

На правах рукописи

Кашина Юлия Викторовна

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРНО-АДАПТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ У
СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ**

1.5.5. Физиология человека и животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Майкоп – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России.

Научный консультант: **Покровский Владимир Михайлович,**
доктор медицинских наук, профессор, заслуженный
деятель науки РФ

Официальные оппоненты: **Торшин Владимир Иванович,**
доктор биологических наук, профессор, ФГАОУ ВО
РУДН, кафедра нормальной физиологии
Медицинского факультета, заведующий кафедрой

Юматов Евгений Антонович,
доктор медицинских наук, профессор, ФГБНУ
«НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина»,
лаборатория системных механизмов
эмоционального стресса, главный научный
сотрудник

Севрюкова Галина Александровна,
доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Волгоградский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения
России, кафедра нормальной физиологии,
профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения
России

Защита состоится «14» декабря 2022 г. в 9:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.267.02 при ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Пионерская, 260, конференц-зал научной библиотеки АГУ.

С текстом диссертации можно ознакомиться в научной библиотеке им. Д.А. Ашхамафа ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Пионерская, 260, и на сайте университета <http://www.adygnet.ru/nauka/aspirantura-doktorantura-dissertatsionnye-sovety/dissertation/4513/>

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент



Чельшкова
Татьяна Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Обучение в вузе – сложный ценностнопознавательный и многоуровневый процесс, который предъявляет высокие требования к здоровью, пластичности психики и физиологии молодых людей (Есауленко И.Э. с соавт., 2019; Auerbach R.P., Alonso J., Axinn W.G. et al., 2016; Ляксо Е.Е. с соавт., 2018). Современное студенчество – это отдельный, своеобразный социум с высокими эстетическими, познавательными и материальными требованиями. Часто личностные психофизиологические возможности не вписываются в реалии учебных процессов, препятствуя реализации общеобразовательных целей. Возникает психологический и физиологический дисбаланс, способный отразиться как на успеваемости, так и на социальной жизни. В этом аспекте соматическое и ментальное здоровье студентов, оцениваемое по функциональному состоянию организма, рассматривается как приоритетная задача физиологов и других профильных специалистов (Семелева Е.В., 2015; Савченко М.Б., Хвалебо Г.В., Сыроваткина И.А., 2019).

Данная проблема особенно актуальна для студентов медицинских вузов, поскольку их обучение имеет ряд особенностей: большая по объему и интенсивности учебная нагрузка, сложность изучаемого материала, длительное пребывание в учебном заведении, высокое психоэмоциональное напряжение, связанное с наличием специфических для медицины предметов и новых социальных норм, а так же низкая двигательная активность, нарушение режима труда и отдыха, недостаточный сон (Е.А.Юматов, 2017). Для разрешения противоречия между социальными и биологическими программами развития организма возникает необходимость поиска эффективных концепций построения академической образовательной среды с учетом функциональных и регуляторно-адаптивных возможностей организма. Известно, что адаптация к комплексу факторов обучения, специфичных для медицинских вузов, сопровождается значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма студентов (Севрюкова Г.А., Коновалова Г.М., 2015; Rotenstein L.S., Ramos M.A., Torre M. et al., 2016; Коновалова Г.М., Адаменко К.А., 2019). Как правило, изменениям в состоянии регуляторно-адаптивного статуса организма предшествуют появления метаболических, энергетических, структурных нарушений в организме, которые являются наиболее ранними прогностическими признаками развития донологических состояний (Ноздрачев А.Д., 2005; Баевский Р.М., 1979; Шаханова А.В., 2017). Регуляторно-адаптивный статус объединяет приспособительные свойства различных функциональных систем, и в первую очередь, сердечно-сосудистой и дыхательной (Покровский В.М., 2017), которые наряду с нервной системой являются адаптационно-ресурсными составляющими организма, играющими важную роль в обеспечении процессов гомеостаза и адаптации (Шлык Н.И. с соавт., 2020, Кузьмин А.А. с соавт., 2010, Беленко И.С. с соавт., 2008; Шаханова А.В., 2017). Выявление функциональных изменений в сердечно-сосудистой и дыхательной системах и в их регуляторных механизмах позволит лучше

управлять формированием устойчивой долговременной адаптации студентов-медиков на разных этапах обучения в вузе, внести вклад в понимание критерия оценки регуляторно-адаптивного статуса как оптимума жизнедеятельности в конкретных условиях образовательной среды.

Проблема адаптации не может быть исчерпана учетом только регуляторно-адаптивных возможностей. Поставленная для рассмотрения фундаментальная проблема адаптационной физиологии требует системного подхода. Поиск зависимости регуляторно-адаптивного статуса от молекулярных, психофизиологических и гендерных особенностей представляет современную, актуальную и практически малоизученную проблему. Известно, что регуляторно-адаптивные возможности организма модулируются балансом нейромедиаторных систем головного мозга, которые являются важнейшими нейротрансмиттерами и межклеточными мессенджерами. В настоящее время в изучении адаптированности индивида (индивидуальной адаптации) большое внимание уделяется серотонинергической нейромедиаторной системе, которая участвует в формировании и регуляции различных физиологических параметров, включая познание и эмоциональное поведение, а так же является биомаркером метаболических нарушений (Ciranna L., 2006, Puig M., Gener T., 2015, Olivier B., 2015; Niederkofler Vera et al., 2015). Изучение серотонинергической нейромедиаторной системы с использованием генетических методов позволит раскрыть молекулярные механизмы формирования регуляторно-адаптивного статуса и расширить интерпретацию полученных данных с позиции индивидуальной адаптации.

Знание индивидуальных особенностей регуляторно-адаптивного статуса, его количественно-качественных характеристик даст возможность своевременно выявить группу риска с развитием процессов дезадаптации и спланировать необходимые корректирующие мероприятия. Индивидуальный подход обеспечит успешность процесса обучения в вузе, правильность выбора профессии на этапе постдипломной подготовки, поможет исключить для контингента с низкими регуляторно-адаптивными возможностями прохождение специализации в области медицинских специальностей с повышенной стрессогенностью, которые требуют физической выносливости, высокой работоспособности и интенсивного эмоционально напряженного общения с пациентами при оказании профессиональной помощи.

Предложенный нами методологический подход к определению регуляторно-адаптивного статуса организма студентов-медиков позволит комплексно осуществить оценку адаптации, выйти на молекулярный уровень изучения механизмов адаптации студентов к обучению в вузе и обеспечить возможность стратегического и тактического управления этим процессом. Несомненно, такие исследования в физиологии представляют значительный интерес для государства, которому необходимы квалифицированные специалисты-медики с высоким уровнем здоровья, защищенные от быстрого профессионального выгорания и деперсонализации на фоне физического, эмоционального и мотивационного истощения в процессе врачебной деятельности.

В плане сказанного достаточно хорошо изучена проблема адаптации к образовательной среде первокурсников (Мокрова А.А., 2018; Будукоол Л.К., Ховалыг А.М., 2016; Костенко С.С., 2015; Сергеева А.А., 2018; Алтынова Н.В. с соавт., 2019; Sotardi & Brogt, 2016; Sotardi & Friesen, 2017; TEQSA, 2017). Однако для объективизации влияния учебных занятий на регуляторно-адаптивные возможности организма в аспекте вузовского обучения, значительно больший интерес представляют студенты второго курса, когда они успешно вошли в вузовскую среду, завершился процесс социализации, освоены учебные навыки и специфика требований преподавателей; а так же студенты пятого курса, у которых уже сформировались долговременные механизмы адаптации к вузовской образовательной среде, собственные мировоззренческие установки и профессиональное самоопределение, устойчивая мотивация к профессии, способность регулировать свое эмоциональное и физическое состояние.

Степень разработанности темы. Согласно статистике последних лет интерес к проблеме адаптации молодежи к вузовской образовательной среде возрастает (Камаев И.А. с соавт., 2016; Чермит К.Д., 2018; Каскаева Д.С. с соавт., 2019). Рядом авторов на большом контингенте были проведены исследования по изучению адаптации студентов на разных этапах обучения в вузах различного профиля (Аветисова А.Р., 2018; Дарьенкова Н.Н., 2015; Власова Т.А., 2015; Стамова Л.Г. с соавт., 2017; Гасанова Р.Р., 2015; Будукоол Л.К., Ховалыг А.М., 2016; Цатурян Л.Д. с соавт., 2017; Цатурян Л.Д. Андросова Д.А., 2018; Беккер И.Л., Иванчин С.А., 2015; Севрюкова Г.А. с соавт. 2015). Большинство работ по адаптации затрагивают психологические, педагогические, социальные и гигиенические аспекты. В ряде физиологических работ главным биологическим маркером адаптации к вузовской среде являлось изучение механизмов вариабельности сердечного ритма (ВСР) как ведущего критерия состояния регуляторно-адаптивных механизмов сердечной деятельности и организма в целом (Гурова О.А. и др., 2012; Шлык Н.И., 2016; Михайлов В.М., 2017; Аль-Шаммари М.Я.И., 2019). Однако исследование особенностей вариабельности сердечного ритма не позволяет в полной мере охарактеризовать регуляторно-адаптивный статус организма студентов и приблизится в полной мере к решению проблемы индивидуальной адаптации. С позиции целостности организма (Анохин П.К., 1975) требуется системный подход к анализу вегетативного компонента адаптации. Базовой функциональной системой не только гомеостатического, но и адаптивного уровня наряду с сердечно-сосудистой является и дыхательная система (Фомина Е.В., Ноздрачев А.Д., 2017). Наиболее информативной моделью сопряженности данных систем является метод сердечно-дыхательного синхронизма (СДС), позволяющий получить более полную информацию о состоянии регуляторно-адаптивного статуса организма (Pokrovskii V.M., Polischuk L.V., 2016) и его изменениях под влиянием учебной нагрузки. Количественная оценка взаимодействия двух важнейших вегетативных функций позволяет рассчитать индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС, В.М.Покровский, 2007) и количественно охарактеризовать адаптивную реакцию организма как целостной системы. Последователи научной школы В.М. Покровского

продемонстрировали зависимость параметров СДС и ИРАС от функционального состояния организма и его гормонального фона (Pokrovskii V.M. et al., 2011, 2016; Полищук С.В. с соавт., 2017; Потягайло Е.Г., 2003; Куценко И.И. с соавт., 2002; Ермошенко Б.Г., 2010; Новикова В.А., 2000; Чернобай Е.Г., 2002; Пенжоян М.А. 2011), стрессоустойчивости (Острижная Н.Г. 2002; Горбунов Р.В., 2006; Шадрин А.К., Рожнов О.И., 2009; Пухняк Д.В., 2010; Мингалев А.Н., 2012), характера и тяжести течения заболеваний, тактики и эффективности лечения (Красивская И.Г., 2000; Поморцев А.В. с соавт., 2000; Нихаева О.А., 2003; Бочарова С.В., 2003; Понормарева А.И. с соавт., 2004; Пешкова И.А., 2004; Шульгатая Ю.Л., 2004; Трегубов В.Г., 2005; Баширов Э.В., 2006; Шийха Ю.Г., 2006; Шипкова И.Н., 2006; Пенжоян Г.А., 2007; Жукова Л.И. с соавт., 2009, Вербицкий И.А., 2009; Алуханян Л.О. с соавт., 2010; Варганова И.С., 2011; Александрова Л.А., 2019; Samorodskaya N.A., 2019). Однако методика СДС не использовалась исследователями в качестве получения оперативной информации о регуляторно-адаптивном статусе организма студентов, его динамичности и стабильности в процессе их обучения в вузе.

Особенности резистентности и индивидуальной адаптации женского организма зависят не только от влияния экзогенных факторов, но и от функционального состояния организма в разные фазы овариально-менструального цикла (Прокашко И.Ю., 2007; Шипков В.А., 2005; Горбунов Р.В., 2006; Куценко И.И., 2010, Хаджиева Н.Х. с соавт., 2019). Несмотря на большое количество исследований, посвященных проблемам адаптации студентов к образовательной среде вуза (Цатурян Л.Д. с соавт., 2018; Аль-Шаммари М.Я.И., 2019; Юматов Е.А. с соавт., 2017), недостаточно сведений о весомости влияния индивидуального овариально-менструального цикла на функциональное состояние и регуляторно-адаптивные возможности женского организма, что не позволяет эффективно решать задачи сохранения репродуктивного здоровья у девушек студенток с учетом ритмичности физиологических процессов.

