т.Г. Кирилова, И.И. Шумихина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2012. – Вып. 2. – С. 79-
114. Сапожникова, Е.Н. Типологические особенности variability сердечного ритма у школьников 7-11 лет в покое и при занятиях спортом / Е.Н. Сапожникова // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 79-88.
115. Севрюкова, Г.А. Современные подходы к проблеме здоровья студентов: физиологический аспект / Г.А. Севрюкова. – Город: Издательство, 2010. – 330-333 с.
116. Семёнова, О.А. Влияние функционального состояния регуляторных систем мозга на эффективность программирования, избирательной регуляции и контроля когнитивной деятельности у детей / О.А. Семёнова // Название журнала. – 2015. – Том, Номер – 5-17 с.
117. Смирнова, Е.Н. Формы адаптационной работы с иностранными студентами предвузовского этапа обучения и первого курса на кафедре латинского и русского языков / Е.Н. Смирнова. – Город: Издательство, 2011 - 104-109. с.

118. Солонин, Ю.Г. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков / Ю.Г. Солонин // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 107-112.
119. Старостин, О.А. Коррекция нарушения психофизиологических функций у специалистов «опасных» профессии путем сочетанного использования физических факторов / О.А. Старостин // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 36-40.
120. Суханова, И.В. Особенности адаптации у юношей Магаданской области: морфофункциональные перестройки / И.В. Суханова // Название журнала. – 2013. – Номер. – С. 3-10.
121. Тихонова, Е.Г. Особенности адаптации иностранных студентов в вузе региона / Е. Г. Тихонова // Регионология. – 2010. - №2. – 234 с.
122. Тролукова, А.Н. Особенности физического развития и полового созревания девочек, проживающих в экстремальных природно-климатических условиях Республики Саха (Якутия) / А.Н. Тролукова // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 76-88.
123. Фоменко, Л. А. Оценка психосоматического здоровья студентов на основе математико-статистического моделирования по данным мониторинга: дисс. на соиск. учен. степ. канд. психол. наук / Л. А. Фоменко. - СПб. 2002. - 195 с.
124. Хаснулин, В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах / В.И. Хаснулин // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 3-11.
125. Цатурян, Л.Д. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика адаптивных реакций организма обследованных разных этнических групп: автореф. дисс. на соискание уч. ст. д-ра мед. наук. М., 2009. 34 с.
126. Цырлин, В.А. Долговременная регуляция артериального давления: факты и гипотезы / В.А. Цырлин // Название журнала. – 2013.- Номер. – С. 14-29.

127. Шайхелисламова, М.В. Влияние исходного вегетативного тонуса на состояние гемодинамики младших школьников / М.В. Шайхелисламова // Название журнала. – 2012. – Номер. – С. 89-95.
128. Шарапов, А.Н. Комплексное изучение автономной нервной центральной и периферического отделов кровообращения и стероидогенеза (по данным ДГЭА) в процессе адаптации к нагрузкам у подростков 12 лет / А.Н. Шарапов, - 2014 56-73 с.
129. Шилович, Л.Л. Перспективы диагностического применения метода анализа вариабельности сердечного ритма в спорте / Л.Л. Шилович // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 3. – С. 59-63.
130. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Удм. ун-т, 2009. – 255 с.
131. Штаненко, Н.И. Индивидуально-типологические особенности механизмов адаптации и вариабельности сердечного ритма у гребцов в зависимости от направленности соревновательной деятельности / Н.И. Штаненко, Г.Н. Галицкий, Л.А. Будько // Проблемы здоровья и экологии. – 2017. – С. 48-53.
132. Astrand, N.E. Medical studies abroad, a possibility / N.E. Astrand // Lakartidningen, 1995. – P. 51-53.
133. Banskota Nepal, G. Effect of posture on heart rate variability in school children / G. Banskota Nepal // Название журнала. – 2012. – Номер. – P. 298-302.
134. Dieleman, G.C. Alterations in HPA-axis and autonomic nervous system functioning in childhood anxiety disorders point to a chronic stress hypothesis / G.C. Dieleman // Название журнала. – 2015 – v. – P..
135. Furukawa, T. Sojourner readjustment: mental health of international students after one year foreign sojourn and its psychological correlate / T. Furukawa // J. – Nerv. – Ment – Dis. - Japan, 1997. – V. 4. – P.263-268
136. Gaertner, M. Frontal midline theta oscillations during mental arithmetic: effects of stress / M. Gaertner, – 2015.

137. Hamboyan, H. International students culture shock can affect the health of students from abroad / H. Hamboyan, A.K. Bryan // *Can-Fam – Physician*. – Hamilton, 1995. – V. 41. – P.1713-1716.
138. Jou, Y.D. A examination of causal model for received support and adjustment of Chinese student in Japan / Y.D. Jou // *Shinrigaku- Kenkyu*. – Hiroshima, 1998. - V.1. – P. 33-40.
139. Kattwinkel, J. A regionalized perinatal continuing education program: successful adaptation to a foreign health care system and language/ J. Kattwinkel, G. Nowacek, L.J. Cook // *Med-Educ*. Charlottesville, 1997.- V. 31. – 210p.
140. Kim, D. Application and limitation of frequency domain, LF/HF component in heart rate variability as an acute stress index / D. Kim, – 2014.
141. Koenig, J. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability-a replication using short term measurements / J. Koenig // *Название журнала*. – 2014. – Номер. – P. 300-302.
142. Plews, D.J. Monitoring Training With Heart Rate Variability: How Much Compliance is Needed for Valid Assessment? *Int J Sports Physiol Perform* / D.J. Plews // *Название журнала*. – 2013. – Номер. – P. 44-47.
143. Saltin, B. Physiological adaptation to physical conditioning / B. Saltin // *Acta med. Scand*, 1986. – 220. - Suppl. - № 711.- P. 11-24.
144. Selye, H. *Stress in health and disease*. - N.Y., 1976.