Современные аспекты изучения серотонинергической нейромедиаторной системы позволяют ее рассматривать как один из факторов, участвующих в модуляции клеточных метаболических процессов и определяющих особенности индивидуальной вариации в адаптации, развивающейся в ответ на различные воздействия стрессорного характера (Шур В.Ю., Тризно Н.Н., 2013; Колесникова Л.И. с соавт., 2011, Niederkofler Vera et al., 2015). Вместе с тем работы посвященные изучению участия серотонинергической нейромедиаторной системы в формировании адаптивного поведения носят фрагментарный и недостаточно изученный характер.

Важно отметить, что на сегодняшний день не существует общепринятой методологии исследования адаптации студентов к учебному процессу, основанной на комплексной оценке физиологических, психофизиологических и генетических тестов. В связи с этим нет возможности в полной мере сопоставить результаты, полученные отдельными исследователями и научными группами.

Цель исследования: выявить регуляторно-адаптивные механизмы у студентов медицинского вуза в процессе обучения.

Задачи исследования:

1. Изучить динамику индекса регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) и особенности формирования регуляторно-адаптивных механизмов у студентов-медиков второго и пятого курсов в начале и конце учебного года.
2. Выявить особенности регуляторно-адаптивного статуса в зависимости от половых различий, исследовать у девушек-студенток второго и пятого курсов закономерности динамики ИРАС в разные фазы овариально-менструального цикла в начале и конце учебного года.
3. Разработать методику расчета индекса количественной оценки адаптации (ИА) и алгоритм расчета прогностической оценки развития долговременных механизмов адаптации (ПА) в процессе учебных занятий в вузе.
4. Исследовать особенности изменения состояния регуляторно-адаптивных механизмов по показателям вариабельности сердечного ритма у студентов-медиков второго и пятого курсов в начале и конце учебного года.
5. Изучить по показателям ИРАС и его годовой динамике особенности формирования регуляторно-адаптивных механизмов в зависимости от типа ВНД; определить психологические характеристики у студентов-медиков вторых и пятых курсов на разных этапах обучения и установить их взаимосвязь с параметрами регуляторно-адаптивных возможностей организма.
6. Определить молекулярно-генетические механизмы регуляторно-адаптивного статуса организма; установить характер взаимосвязи серотонинергической нейромедиаторной системы с показателями ИРАС.

Научная новизна. С использованием системного и комплексного подходов впервые установлено:

- Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) позволяет с высокой степенью информативности оценить адаптационно-ресурсную составляющую организма, регуляторно-адаптивные механизмы ее поддержания и может служить более точным инструментом, чем показатели вариабельности сердечного ритма для анализа развития долговременных механизмов адаптации студентов в процессе обучения в вузе;
- снижение ИРАС в конце учебного года у студентов второго, особенно пятого курсов, на фоне сокращения диапазона и увеличения периода формирования сердечно-дыхательного синхронизма на минимальной границе, указывает на рост напряжения регуляторно-адаптивных механизмов и ухудшение психологического статуса обучающихся;
- чем выше индивидуальные показатели ИРАС в начале учебного года, тем стабильнее они остаются в конце учебного года, то есть менее выражен феномен кумулятивного утомления, что особенно четко проявляется в группе студентов с высокими регуляторно-адаптивными возможностями;
- у девушек, в отличие от юношей, во все наблюдаемые периоды обучения отмечается более высокий уровень регуляторно-адаптивного статуса

- организма, но при этом показатель ИРАС зависит от фаз овариально-менструального цикла и носит циклический характер: более высокие показатели ИРАС отмечаются в фолликулиновую фазу по сравнению лютеиновой фазой овариально-менструального цикла;
- введены новые расчетные показатели – индекс адаптации (ИА) и прогноз адаптации (ПА), позволяющие определить уровни адаптации прогнозировать ход развитие регуляторно-адаптивных механизмов в процессе обучения;
 - ИРАС зависит от типологических особенностей ВНД: у холериков, меланхоликов и в смешанных типах личности (сангвиников/холериков, меланхоликов/холериков) к концу учебного года возникают трудности в адаптации к условиям обучения в вузе на фоне значительного снижения ИРАС. Напротив, у сангвиников, сангвиников-флегматиков, особенно флегматиков, выявлены более высокие и стабильные показатели ИРАС в динамике учебного года;
 - раскрыты молекулярно-генетические механизмы адаптации студентов к процессу обучения в вузе: регуляторно-адаптивные возможности организма по шкале градации ИРАС связаны с высокой активностью серотонинергической нейромедиаторной системы на уровне рецепторного звена и нормальным уровнем активности биосинтеза серотонина, напротив, низкие регуляторно-адаптивные возможности организма сопряжены с низкой активностью уровня рецепции и повышением скорости биосинтеза серотонина.

Теоретическая значимость работы. Выявленные закономерности взаимосвязи регуляторно-адаптивных возможностей с половыми, психологическими и молекулярно-генетическими особенностями адаптации позволят шире раскрыть механизмы формирования регуляторно-адаптивного статуса у студентов в процессе обучения в медицинском вузе, глубже изучить механизмы индивидуальной и типологической адаптации, теоретически обосновать с позиции функционального состояния организма и теории нормы индивидуальный и дифференцированный подходы к обучению студентов, выбору врачебной специализации в целях повышения эффективности их дальнейшей профессиональной деятельности.

Полученные результаты о формировании функциональных резервов регуляторно-адаптивных механизмов организма в процессе обучения студентов в медицинском вузе расширяют концепцию о системе кровообращения и дыхания как главных индикаторов адаптивных возможностей и работоспособности организма, что имеет важное фундаментальное значение для адаптационной физиологии. Примененный комплексный анализ регуляторно-адаптивных возможностей организма студентов с использованием генно-молекулярных технологий значительно углубляет и дополняет современную информационно-методологическую базу оценки регуляторно-адаптивного статуса организма, расширяет представления о генетических маркерах адаптации и механизмах ее регуляции.

Полученные в процессе исследования данные ориентированы на формирование и сохранение здоровья студентов и являются теоретической основой здоровьесформирующих и здоровьесберегающих технологий, методологическим регулятором внедрения концепции превентивной медицины, где основной подход базируется на идеологии управления здоровьем, что является особенно актуальным для студентов, обучающихся в медицинском вузе.

Практическая значимость работы. В работе продемонстрирована перспективность комплексного использования при мониторинге функционального состояния организма показателей регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) с учетом полового диморфизма и типологических особенностей ВНД, оценочного индекса адаптации (ИА), прогноза адаптации (ПА), варибельности ритма сердца (ВРС), полиморфизма генов серотонинергической нейромедиаторной системы, которые являются эффективными инструментами оценки регуляторно-адаптивных механизмов и адаптационных ресурсов организма.

Представленные в работе данные о формировании регуляторно-адаптивных механизмов студентов-медиков с учетом физиологических, типологических, психологических, генетических характеристик и половых различий позволят снизить риск развития дезадаптационных процессов, оптимизировать учебную нагрузку, обеспечить дифференцированный и индивидуальные подходы к обучению студентов, их профессиональному самоопределению.

Теоретические позиции о связи индивидуально-типологических свойств организма студентов с адаптационно-регуляторными возможностями организма требуют высокого уровня компетенции преподавателей в сфере здоровьесбережения и профессионального определения направления специализации студентов, что диктует необходимость создания дополнительных образовательных программ/модулей «Адаптация студентов к учебному процессу и выбору специализации в зависимости от психологических характеристик и регуляторно-адаптивного статуса индивидуума». Это обеспечит возможность ранжировать группы студентов по уровню адаптации в целях персонифицирования подходов к обучению.

Выявленные половые различия регуляторно-адаптивных возможностей студентов должны учитываться при обучении, войти в основу организации профилактической и воспитательной работы, способствуя облегчению адаптации молодых людей к многоаспектным условиям образовательной среды медицинского вуза.

Установленные связи регуляторно-адаптивных механизмов с типами ВНД и особенностями серотонинергической нейромедиаторной системы позволят разработать «паспорт здоровья» студентов для использования его в рамках профильного обучения и профессионального отбора.

Представленные в диссертации материалы исследований могут быть использованы в лекционных курсах при преподавании ряда медико-биологических учебных дисциплин в вузах.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Кубанского государственного медицинского университета, Кубанского государственного

университета физической культуры, спорта и туризма, Кубанского государственного университета, Кубанского государственного аграрного университета, Тюменского индустриального университета. Полученные данные являются теоретико-методологической основой для проведения дальнейших научных исследований по изучению адаптации студентов к современной образовательной среде.

Теоретико–методологическая основа исследования. Теоретическая основа исследования базируется на следующих научных представлениях: учении о функциональных системах (П.К. Анохин, 1975; К.В. Судаков, 1979, 1999; Г.Н. Болдырева и др., 2003); функционировании организма, как единого целого (Л.А. Орбели, 1949; Ф.З. Меерсон, 1967; И.Г. Акмаев, 1996; J.J. Batzel et al., 2006); реактивности физиологических систем (Р.М. Баевский, 1997; Л.Х. Гаркави, 2006; Н.А. Агаджанян, 2009); динамическом равновесии целостного организма с явлениями окружающего мира (П.К. Анохин, 1962; Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин, 1994; В.И. Медведев, 2003); регуляции функций в биологических системах (В.Н. Новосельцев, 1978; И.Г. Акмаев, 1996); роли стресса в адаптации (Г. Селье, 1960; Н.А. Агаджанян, И.Н. Полунин, 1997; О.Г. Берстнева, К.А. Шаропин, 2004); ведущем значении сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации (Р.М. Баевский, 1984; Н.А. Агаджанян и др., 2003; В.М. Покровский и др., 2010); вариабельности сердечного ритма (Р.М. Баевский, 2004; Г.Г. Иванов, 2007); концепции биологической надежности как одного из факторов онтогенеза (А.А.Маркосян, 1965; Р.М. Баевский, 1979; Э.М. Казин и др., 2000; Н.А. Агаджанян и др., 2003); учении о сердечно-дыхательном синхронизме у человека (В.М. Покровский и др., 1985-2010г.г.); донозологической диагностике и вопросах здоровьезбережения в учебных заведениях (Р.М. Баевский 1979; В.П. Казначеев, 1980; Э.М. Казин и др., 2001, 2002; А.В. Шаханова и др. 2001, 2008).

Методологическую основу исследования составили комплексный и системный подходы к организации исследования, к оценки регуляторно-адаптивных возможностей организма.

Организация и методы исследования. Работа выполнена на базе кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (зав. кафедрой - д.м.н., профессор В.М.Покровский). На основе анализа индивидуальных медицинских карт для наблюдения было отобрано 184 практически здоровых студентов-медиков мужского и женского пола 2-го (89 человек) и 5-го (95 человек) курсов в начале и в конце учебного года в предэкзаменационный период. Возраст обследованных составлял 18-22 года, весо-ростовой индекс тела соответствовал возрастным нормативным значениям во все периоды наблюдения. Критерием исключения явилось наличие у испытуемых острых и хронических заболеваний, функциональных изменений в сердечно-сосудистой и дыхательной системах, прием фармакологических препаратов, дефицит или избыток веса, у девушек-студенток период менструации. Протокол

исследования был утверждён Независимым Этическим Комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Регуляторно-адаптивные возможности определяли по параметрам метода сердечно-дыхательного синхронизма, используя показатель ИРАС (по В.М. Покровскому, 2010). Для расчета ИРАС используют наиболее значимые параметры сердечно-дыхательного синхронизма: отношение диапазона синхронизации к длительности ее развития на минимальной границе. ИРАС у девушек-студенток определялся с учетом смены фаз менструального цикла: фолликулиновую и лютеиновую. Лично автором разработаны новые показатели для определения адаптации: количественный показатель – индекс адаптации (ИА) и прогноз адаптации (ПА). Индекс адаптации представляет отношение ИРАС в конце учебного года к значению ИРАС в начале года, умноженное на 100. По числовым значениям ИА определяли качественные уровни адаптации: высокий – при ИА более 60, хороший – 50-60, умеренный – 30-50, низкий – 20-30, неудовлетворительный менее 20. Прогноз адаптации (ПА) определяется по разности значений длительности развития синхронизации на минимальной и максимальной границах диапазона синхронизации (Δ ДлР), полученных в начале учебного года. Значение Δ ДлР может носить как положительный, так и отрицательный характер: чем более положительна разница между данными параметрами, тем прогноз развития механизмов долговременной адаптации благоприятнее и наоборот.

Исследование волновой структуры variability сердечного ритма проводилось с соблюдением требований, предусмотренных "Международным стандартом" (Task Force of the Europe, 1996) для коротких записей. В работе был использован программный модуль «Поли-Спектр-Ритм». Определяли variability ритма сердца (по В.М. Михайлову с анализом по И.В. Бабунцу с соавт.), используя показатели статистического (ЧСС, D, σ , V%), временного (rMSSD, PNN50%) спектрального (TP, HF%, LF%, VLF%) анализов и вариационной пульсометрии (Mo, AMo, IH).

С помощью молекулярно-генетического анализа определяли полиморфизмы генов серотонинергической нейромедиаторной системы: участвующих в биосинтезе серотонина (полиморфизмы генов *TPH1* и *TPH2*, кодирующие разные формы триптофангидроксилазы) и рецепторов серотонина (полиморфизмы генов *HTR2C* и *HTR2A*).

С использованием психофизиологических методик определяли тип личности (по тест-опросникам Г. Айзенка), уровень адаптивности (по Я. Стреляу, 1982), уровень личностной и реактивной тревожности (по тесту Ч.Д. Спилбергера и Ю.Л. Ханина), САН (самочувствие, активность, настроение, по В.А. Доскину с соавт.), устойчивость внимания, эффективность работы, степень вработываемости, психическую устойчивость (по методике Шульте), уровень депрессии по шкале Занге, состояние агрессии методом Басса-Дарки, тест на IQ (1-й вариант по Г. Айзенку).

Используемый в работе комплекс методик позволил обработать и проанализировать 3217 показателей, в том числе в начале года – 1656 и в конце

– 1561, раскрыть в полной мере механизмы адаптации студентов к учебному процессу на разных его этапах.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Интегральные показатели регуляторно-адаптивных механизмов, полученные посредством пробы сердечно-дыхательного синхронизма (ИРАС, ИА, ПА), имеют высокую прогностическую ценность и могут служить инструментом для определения уровня адаптации и прогнозирования благоприятной или неблагоприятной динамики развития регуляторно-адаптивных механизмов на завершающих этапах обучения в вузе.
2. Уровень сложности и специфика обучения в медицинском вузе приводит к снижению показателей ИРАС у студентов к концу учебного года, особенно на пятом курсе, что свидетельствует о напряжении регуляторных систем, снижении функциональных резервов механизмов регуляции. В индивидуальной динамике характер и степень изменения ИРАС зависят от исходного уровня регуляторно-адаптивных возможностей: чем выше показатели ИРАС у студентов в начале учебного года, тем стабильнее они остаются в конце, составляя контингент с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями.
3. Половой диморфизм влияет на регуляторно-адаптивные возможности студентов-медиков при обучении: по показателям ИРАС более высокие регуляторно-адаптивные возможности организма свойственны организму девушек. Однако уровень адаптации у них не стабилен и детерминирован фазами овариально-менструального цикла, когда наиболее высокие показатели регуляторно-адаптивных возможностей регистрируются в фолликулиновую фазу на фоне повышения ИРАС, напротив в лютеиновую фазу происходит снижение ИРАС.
4. У всех обследованных студентов систематическая учебная нагрузка к концу учебного года приводит к изменению вегетативного баланса: при спектральном анализе вариабельности ритма сердца (TP, HF%, LF%, VLF%) у более адаптированных студентов увеличивается парасимпатическое влияние, а у менее адаптированных – симпатическое; показатели вариационной пульсометрии (Mo, AMo, IH) указывают на уменьшения парасимпатического и усиление симпатического звеньев регуляции в обеих группах на фоне развития феномена утомления организма и снижения функциональных резервов регуляции ритма сердца к концу учебного года, особенно у менее адаптированных студентов. При оценке функционального состояния организма и регуляторно-адаптивного статуса метод вариабельности сердечного ритма обладает меньшей информативностью по сравнению с ИРАС.
5. Учебная нагрузка вносит изменения в психологическое состояние студентов медицинского вуза, характер и степень изменений зависит от типов ВНД, а так же от исходного уровня регуляторно-адаптивных возможностей: чем выше индивидуальные показатели ИРАС в начале

учебного года, тем стабильнее эмоционально-психологическое состояние организма к концу учебного года.

- б. Серотонинергическая нейромедиаторная система является определяющей в формировании механизмов индивидуальной адаптации: уровень регуляторно-адаптивных возможностей, определяемый по показателям ИРАС, зависит от полиморфизмов генов биосинтеза серотонина (*TPH1* и *TPH2*) и генов рецепторов серотонина (*HTR2C* и *HTR2A*).

Степень достоверности и апробации результатов исследования.

Достоверность проведённого исследования и выводов определяется формированием достаточного количества ($n=3217$) наблюдений, наличием групп сравнения, использованием современных методов исследования (молекулярно-генетических), личным участием автора во всех этапах работы и обработкой полученных результатов статистическими методами которые включали параметрический и непараметрический анализ. Для определения соответствия нормальному распределению использовали критерий Шапиро-Уилка. При нормальном распределении определяли средние арифметические величины (M) и величины стандартных отклонений (SD). Рассчитывали t -критерий Стьюдента. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. В случае отсутствия нормального распределения данных использовали медиану и межквартильный размах (1-3 квартиль). Установление корреляций и определение значимости найденных взаимосвязей при исследовании различных показателей выполняли с использованием ранговой корреляции Спирмена (с расчетом R -коэффициента и его значимости). Расчеты соответствия распределения частот генотипов проведены с применением формулы Харди – Вайнберга.

Использовали таблицы сопряженности 2×2 (с поправкой Йэйтса). Для выявления ассоциации регуляторно-адаптивных возможностей человека с полиморфизмом генов применяли однофакторный дисперсионный анализ. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона. Обработку полученных данных осуществляли с помощью пакетов прикладных программ MS Excell 98 (Microsoft), Microsoft Excel 2016, Statistica v.10 (StatSoft. Inc., США; <http://www.statsoft.ru/>), «ANOVA» (программа v. 13.0) и статистического онлайнкалькулятора (<http://medstatistic.ru/calculators/calchit.html>).

Результаты исследования обсуждались на межкафедральных заседаниях кафедр нормальной физиологии, патологической физиологии и биологии с курсом медицинской генетики ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, а также доложены и обсуждены на VII Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы современности» (Пенза, 2011), IV Съезде физиологов СНГ (Сочи, 2014), IV Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» (Москва, 2014), V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки XXI века» (Москва, 2015), VIII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и

технологий» (Белгород, 2015), XVI Международной научно-практической конференции «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени» (Екатеринбург, 2016), V Съезде физиологов СНГ (Сочи, 2016), XXIII Съезде Российского физиологического общества им. И.П. Павлова (Воронеж, 2017), Российской конференции с международным участием памяти В.С. Мархасина (Екатеринбург, 2021).

Результаты исследования обсуждались

Публикации по теме диссертационного исследования. Всего по материалам диссертации опубликовано 31 работа, в том числе 16 в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования материалов докторских и кандидатских диссертаций и 6 в журналах, входящих в перечень изданий Scopus и Web of Science.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно разработан план комплексного анализа механизма адаптации студентов и программа проведения исследований, проведен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по изучаемой проблеме, осуществлен сбор первичного материала, статистическая обработка полученных данных, обобщение результатов исследования, написание текста диссертации и публикаций по теме диссертации. Все публикации по теме диссертации подготовлены автором или при его непосредственном участии.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 328 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием методов исследования, 3 глав собственных наблюдений, заключения, выводов, библиографии (417 источника, из них 266 на русском языке и 151 – на иностранных языках). Работа содержит 59 таблиц и 60 рисунков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка адаптации студентов в вузе методом сердечно-дыхательного синхронизма. По показателям сердечно-дыхательного синхронизма у студентов 2 курса к концу учебного семестра было зафиксировано снижение регуляторно-адаптивных возможностей в диапазоне от хороших до удовлетворительных (таблица 1), о чем свидетельствует достоверное у уменьшение ИРАС на 48,0%, сужение интервала продолжительности СДС на 24,0% и рост периода формирования синхронизма на нижней границе на 45,8% ($p < 0,001$).

В начале учебного года у студентов второго курса группа с высоким ИРАС составила 76%, хорошим – 16,1%, удовлетворительным – 6,3%, низким – 1,6%. Тогда как в предэкзаменационном периоде в конце учебного года контингент студентов с высоким ИРАС составлял лишь 15%, хорошим – 16,1%, удовлетворительным, напротив, – 62,1%, низким – 6,8%. Группа с неудовлетворительными регуляторно-адаптивными возможностями отсутствовала как в начале, так и в конце учебного года.

Таблица 1 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов 2-го курса в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=89	Конец учебного года, n=89
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	12,9±0,4	9,8±0,2 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	14,4±0,5	21,0±0,7 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	89,6±0,8	46,6±0,9 P <0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Хорошие	Удовлетворительные

Аналогичная динамика выявлена в процессе обучения на пятом курсе, когда к концу учебного года регистрировалось ухудшение показателей регуляторно-адаптивных возможностей: происходило снижение ИРАС на 51,3% на фоне сокращения на 32,3% интервала длительности СДС и увеличения на 39,2% периода формирования синхронизации на нижней границе диапазона (таблица 2). Регуляторно-адаптивный потенциал студентов 5-го курса в процессе годового обучения понижался от хороших показателей до удовлетворительных оценок ($p < 0,001$).

Таблица 2 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов 5-го курса в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=95	Конец учебного года, n=95
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	12,4±0,3	8,4±0,4 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	14,3±0,5	19,9±0,7 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	86,7±0,3	42,2±0,5 P <0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Хорошие	Удовлетворительные

В начале учебного года студенты-пятикурсники с высоким ИРАС составляли 70%, хорошим –15,4%, удовлетворительным –12,3%, низким –2,3%. В предэкзаменационном периоде в конце учебного года группы распределились следующим образом соответственно: 10%, 15,2%, 66,3%, 8,5%. Группа с неудовлетворительными регуляторно-адаптивными возможностями у студентов пятого курса, равным образом, как и у студентов второго курса отсутствовала.

Следовательно, к концу учебного года регуляторно-адаптивные возможности организма, определяемые по значениям параметра ИРАС, у всех студентов снижались. Тот факт, что на начальном этапе годового обучения, как на втором, так и пятом курсах преобладали студенты с высоким уровнем адаптации, а в конце года на фоне кумуляции утомления происходило перераспределение в группах и увеличивалось количество студентов с удовлетворительным уровнем регуляторно-адаптивных возможностей, особенно на пятом курсе, указывает на перестройку в регуляции дыхания и кровообращения в целях удержания гомеостаза на оптимальном уровне при адаптации к длительному учебному процессу, на рост напряжения функционального состояния организма в целом и истощение его регуляторно-адаптивных возможностей к концу учебного года. Снижение адаптационного потенциала в большей степени происходит у студентов 5-го курса, о чем свидетельствует снижение ИРАС на 51,3% против 48,0% на втором курсе ($p < 0,001$). Возможно, это связано с повышением тревожности перед государственными экзаменами и предстоящим выбором специализации. Полученные результаты согласуются с данными других авторов о нарастании психоэмоционального напряжения и ухудшении функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов-медиков к пятому курсу (Севрюкова Г.А., 2012).

Установлено, что характер и степень изменения ИРАС зависят от исходного уровня регуляторно-адаптивных возможностей: чем выше показатели ИРАС в начале учебного года, тем стабильнее они остаются в конце на предэкзаменационном периоде в конце года. В процессе количественного анализа проявляется очевидная корреляционная взаимосвязь ИРАС с рейтингом успеваемости ($r = +0,78$), что свидетельствует о безусловной ценности данного индекса как количественного параметра регуляторно-адаптивного статуса организма, отражающего способность студентов усваивать учебный материал. Это вполне логично, поскольку успешность обучения определяется в первую очередь текущим функциональным состоянием сердечно-сосудистой и дыхательной систем как главными факторами лимитирующими умственную работоспособность.

Влияние половых различий студентов - медиков второго и пятого курсов на регуляторно-адаптивные возможности при обучении. В конце 2-го года обучения у студентов – юношей значительно изменялись показатели сердечно-дыхательного синхронизма по сравнению с началом учебного года ($p < 0,001$): ИРАС понизился на 48,5% по причине сокращения диапазона СДС (на 31,8%) и возрастания периода формирования синхронизма (на 32,4%). Если в начале учебного года регуляторно-адаптивные возможности по показателям ИРАС оценивались, как хорошие, то к концу учебного года они носили удовлетворительный характер. Аналогичные изменения к концу учебного года были выявлены у студентов-юношей 5-го курса: ИРАС уменьшался на 51,5% в результате сокращения длительности сердечно-дыхательной синхронизации (на 35,0%) и роста на периода формирования синхронизации (33,7%) ($p < 0,001$). При индивидуальном анализе регуляторно-адаптивные возможности юношей 5-го курса, так же как и 2-го снизились с хорошего до удовлетворительного уровня (рисунок 1).

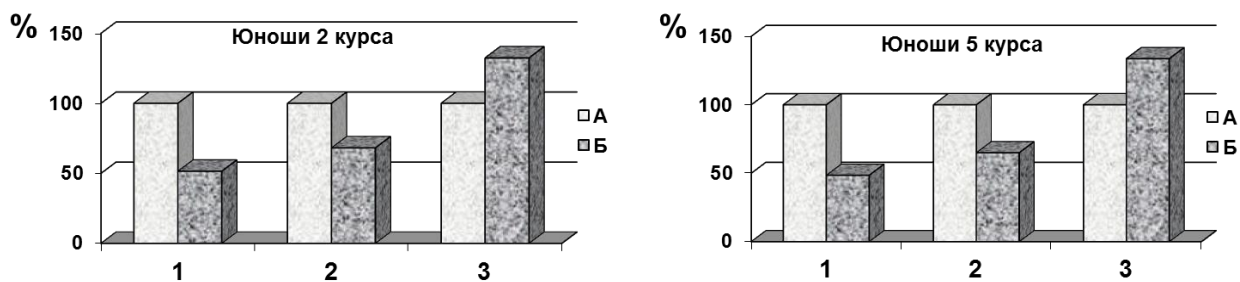


Рисунок 1 – Параметры оценки адаптации юношей-студентов 2-го и 5-го курсов в начале (А) и в конце (Б) учебного года. Величины в начале учебного года взяты за 100%. 1 – индекс регуляторно-адаптивного статуса, 2 – диапазон синхронизации, 3 – длительность развития синхронизации на минимальной границе

У студенток-девушек 2-го курса были зафиксированы следующие изменения в показателях СДС к концу учебного года (рисунок 2): снижение ИРАС на 55,0% на фоне уменьшения периода продолжительности сердечно-дыхательного синхронизма (на 32,1%) и роста длительности формирования синхронизации на минимальной границе (на 51,1%) ($p < 0,001$).

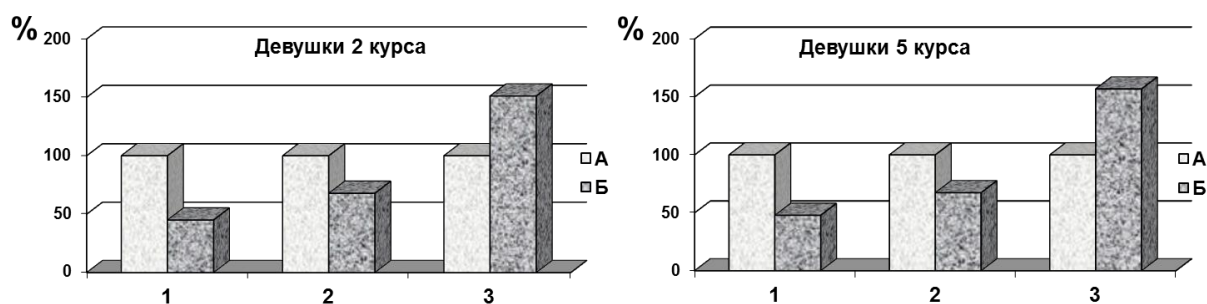


Рисунок 2 – Параметры оценки адаптации девушек-студенток 2-го и 5-го курсов в начале (А) и в конце (Б) учебного года. Величины в начале учебного года взяты за 100%. 1 – индекс регуляторно-адаптивного статуса, 2 – диапазон синхронизации, 3 – длительность развития синхронизации на минимальной границе

У студенток-девушек 5-го курса к концу учебного года происходило снижение ИРАС на 52,1%, сокращение длительности диапазона синхронизации – на 32,6% и увеличением на 56,9% времени, необходимого для формирования синхронизма ($p < 0,001$) (рисунок 2).

Девушки 2 курса демонстрировали более высокие регуляторно-адаптивные способности по сравнению с юношами как в начале, так и в конце учебного года (таблица 3). В начале учебного года ИРАС студенток-девушек на 64,5% превышал аналогичные показатели студентов-юношей на фоне увеличения диапазона синхронизации и уменьшения периода развития синхронизации (на 24,5% и 24,4% соответственно) ($p < 0,001$). В конце учебного года (таблица 4) ИРАС у девушек был выше на 43,8% по сравнению с юношами вследствие увеличения диапазона синхронизации и уменьшения длительности

формирования синхронизации на минимальной границе диапазона (на 24,0% и 13,7% соответственно), $p < 0,001$.

Таблица 3 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации юношей и девушек – студентов 2-го курса в начале учебного года

Параметры	Юноши, n=24	Девушки, n=65
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	11,0±0,2	13,7±0,1 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	17,6±0,3	13,3±0,1 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	62,5±0,2	103,0±0,1 P <0,001

Таблица 4 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации юношей и девушек – студентов 2-го курса в конце учебного года

Параметры	Юноши, n=24	Девушки, n=65
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	7,5±0,2	9,3±0,1 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	23,3±0,4	20,1±0,1 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	32,2±0,2	46,3±0,1 P <0,001

У студентов-медиков на 5-м курсе параметры СДС изменялись аналогично как и на 2-м курсе (таблица 5). В начале обучения на 5-м курсе ИРАС девушек превышал на 73,0% аналогичный параметр юношей, в результате более широкого диапазона СДС и сокращённого периода формирования синхронизации (на 31,1% и 24,4% соответственно), $p < 0,001$. В конце учебного года (таблица 6) по значению показателя ИРАС студентки-девушки на 70,8% опережали студентов-юношей. Соответственно, у девушек был шире (на 35,8%) диапазон синхронизации, которая формировалась быстрее на 11,3% ($p < 0,001$).

Таким образом, установлено влияние половых различий на регуляторно-адаптивные возможности студентов при обучении: у девушек более высокий уровень ИРАС во все наблюдаемые периоды, превышающий показатели юношей в начале и конце учебного года, как на втором, так и пятом курсах медицинского вуза, что согласуется с мнением о наличии половой дифференциации в формировании половых особенностей и механизмов адаптации студентов к учебной деятельности (Давыдова Н.О. с соавт., 2013). В мужском и женском организме содержатся одинаковые гормоны, но в разных соотношениях и количествах, что видимо, приводит к половым различиям в развитии когнитивных процессах, скорости психических реакций, обучении и адаптации. Учитывая тот факт, что в основе феномена сердечно-дыхательного синхронизма взаимодействия ритмов зависят в первую очередь от способности нервных центров кровообращения и дыхания к адаптации и от развития

механизмов произвольного управления дыханием, можно с уверенностью сказать о снижении степени напряжения регуляторных механизмов, о более высоком уровне лабильности и резервных возможностей центров дыхания и кровообращения у девушек на фоне менее выраженного кумулятивного утомления под влиянием учебных нагрузок в конце 2-го и 5-го курсов.

Таблица 5 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации юношей и девушек – студентов 5-го курса в начале учебного года

Параметры	Юноши, n=30	Девушки, n=65
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	10,3±0,3	13,5±0,3 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	17,2±0,4	13,0±0,5 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	60,0±0,7	103,8±0,9 P <0,001

Таблица 6 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации юношей и девушек – студентов 5-го курса в конце учебного года

Параметры	Юноши, n=30	Девушки, n=65
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	6,7±0,1	9,1±0,1 P <0,001
Длительность развития СДС на минимальной границе диапазона в кардиоциклах	23,0±0,3	20,4±0,2 P <0,001
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	29,1±0,3	49,7±0,7 P <0,001

Регуляторно-адаптивные возможности организма девушек-студенток в разные фазы овариально-менструального цикла. Установлено, что ИРАС имеет четкую связь с фазами овариально-менструального цикла девушек. Так, в конце учебного года у студенток 2-го курса, находящихся в процессе фолликулиновой фазы, ИРАС уменьшался на 54,8% в результате сокращения интервала длительности СДС (на 29,5%) и роста (на 55,9%) времени формирования синхронизации ($p < 0,001$). Тогда как в лютеиновую фазу ИРАС, напротив, снижался на 57,0% по причине сокращения периода синхронности дыхания и сердечного ритма (на 35,6%) и увеличением (на 49,7%) временного интервала, необходимого для формирования устойчивого СДС.

Показатели сердечно-дыхательного синхронизма у девушек 5-го курса, равным образом, как и у 2-го курса, носили волновой характер в соответствии с фазами менструального цикла. В частности, в фолликулиновую фазу происходило понижение ИРАС на 46,1%, в лютеиновую – на 60,1%, но регуляторно-адаптивные возможности в обе фазы переходили с высокого на хороший уровень. В лютеиновую фазу происходило более значительное уменьшение диапазона СДС (на 39,8% против 30,0% в фолликулиновую фазу) и

увеличения при этом формирования синхронизации на минимальной границе (на 44,5% против 37,2% в фолликулиновую фазу) ($p < 0,001$).

Известно, что в женском организме ритмические изменения гормонального статуса на протяжении менструального цикла влияют на функциональное состояние, работоспособность и реакцию на раздражители (Коколина В.Ф., 2001; Шахлина Л.Г., 2008). Наши исследования так же показали, что гормональный статус студенток, который меняется на протяжении фаз менструального цикла, определяет регуляторно-адаптивные возможности, при этом динамика ИРАС у девушек-медиков носит нестабильный волновой характер и более благоприятна в фолликулиновую фазу овариально-менструального цикла по сравнению с девушками в лютеиновую фазу, что подтверждает ранее полученную информацию о различных значениях показателей сердечно-дыхательного синхронизма в разные фазы менструального цикла у женщин и формировании специфических адаптационных возможностей женского организма на протяжении менструального цикла (Куценко И.И., Чернобай Е.Г., 2002; Шипков В.А., 2005; Горбунов Р.В., 2006; Куценко И.И., 2010). Полученные данные свидетельствуют о влиянии разных видов половых гормонов (эстрогена и прогестерона) не только на репродуктивную систему, но и другие функциональные системы, что подтверждает факт наличия рецепторов к данным гормонам во всех органах и тканях (Комиссаренко В.П. с соавт., 1986). Более высокие показатели ИРАС у студенток – девушек в фолликулярную фазу менструального цикла, возможно, связаны с положительным влиянием эстрогенов на трофику миокарда, на общую работоспособность, экономичность функций, ускоренное восстановления после нагрузок (Шахлина Л.Г., 2008), эмоциональную лабильность (Коколина В.Ф., 2001), активацию парасимпатической нервной системы (Tenan M.S. et al., 2014; Leicht A.S. et al., 2003). Все эти факторы повышают регуляторно-адаптивный потенциал у девушек в фолликулярную фазу овариально-менструального цикла по сравнению с лютеиновой. Полученные результаты указывают на роль гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, влияющей на ритмически изменяющееся функциональное состояние девушек-студенток, процессы адаптации возможно и на организацию психоэмоциональной сферы, что диктует необходимость планировать более гибкий график учебной нагрузки для студенток-девушек с учетом их вариабельности функционального состояния их организма в течение месяца.

Количественный показатель уровня адаптации. Количественной характеристикой регуляторно-адаптивных возможностей организма является индекс адаптации. ИА имел статистически значимые различия у студентов-медиков, разделенных по Стреляу в группы с учетом их адаптационных способностей ($p < 0,001$): у наиболее адаптированных студентов он был больше чем у менее адаптированных (на 53,0%), в том числе у наиболее адаптированных юношей больше на 24,4%, а у наиболее адаптированных девушек – на 21,8%. Для определения адаптационных возможностей, с учетом ИА нами были предложены следующие градации уровней адаптации: высокий – при ИА больше 60; хороший – 50-60; умеренный – 30-50; низкий – 20-30; неудовлетворительный – менее 20. Группа студентов-медиков с высоким ИА

составила 26%, хорошим – 14%, умеренным – 51%, низким – 9%. В группе студентов-медиков с низким ИА, возможно развитие дистресса на фоне кумуляции утомления.

Г. Селье (1979г.) считал, что стресс можно рассматривать как положительный фактор, способствующий приспособлению организма к многосторонним влияниям окружающей среды, за счет совершенствования механизмов регуляции и расширения функционального резерва и его мобилизации, так и как негативный фактор, приводящий к развитию процессов дистресса и нарушению адаптации на физиологическом, психологическом, социальном уровнях регуляции и развитию ситуации. В работах Э.И. Киршбаума с соавт. (2000г.) и С.А. Игумнова с соавт. (2011г.), М.В.Газиевой (2018г.) так же показано не только отрицательное, разрушительное, но и созидательное, положительное действие стресса на человека, что способствует формированию и развитию личности в молодом возрасте. Это означает, что активация стресса может быть положительно мотивирующей силой, необходимой для улучшения "качества жизни", способствующей быстрой перестройке деятельности при необходимости в условиях напряжённых ситуаций. Учитывая такую точку зрения, можно говорить, что стресс во время обучения является одним из важнейших инструментов тренировки приспособительных механизмов психики и всего организма молодых людей к непрерывающейся адаптации к образовательной среде. Но для развития стресса без дистресса у студентов во время обучения в вузе необходимо не только наличие достаточного ресурса их адаптивных и функциональных возможностей, но и адекватность всех видов учебных нагрузок резервным возможностям организма а так же обеспечение со стороны педагогов благоприятного эмоционального фона, одобрение деятельности молодых людей в ходе образовательного процесса, создание позитивного прогноза на будущее.

Использование количественного показателя ИА может стать основой для разработки здоровьесформирующих и здоровьесберегающих технологий для студентов с учетом функциональных и адаптивных возможностей их организма.

Роль параметра длительности развития на максимальной границе диапазона синхронизации в прогнозе адаптации. В условиях метода сердечно-дыхательного синхронизма границы диапазона синхронизации определяются пробами с увеличением частоты дыхания от восстановленной исходной ЧСС, поэтому длительность развития на минимальной границе меньше, чем на максимальной (Покровский В.М., 2010). Проведён анализ параметра ДлР на макс. гр., и выявлено, что у 40% студентов-медиков в начале учебного года разница между ДлР на мин. гр. и ДлР на макс. гр. (Δ ДлР) была положительной (таблица 7).

Корреляционный анализ показал зависимость между Δ ДлР и индексом адаптации (коэффициент корреляции Спирмена $r=0,456$; $p=0,003$): большее положительное значение Δ ДлР соответствует лучшему уровню адаптации. Δ ДлР позволяет осуществлять прогноз адаптации (ПА) студентов уже после регистрации первой записи сердечно-дыхательного синхронизма в начале учебного года и оценить регуляторно-адаптивный ресурс организма студентов,

спрогнозировать динамику развития регуляторно-адаптивных возможностей на последующих этапах обучения.

Таблица 7 – Разница между длительностью развития на границах диапазона синхронизации (Δ ДлР) и индекс адаптации (ИА), $M \pm SD$ и медиана (1-й, 3-й квартили)

ΔДлР	ИРАС₁	ИРАС₂	ИА
11,1 \pm 9,3 9,0 (3,5; 17,0)	32,2 \pm 19,4 26,5 (22,2; 37,1)	68,9 \pm 41,6	247,1 \pm 154,9
-22,4 \pm 17,0	76,7 \pm 45,7	72,6 \pm 43,5	140,3 \pm 118,0 80,8 (57,6; 222,5)

Чем более положительная разница между параметрами ДлР мин. гр. и ДлР на макс. гр., тем больше значение Δ ДлР и тем лучше ПА. Среди студентов-медиков положительное значение Δ ДлР наблюдалось в 40% случаев, что соответствует процентному соотношению студентов с высоким и хорошим уровнем ИА, в конце годового обучения (26% и 14% соответственно). Полученные результаты демонстрируют объективизацию прогностической ценности данного индекса.

Динамика регуляторно-адаптивного статуса у студентов с различными типами личности. Современная психофизиология уже оперирует фактами о ключевой роли личностных особенностей в процессе воспитания, образования и приобретения профессиональных навыков (Юматов Е.А., 2017; Цатурян Л.Д., Андросова Д.А., 2018). У студентов 2-го и 5-го курсов в начале учебного года были определены типы личности по тест-опроснику Г. Айзенка.

Проведена оценка регуляторно-адаптивных возможностей у студентов с классическими и смешанными типами личности по динамике индекса регуляторно-адаптивного статуса в начале и в конце учебного года. У групп с классическими типами личности в конце учебного года зафиксировано снижение регуляторно-адаптивных возможностей (таблица 8,9): у флегматиков ИРАС снизился на 18,1% на фоне сокращения интервала СДС; увеличение времени, развития СДС на минимальной границе (на 12,9% и 6,3% соответственно); произошло снижение регуляторно-адаптивных способностей с высокого до хорошего уровня ($p < 0,001$). У сангвиников происходило более значительное снижение ИРАС – на 65,9%; уменьшение интервала длительности СДС; увеличение времени формирования синхронизма на нижней границе диапазона (на 46,6% и 56,3% соответственно), что привело к переходу высокого уровня регуляторно-адаптивных возможностей до удовлетворительного ($p < 0,001$). У холериков выявлено снижение ИРАС – на 51,3%; сокращение ширины диапазона СДС (на 32,1%); увеличение времени формирования синхронизма (на 36,5%) и понижение регуляторно-адаптивных возможностей с хорошего уровня до удовлетворительного ($p < 0,001$). Пробы СДС у студентов с меланхолическим темпераментом определили уменьшение ИРАС на 62,9%; сокращение диапазона СДС (на 47,4%); рост времени развития синхронизма (на 41,2%) и понижение адаптивных способностей с удовлетворительных значений до низких показателей ($p < 0,001$).

Таблица 8 – Показатели ($M \pm m$) диапазона сердечно-дыхательного синхронизма и длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона у студентов с классическими типами личности в конце учебного года

Параметры	Типы личности			
	Флегматик	Сангвиник	Холерик	Меланхолик
Диапазон синхронизации в кардиореспираторных циклах в минуту	12,1±0,1 P<0,001	7,0±0,1 P<0,001	7,2±0,1 P<0,001	4,1±0,1 P<0,001
Длительность развития на минимальной границе в кардиоциклах	13,5±0,1 P<0,001	19,7±0,1 P<0,001	21,9±0,3 P<0,001	30,5±0,2 P<0,001

Таблица 9 – Показатели ($M \pm m$) индекса регуляторно-адаптивного статуса и регуляторно-адаптивных возможностей у студентов различных типов личности в начале и в конце учебного года

Тип личности	Количество обследованных (n)	Индекс регуляторно-адаптивного статуса		Регуляторно-адаптивные возможности	
		начало года	конец года	начало года	конец года
Флегматики	26	109,4±1,1	89,6±1,2 P<0,001	Высокие	Хорошие
Сангвиники	22	104,0±1,7	35,5±0,9 P<0,001	Высокие	Удовлетворительные
Меланхолики	20	36,1±0,7	13,4±0,7 P<0,001	Удовлетворительные	Низкие
Холерики	22	67,5±0,8	32,9±1,1 P<0,001	Хорошие	Удовлетворительные
Флегматики/ сангвиники	20	139,8±0,8	111,1±0,7 P<0,001	Высокие	Высокие
Флегматики/ меланхолики	30	135,7±1,3	49,7±0,8 P<0,001	Высокие	Удовлетворительные
Сангвиники/ холерики	26	97,7±1,1	42,2±0,7 P<0,001	Высокие	Удовлетворительные
Меланхолики/ холерики	18	48,2±0,4	16,0±0,5 P<0,001	Удовлетворительные	Низкие

В группах смешанных типов личности в конце учебного года наблюдались аналогичные изменения, как и в группах с классическими типами (таблица 9, 10). У флегматиков/сангвиников индекс ИРАС снизился (на 20,5%), диапазон синхронизации уменьшился (на 11,4%), время формирования СДС увеличилось (на 11,5%), но регуляторно-адаптивные способности стабильно оставались на высоком уровне ($p < 0,001$). У флегматиков/меланхоликов происходило снижение ИРАС (на 63,4%), сокращение интервала СДС (на 38,8%), увеличение времени развития синхронизации (на 72,3%), ухудшение регуляторно-адаптивных возможностей с высокого до удовлетворительного уровня ($p < 0,001$). У сангвиников/холериков регистрировалось уменьшение ИРАС (на 56,8%); сокращение интервала синхронизма (на 34,6%); увеличение времени

образования СДС (на 51,1%), падение адаптационных возможностей с удовлетворительного до низкого уровня ($p < 0,001$). У меланхоликов/холериков наблюдалось снижение ИРАС на 66,8%, уменьшение (на 51,0%) диапазона СДС, увеличение (на 46,7%) интервала образования синхронизма, понижение регуляторно-адаптивных возможностей с удовлетворительных до низких оценок ($p < 0,001$).

Таблица 10 – Показатели ($M \pm m$) диапазона сердечно-дыхательного синхронизма и длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона у студентов смешанных типов личности в конце учебного года

Параметры	Типы личности			
	Флегматик/ сангвиник	Флегматик/ меланхолик	Сангвиник/ холерик	Меланхолик/ холерик
Диапазон СДС в кардиореспираторных циклах в минуту	14,0±0,1	9,6±0,1	8,5±0,2	4,7±0,1
Длительность развития на минимальной границе в кардиоциклах	12,6±0,1 P<0,001	19,3±0,2 P<0,001	20,1±0,3 P<0,001	29,2±0,2 P<0,001

Согласно предложенной классификации Я. Стреляу (1982г.) флегматики, сангвиники, флегматики/сангвиники и флегматики/меланхолики относятся к более адаптированным лицам, а меланхолики, холерики, сангвиники/холерики и меланхолики/холерики – к менее адаптированным, у которых могут возникнуть трудности с приспособлением к условиям внешней среды, в частности может развиваться дезадаптация под влиянием учебной нагрузки. Была проведена сравнительная оценка адаптации данных групп студентов к учебному процессу по динамике регуляторно-адаптивного статуса в начале и в конце учебного года. В группе наиболее адаптированных студентов зафиксировано снижение регуляторно-адаптивных возможностей от высоких до хороших (таблица 11), по причине снижения ИРАС (на 41,8%), уменьшения диапазона синхронизации (на 21,3%) и возрастания длительности развития синхронизации на минимальной границе диапазона (на 37,5%) ($p < 0,001$).

Таблица 11 – Показатели ($M \pm m$) регуляторно-адаптивных возможностей студентов с разным уровнем адаптации в начале и в конце учебного года

Параметры	Наиболее адаптированные n=97		Наименее адаптированные n=87	
	Начало года	Конец года	Начало года	Конец года
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	113,3±1,0	64,8±0,8 P<0,001	93,9±1,0	25,3±0,6 P<0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Высокие	Хорошие	Хорошие	Удовлетворительные

Результаты, полученные методом сердечно-дыхательного синхронизма у студентов с различными типами личности продемонстрировали, что к концу

годового обучения все учащиеся вне зависимости от темперамента понижают свои адаптационные способности, что отражает утомляемость студентов от длительного непрерывного обучения. Известно, что степень приспособления организма к изменяющимся условиям среды имеет зависимость от типологических свойств нервной системы и их способности к перестройке, что модулируется корой и другими структурами головного мозга (Грибанов А.В. с соавт., 2018; Гусякова А.В. с соавт., 2019). При этом наименьшее снижение ИРАС к концу учебного года, а значит более устойчивые регуляторно-адаптивные возможности наблюдались у студентов флегматиков /сангвиников и флегматиков. Тогда как холерики, меланхолики и меланхолики/холерики имели наибольший процент снижения показателя ИРАС. Полученные в настоящем исследовании данные о различной ширине диапазона синхронизации в зависимости от типа личности, по-видимому, объясняются с позиций особенностей нервных процессов, характерных для лиц разных типов темперамента. Флегматики, имеющие значительную силу и равновесие нервных процессов наряду с их малой подвижностью способны хорошо адаптироваться к алгоритму, условиям и характеру команд, которые имели место при пробе сердечно-дыхательного синхронизма, что отразилось на наибольшем диапазоне синхронизации при проведении пробы СДС. Меланхолики, меланхолики/холерики, имевшие самые низкие показатели ИРАС, отличаются пассивностью, заторможенностью, быстрым утомлением и невозможностью оперативно реагировать на раздражители. У холериков, как у подвижного и неуравновешенного типа, существуют сложности к четкому выполнению команды дышать в такт индифферентному раздражителю. Все это означает, что тип высшей нервной деятельности – основа, на которой строится не только характер, личность, эмоциональная и функциональная сферы, но и регуляторно-адаптивный статус, что обязательно откладывает отпечаток на учебную и профессиональную деятельность человека. На основании знания типа ВНД возможно улучшить организацию учебного/рабочего процесса для предотвращения развития эмоционального и профессионального выгорания и, как следствие, психосоматических заболеваний.

Параметры variability ритма сердца у студентов 2-го и 5-го курсов. Сердечно-сосудистая система, регулируемая симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС является функциональной системой не только гомеостатического, но и ресурсно-адаптивного уровня (Шаханова А.В., 2021). Поэтому исследование variability ритма сердца (ВРС) позволяет судить о состоянии различных звеньев ВНС, регулирующих сердечную деятельность, и в целом об адаптационных возможностях организма (Жужгов А.П., 2003; Муготлев М.А., 2007; Кудря О.Н., 2011, 2012; Белоусова Н.А., 2012; Байгужин П.А., Мальцев В.П., 2012; Hopkins W.G. et al, 2009).

Наблюдались различия по variability сердечного ритма в группах студентов с разными типами адаптации по Стреляу (таблица 12). Параметры временного анализа (rMSSD, PNN50%) у наиболее адаптированных студентов не изменялись, в то время как у менее адаптированных уменьшались ($p < 0,001$), что указывало на снижение активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

Таблица 12 – Параметры ($M \pm m$) вариабельности ритма сердца у студентов с наибольшей и наименьшей адаптацией в начале и в конце учебного года

Данные	Наиболее адаптированные n=97		Менее адаптированные n=87	
	В начале года	В конце года	В начале года	В конце года
Статистический анализ				
ЧСС	76,0±0,3 P	73,7±0,3 <0,001	89,1±0,6	103,5±2,9 <0,001
D	0,0046±0,0001 P	0,0038±0,0005 >0,05	0,0008±0,0001	0,0010±0,0005 >0,05
σ	0,060±0,008 P	0,056±0,004 >0,05	0,026±0,001	0,023±0,004 P>0,05
V%	8,0±0,8 P	6,9±0,6 >0,05	3,5±0,4	3,0±0,4 >0,05
Временной анализ				
rMSSD	66,5± 1,2 P	65,3±1,2 >0,05	22,3±0,4	17,7±0,4 <0,001
PNN50%	9,7±0,3 P	9,6±0,3 >0,05	1,3±0,06	0,40±0,02 <0,001
Вариационная пульсометрия				
Mo	0,791±0,003 P	0,829±0,003 <0,001	0,686±0,003	0,704±0,002 <0,001
AMo	57,2±0,5 P	62,9±0,3 <0,001	79,8±0,5	76,8±0,5 <0,001
ИН	47,1±0,5 P	78,5±0,8 <0,001	126,1±6,8	226,2±3,3 <0,001
Спектральный анализ				
TP	3119,9±29,8 P	3018,5±33,9 >0,05	750,1±12,6	595,0±7,8 <0,001
HF%	39,5±0,4 P	45,9±0,1 <0,001	32,9±0,7	22,1±0,4 <0,001
LF%	28,1±0,2 P	25,0±0,2 <0,001	21,1±0,3	18,9±0,2 <0,001
VLF%	33,9±0,3 P	29,1±0,4 <0,001	46,0±0,7	61,7±0,3 <0,001

Результаты вариационной пульсометрии (Mo, AMo) указывали на умеренную симпатикотонию в обеих группах испытуемых. Индекс напряжения (ИН), характеризующий степень централизации управления сердечным ритмом, в группе наиболее адаптированных студентов изначально имел более низкие значения, чем у менее адаптированных студентов, и в конце года находился в пределах нормы ($p < 0,001$), что указывает на способность

организма хорошо справляться с физическими, эмоциональными и психологическими нагрузками. Достоверное изменение ИН ($p < 0,001$) в конце годового обучения в группе менее адаптированных студентов указывало на наличие дисстресса, когда организм справляется с нагрузкой, но с высокой ценой больших энергозатрат, что приводит к истощению физиологических резервов. При спектральном анализе в обеих группах в конце учебного года мощность спектра (TP) уменьшалась. Высокочастотный спектр (HF%), отражающий тонус парасимпатической регуляции, у более адаптированных возрастал, а у менее адаптированных уменьшался. Низкий спектр волн (LF%) и у тех и у других уменьшался, что указывало на снижение симпатического звена вегетативной регуляции. Спектр волн очень низкой частоты (VLF%) у более адаптированных уменьшался, а у менее адаптированных увеличивался, что показывало напряжение механизмов адаптации во второй группе. Известно, что амплитуда VLF% тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры головного мозга (Баевский Р.М. с соавт., 2002). Прирост волн очень низкой частоты (VLF%) на фоне снижения низкого спектра волн (LF%) у менее адаптированных студентов указывал на включение центральных механизмов регуляции.

Полученные базовые показатели variability ритма сердца указывают, что систематическая учебная нагрузка к концу учебного года изменяет вегетативный баланс, как у более так и менее адаптированных студентов. Большая часть показателей variability ритма сердца отражала усиление парасимпатического звена регуляции у более адаптированных студентов в конце годового обучения, а симпатического – у менее адаптированных. Вместе с тем информативность данного метода в оценке адаптационных возможностей студентов в начале и в конце учебного года снижается за счет разнонаправленного изменения ряда показателей, в этом плане более информативным показателем функционального состояния организма является ИРАС.

Динамика психологического статуса студентов при обучении. Нейрофизиологическая и психическая деятельности мозга взаимосвязаны и объединены в единое целое. В функциональной системе нейрофизиологическая составляющая не может достигать полезного результата без вовлечения психической деятельности (Юматов Е.А., 2013; Yumatov E.A., 2014). Предъявляемые требования высшего учебного заведения, в особенности медицинского вуза, строго регламентирует жизнь студента в течение всего периода обучения медицинского вуза (Шаханова А.В. и др., 2008). Интенсивный, а зачастую предельно интенсивный ритм жизни студента, не учитывающий его индивидуальные особенности, не может не сказаться на эффективности обучения, основными критериями которого являются умственная работоспособность и академическая успеваемость. Основными инструментами процесса психофизиологической адаптации считаются следующие функции: эффективность работы клеток головного мозга; скорость протекания ответных процессов в центральной нервной системе; реакция тревожности; общая эмоциональность. Именно эти составляющие

преимущественно формируют адаптационный потенциал личности (Юматов Е.А., 2017).

Тревожность студентов в зависимости от адаптации к учебному процессу. Для оценки взаимодействия регуляторно-адаптивных способностей с уровнем личностной тревожности в начале учебного года студенты-медики были разделены на три группы: 20 человек с низким уровнем тревожности; 126 человек с умеренной степенью тревожности; 38 студентов с высокой тревожностью. В начале учебного года у студентов с низкой личностной тревожностью ИРАС был выше, чем с умеренным уровнем тревожности на 25,7%, а в сравнении с высоким уровнем тревожности на 82,1% ($p < 0,001$) (таблицы 13,14,15). В конце учебного года произошло перераспределение студентов в группах по уровню тревожности, наблюдалось во всех группах достоверное снижение регуляторно-адаптивных возможностей студентов-медиков ($p < 0,001$).

Таблица 13 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов с низким уровнем тревожности в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=20	Конец учебного года, n=20
Диапазон СДС в кардиореспираторных циклах в минуту	15,8±0,2	14,0±0,1 P <0,001
Длительность развития на минимальной границе в кардиоциклах	11,3±0,1	12,6±0,1 P <0,05
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	139,8±0,8	111,1±0,7 P <0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Высокие	Высокие

Таблица 14 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов с умеренным уровнем тревожности в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=126	Конец учебного года, n=116
Диапазон СДС в кардиореспираторных циклах в минуту	13,4±0,1	9,0±0,2 P <0,001
Длительность развития на минимальной границе в кардиоциклах	12,9±0,2	19,5±0,4 P <0,05
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	103,9±1,0	46,2±0,3 P <0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Высокие	Удовлетворительные

Таблица 15 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов с высоким уровнем тревожности в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=38	Конец учебного года, n=48
Диапазон СДС в кардиореспираторных циклах в минуту	6,3±0,1	5,0±0,3 P <0,001
Длительность развития на минимальной границе в кардиоциклах	25,2±0,2	27,3±0,2 P <0,05
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	25,0±0,3	18,5±0,1 P <0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Удовлетворительные	Низкие

Численность первой группы осталась без изменений, ИРАС снизился на 20,5%, но регуляторно-адаптивные возможности соответствовали, как и в начале года высокому уровню. Во второй группе количество студентов уменьшилось, за счет увеличения степени тревожности у 10 человек. ИРАС студентов второй группы снизился на 55,5%, высокие регуляторно-адаптивные возможности перешли до удовлетворительного уровня. В третьей группе ИРАС уменьшился на 26%, удовлетворительные регуляторно-адаптивные возможности стали низкими (рисунок 3).

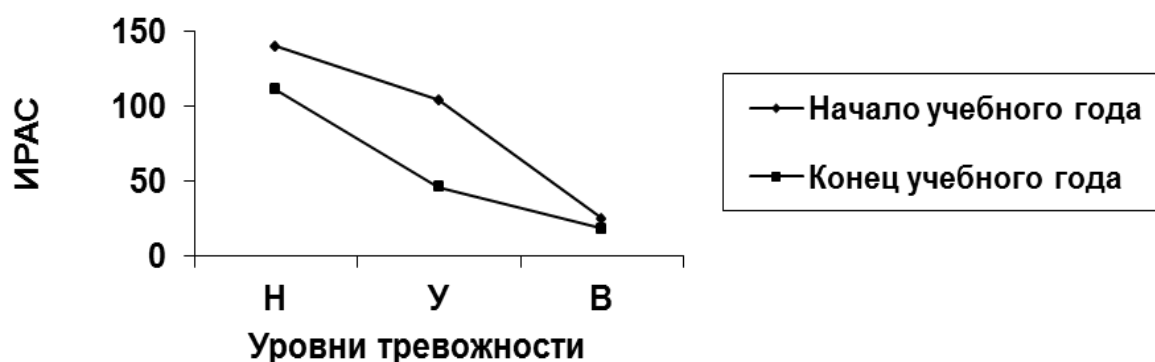


Рисунок 3 – Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) у студентов в начале и в конце учебного года при различных уровнях тревожности (низкий – Н, умеренный – У и высокий – В)

Таким образом, студенты с высокой личностной тревожностью быстро теряют изначально невысокие адаптационные способности, напротив, с умеренным уровнем – демонстрируют высокие показатели регуляторно-адаптивных возможностей в начале года, но к концу учебного года снижаются до удовлетворительной отметки тогда как студенты с низким уровнем тревожности сохраняют свои высокие адаптационные возможности в течение всего учебного года.

Оценка депрессивного состояния у студентов. Студенты по уровню депрессии в начале обучения были разделены на три группы: 50,6% имели нормальное состояние, 33,7% – легкий уровень депрессии, 15,7% – умеренный уровень депрессии. В конце учебного года количество студентов с лёгким и умеренным уровнями депрессии увеличивалось и составило 41,3% и 17,9% соответственно. Студенты первой группы в конце учебного года имели снижение показателя ИРАС с $109,3 \pm 1,4$ по $64,8 \pm 0,8$ ($p < 0,001$), высокие регуляторно-адаптивные возможности переходили на хороший уровень. У студентов с легким уровнем депрессии в конце учебного года ИРАС понижался с $81,2 \pm 1,4$ до $31,5 \pm 0,4$ ($p < 0,001$) и регуляторно-адаптивные возможности с хороших переходили на удовлетворительные; у студентов с умеренным уровнем депрессии ИРАС понижался с $25,8 \pm 0,3$ до $16,2 \pm 0,2$ ($p < 0,001$) и регуляторно-адаптивные возможности изменялись с удовлетворительных на низкие.

Адаптация студентов при разных уровнях агрессивности. Используя тест для определения уровня агрессивности, всех студентов разделили на три группы. Низкий уровень составил 52,8%, средний – 37,0%, с повышенным уровнем агрессивности оказалось 10,2%. В конце учебного года количество студентов со средним и повышенным уровнями агрессии увеличивалось до 40,4% и 13,0% соответственно, а с низким уровнем уменьшалось до 46,7%. У студентов с низким уровнем агрессии происходило снижение ИРАС с $118 \pm 1,4$ до $68,9 \pm 0,8$ ($p < 0,001$), высокие регуляторно-адаптивные возможности переходили на хороший уровень. Студенты со средним уровнем агрессии в начале и в конце учебного года имели показатели ИРАС $76,0 \pm 1,0$ и $35,0 \pm 0,5$ соответственно ($p < 0,001$), в результате чего происходило изменение регуляторно-адаптивных возможностей с хорошего до удовлетворительного уровня. Студенты из группы с повышенным уровнем агрессии изменяли показатели ИРАС с $22,2 \pm 0,3$ в начале учебного года до $13,7 \pm 0,2$ в конце, $p < 0,001$, что указывает на стабильно низкие регуляторно-адаптивные возможности.

Динамика показателей психической устойчивости студентов в начале и конце учебного года. В начале обучения проводилось тестирование студентов-медиков с помощью таблиц Шульце. При этом тесты на первых четырёх таблицах по времени практически не отличались. А на пятой таблице наблюдался существенный рост тестового временного интервала. Монотонная однообразная деятельность при обработке пяти таблиц приводила к снижению концентрации внимания, развитию утомления, снижению скорости реакции и увеличению времени выполнения задания с $29,83 \pm 0,11$ сек. до $42,57 \pm 0,08$ сек., то есть увеличилось в 1,43 раза. Несмотря на то, что с каждой таблицей тестируемым требовалось больше времени для того чтобы расположить цифры в порядке возрастания, полученные показатели времени свидетельствовали об адекватной реакции организма на монотонную умственную деятельность, что говорит о нормальной психической уравновешенности испытуемых студентов (рисунок 4).

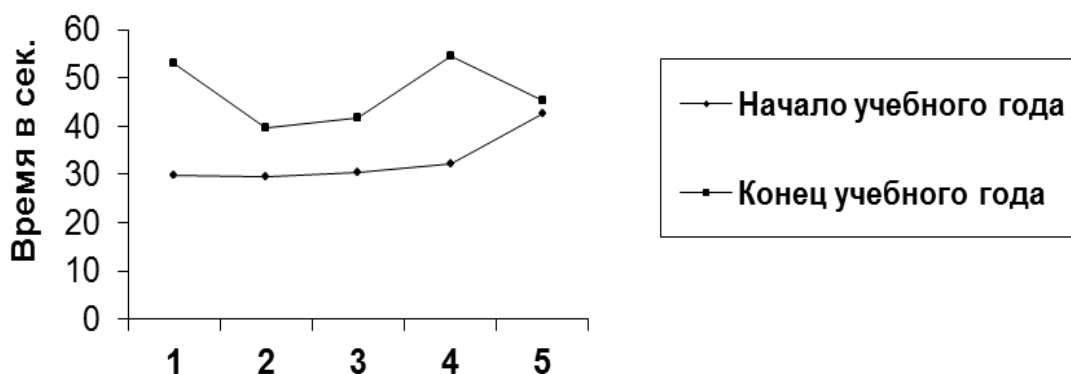


Рисунок 4 – Кривая истощаемости студентов в начале и в конце учебного года по результатам методики Шульте. 1, 2, 3, 4, 5 – номера таблиц

В конце учебного года были получены следующие результаты (сек.): 1-я таблица – $45,25 \pm 0,05$; 2-я таблица – $39,60 \pm 0,05$; 3-я таблица – $41,77 \pm 0,05$; 4-я таблица – $54,60 \pm 0,08$; 5-я таблица – $52,89 \pm 0,084$.

Анализ полученных результатов отражает изменение трудоспособности, психической стабильности и уровня вработываемости на фоне развития утомления у студентов-медиков к концу учебного года (таблица 16).

Таблица 16 – Динамика показателей ($M \pm m$) таблиц Шульте у студентов в начале и в конце учебного года

Показатели	В начале учебного года, n=184		В конце учебного года, n=184	
	Секунды	Баллы	Секунды	Баллы
Эффективность работы	$32,91 \pm 0,17$	4	$46,82 \pm 0,10$ $P < 0,001$	2
Степень вработываемости	$0,91 \pm 0,08$		$1,13 \pm 0,09$ $P < 0,01$	
Психическая устойчивость	$0,98 \pm 0,03$		$1,17 \pm 0,04$ $P < 0,01$	

Адаптация студентов в зависимости от самочувствия, активности и настроения. Проведённые в конце учебного года тесты зафиксировали следующее достоверное снижение показателей САН ($p < 0,001$): самочувствие – на 22,2%; активность – на 23,1%; настроение – на 11,1%. В этот же период регуляторно-адаптивные возможности всей исследуемой группы снизились с хороших до удовлетворительных значений ($p < 0,001$) (таблица 17). Это означает, что показатель ИРАС тесно сопряжен с самочувствием, активностью и настроением индивидуума.

Если говорить о половых особенностях, то в начале учебного года юноши и девушки попадали в один диапазон оценочной шкалы самочувствия и активности, свидетельствующий о хороших показателях САН. Однако показатели САН у студенток-девушек зависели от периода овариально-менструального цикла: в фолликулиновой фазе они превышали аналогичные показатели проб лютеинового периода (показатели самочувствия выше на 9,4%; активности – на 15,7%; настроения – на 12,7%; $p < 0,001$).

Таблица 17 – Параметры ($M \pm m$) оценки адаптации студентов в начале и в конце учебного года

Параметры	Начало учебного года, n=184	Конец учебного года, n=184
Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС)	88,2±1,1	45,3±1,0 P<0,001
Регуляторно-адаптивные возможности	Хорошие	Удовлетворительные
Самочувствие в баллах	5,4±0,1	4,2±0,2 P<0,001
Активность в баллах	5,2±0,2	4,0±0,1 P<0,001
Настроение в баллах	5,4±0,1	4,8±0,1 P<0,001

В конце последнего семестра показатели самочувствия и активности в обеих группах студентов не имели принципиальных отличий, тогда как показатель настроения у студенток был выше на 15,9. В конце учебного года относительно начала года в фолликулиновую фазу показатели самочувствия были ниже на 13,8%, активности на 18,6%, настроение на 11,3%. В лютеиновую фазу в конце года наблюдается аналогичное снижение, но значительно в большей степени, когда показатели самочувствия снижались на 24,5%; активности – на 24,5%; настроения – на 16,4%. Полученные данные свидетельствуют о том, что психофизическое состояние и адаптационные возможности студенток в фолликулиновую фазу лучше, чем в лютеиновый период.

Результаты нашего исследования четко демонстрируют накопление в конце учебного года усталости у студентов от эмоциональных напряжений сдачи зачетов и проявление симптомов предэкзаменационного стресса, эмоционального выгорания, особенно в конце 5-го курса. Это согласуется с мнением Е.А. Юматова (2017г.), что для студентов-медиков характерен не эпизодический, а хронический эмоциональный стресс, сопровождающийся развитием тревожно-депрессивных расстройств.

Особенности характера взаимосвязи серотонинергической нейромедиаторной системы с показателями ИРАС. Физиологические основы когнитивной деятельности у здорового человека всё ещё остаются недостаточно изученными, в том числе и механизмы процессов адаптации студентов к учебной нагрузке. Известно, чем сильнее взаимосвязь между нейронами, тем выше регуляторно-адаптивные возможности. (Ivanchenko M.V., 2004; Osipov G.V., 2005; Pan L. et all, 2015; Wang Ye et all, 2011; Guevara Erra R. et all, 2017). При формировании сердечно-дыхательного синхронизма происходит ряд процессов в центральной нервной системе. Это позволяет допустить, что свойства нервной системы: сила нервных процессов, их уравновешенность и подвижность влияют на формирование сердечно-дыхательного синхронизма и его параметры. Процессы возбуждения и торможения опосредованы скоростью нервных процессов, которые в свою очередь определяются особенностями деятельности нейромедиаторных систем

мозга (Markeljevic J et al., 2015; Peter R. Joyce et al., 2013; Brennan PA et al., 2011; Zhang JP et al., 2015). Функциональное состояние нейромедиаторных систем в значительной мере обусловлено генетическим полиморфизмом компонентов этих систем (рецепторов, транспортеров, ферментов синтеза и деградации медиаторов) (Нехвядович А.И., 2015). Наиболее значимая нейромедиаторная система – серотонинергическая (Li Y. et al., 2016; Latorre Jose Emilio Mesonero and Lorna W. Harries, 2019). Серотонин (5-гидрокситриптамин, 5-НТ) не только регулирует многие важные физиологические процессы, но и модулирует высшие функции мозга, включая познание и эмоциональное поведение (Ciranna L., 2006). Это связано с тем, что широкое распространение серотонинергических нейронов позволяет модулировать нейронные сети, расположенные в отдалённых областях мозга, скоординированная активность которых необходима для большинства когнитивных функций (Puig M., Gener T., 2015). Высокая плотность 5-НТ-проекции в гиппокампе и префронтальной коре (Boureau Y.L., Dayan P., 2011; Mück-Šeler D., Pivac N., 2011) подчёркивает анатомическую и нейрохимическую связь 5-НТ-системы с областями мозга, наиболее часто связанными с обучением и памятью. В то время как 5-НТ-система в гиппокампе участвует в процессах памяти, пространственной навигации, принятии решений и социальных отношениях (Buzsáki G. et al., 2013; Rubin R.D. et al., 2014; Glikmann-Johnston Y. et al., 2015), в префронтальной коре 5-НТ играет важную роль в рабочей памяти, внимании и принятии решений. В этом плане представлялось интересным изучить взаимосвязь регуляторно-адаптивных возможностей студентов-медиков с полиморфизмами генов, связанных с синтезом серотонина (TRH1 и TRH2) и генов серотониновых рецепторов (HTR2C и HTR2A) (рисунок 5).

Молекулярно-генетический анализ полиморфных вариантов гена триптофангидроксилазы 1 TRH1, участвующего в биосинтезе серотонина (A218C полиморфизм). В процессе анализа полиморфного локуса A218C гена TRH1 молекулярно-генетическим методом выявлено 2 аллеля (*A и *C) и 3 генотипа (*A/*A, *A/*C, *C/*C). Статистически значимое различие ($p < 0,05$) установлено при распределении частот аллелей в группах с низкими и хорошими РАВ. Частота аллеля *A была выше в группе с низкими регуляторно-адаптивными возможностями (РАВ), в то время как частота аллеля *C выше в группе с хорошими РАВ. Это указывает, что наличие аллеля *C предопределяет хорошие регуляторно-адаптивные возможности, а наличие аллеля *A – снижение регуляторно-адаптивных возможностей. Согласно литературным данным A218C полиморфизм в гене TRH1 связан с изменением его экспрессии: аллель *A обуславливает повышение синтеза фермента триптофангидроксилазы, что приводит к увеличению скорости биосинтеза серотонина, а аллель *C – нормальную скорость его синтеза (Тимофеева М.А. с соавт., 2008). Исходя из этого, можно сделать предположение, что хорошие регуляторно-адаптивные возможности предопределяются нормальной скоростью синтеза серотонина, а низкие – увеличением скорости биосинтеза серотонина через повышение синтеза фермента триптофангидроксилазы.

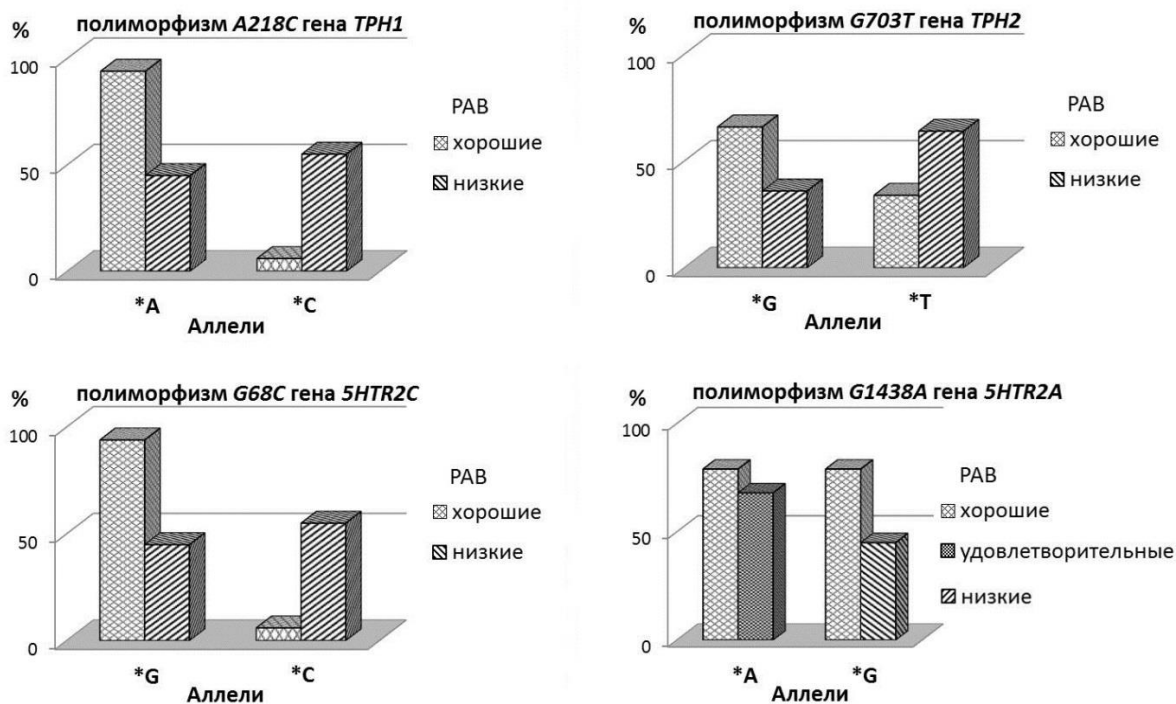


Рисунок 5 – Распределение частот аллелей маркеров генов серотонинергической нейромедиаторной системы у студентов с хорошими, удовлетворительными и низкими показателями регуляторно-адаптивных возможностей (РАВ)

Анализ полиморфных вариантов гена триптофангидроксилазы 2 *TPH2* (*G-703T* полиморфизм). При молекулярно-генетическом анализе полиморфного локуса *G703T* гена *TPH2* в исследованной выборке выявлено 2 аллеля (**G* и **T*) и 2 генотипа (**G*/**T*, **T*/**T*). Гомозиготный генотип **G*/**G* в анализируемой группе не обнаружен, что, возможно, объясняется её малочисленностью. Статистически значимое различие ($p < 0,05$) в распределении частот аллелей установлено между группами с хорошими и низкими регуляторно-адаптивными возможностями. В группе с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями наблюдается достоверное повышение частоты аллеля **G*, а в группе с низкими – повышения аллеля **T*. Данная тенденция подтверждается и для частот генотипов: гомозиготный генотип **T*/**T* встречается только в группе с низкими регуляторно-адаптивными возможностями, в то время как гетерозиготный генотип **G*/**T* характерен только для группы с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями. Ген *TPH2* кодирует фермент, регулирующий (ингибирующий) синтез серотонина. Известно, что исследуемый полиморфизм в гене *TPH2* связан с активностью гена: аллель **G* соответствует нормальной транскрипции гена, аллель **T* – снижению транскрипции и повышению синтеза серотонина. Можно предположить, что хорошие регуляторно-адаптивные возможности связаны с нормальной транскрипцией гена *TPH2* и, следовательно, достаточным уровнем биосинтеза серотонина.

Молекулярно-генетический анализ полиморфных вариантов в генах рецепторов серотонина *HTR2C* (*G68C*) и *HTR2A* (*G1438A*). Ген рецептора серотонина *5HTR2C* кодирует 2С подтип возбуждающего постсинаптического

рецептора серотонина. Анализ полиморфного локуса *G68C* гена *5HTR2C* выявил 2 аллеля (**G* и **C*) и 3 генотипа (**G*/**G*, **G*/**C*, **C*/**C*). Статистически значимыми по маркеру *G68C* гена *5HTR2C* являются различия ($p < 0,05$) в частотах аллелей и генотипов между группами с хорошими и низкими регуляторно-адаптивными возможностями. В группе с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями установлено достоверное повышение частоты аллеля **G* и гомозиготного по данному аллелю генотипа **G*/**G*, тогда как в группе с низкими значениями достоверно выше частота аллеля **C*. Известно, что аллель **G* – это высокоактивный аллель гена, обеспечивающий синтез высокочувствительных к серотонину рецепторов и активную серотонинергическую передачу. Аллель **C* – низкоактивный аллель, у гомозигот **C*/**C* чувствительность рецепторов к серотонину снижена в 2 раза (Wang H. et al., 2016). Таким образом, одними из генетических факторов, обуславливающих хорошие регуляторно-адаптивные возможности, являются высокая чувствительность рецепторов к серотонину и активная серотонинергическая передача. Низкие регуляторно-адаптивные возможности, по-видимому, обусловлены снижением и чувствительности рецепторов к серотонину, и активности нейрональной передачи.

5-НТ2А-рецепторы. Ген рецептора серотонина *HTR2A* является одним из основных генов, определяющих эффективность работы серотонинергической нейромедиаторной системы. Известно, что аллель **A* – высокоактивный аллель, рецепторы чувствительны к серотонину. Аллель **G* – мутантный аллель, обеспечивает снижение количества рецепторов серотонина на постсинаптической мембране. При анализе полиморфного локуса *G1438A* гена *5HTR2A* в исследованной выборке выявлено 2 аллеля (**A* и **G*) и 3 генотипа (**A*/**A*, **A*/**G*, **G*/**G*). Статистически достоверными ($p < 0,05$) по маркеру *G1438A* гена *5HTR2A* являются различия в распределении частоты гетерозиготного генотипа **A*/**G* между группами с хорошими и удовлетворительными и группами с хорошими и низкими регуляторно-адаптивными возможностями. В обоих случаях у лиц с хорошими показателями преобладал гетерозиготный генотип **A*/**G*. Интересно отметить, что гомозиготный генотип **G*/**G* встречался только в группе с низкими регуляторно-адаптивными возможностями, что соответствует данным о наличии генотипа **G*/**G* у лиц с высоким уровнем невротичности и низким уровнем самооценки и более высоким уровнем депрессии (Барский В.И. с соавт., 2010), а так же демонстрируют большой потенциал гиперреактивности стрессовой системы (Fiosso et al., 2007; Choi et al., 2004). Согласно литературным данным аллель **A* обеспечивает высокую активность серотониновой передачи, и полученные результаты свидетельствуют о связи активной серотониновой рецепции с хорошими регуляторно-адаптивными возможностями.

Комплексная подход к оценки адаптации студентов-медиков к учебному процессу. Если за эталон адаптации студентов к учебному процессу взять рейтинг успеваемости (Маклаков А.Г., Головешкин И.Д., 2011; Межлумян Н.С. с соавт., 2014; Сапрыкина Т.А., 2017), оцениваемый по пятибалльной шкале, то студентов с еженедельной оценкой в конце последних трех месяцев учебного

года не ниже 4 баллов было 64 из 184 человек. Эти 64 человека принимаются за 100% адаптируемых к учебному процессу студентов. В процессе корреляционного анализа выявлены статистически значимые связи средней силы между показателями рейтинга успеваемости студентов-медиков и ИРАС в начале учебного года ($r=0,49$), а также между показателями ИРАС в начале и показателями ИРАС в конце учебного года ($r=0,53$). Высокая корреляционная связь ($r=0,74$) регистрировалась между рейтингом успеваемости и ИРАС, определенным в конце учебного года.

При оценке регуляторно-адаптивных возможностей у студентов методом сердечно-дыхательного синхронизма, используя показатель ИРАС определено, что хорошие и высокие регуляторно-адаптивные возможности имели 46 студентов в конце учебного года. Таким образом, по данным регуляторно-адаптивного статуса адаптация к учебному процессу наступила у 46 студентов. Информативность оценки адаптации студентов к учебному процессу в конце года по индексу регуляторно-адаптивного статуса, рассчитанного на базе основных параметров СДС составила $46/64 \times 100\% = 71,8\%$, что на 28,2% отличается от эталонной (успеваемости). Информативность оценки адаптации наблюдаемых нами студентов к учебному процессу в конце учебного года по уровню личностной тревожности составила $20/64 \times 100\% = 31,2\%$, что на 68,8% отличается от эталонной и меньше информативности оценки адаптации студентов к учебному процессу по регуляторно-адаптивным возможностям. Информативность оценки адаптации студентов к учебному процессу в конце учебного года по САН составила $27/64 \times 100\% = 42,2\%$, что на 57,8% отличается от эталонной и меньше информативности оценки адаптации студентов к учебному процессу по регуляторно-адаптивным возможностям. Информативность оценки адаптации студентов к учебному процессу в конце учебного года по психической устойчивости составила $20/64 \times 100\% = 31,3\%$, что на 68,7% отличается от эталонной и меньше информативности оценки адаптации студентов к учебному процессу по регуляторно-адаптивным возможностям. Информативность оценки адаптации студентов к учебному процессу в конце года по параметрам вариабельности ритма сердца составила $19/64 \times 100\% = 29,6\%$, что на 70,4% отличается от эталонной и меньше информативности оценки адаптации студентов к учебному процессу по регуляторно-адаптивным возможностям (рисунок 6).

При этом наибольшей информативностью обладает оценка адаптации студентов к учебному процессу по регуляторно-адаптивному статусу, определяемому методикой сердечно-дыхательного синхронизма. Она является интегративной и количественной. Производится по двум жизненно важным функциям: сердечной и дыхательной.

Интегрированная комплексная оценка адаптационных способностей с использованием физиологических, молекулярно-генетических и психологических методов исследования позволяет изучить регуляторно-адаптивные возможности на разных этапах обучения в медицинском вузе, определить уровень профессиональной пригодности, степень работоспособности, потенциал социальной адаптации, способность к обучению в целом, а также спрогнозировать поведение в неординарных ситуациях.

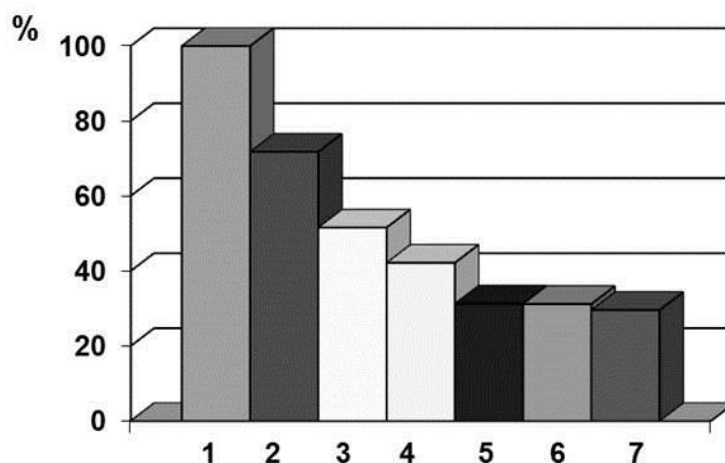


Рисунок 6 – Информативность методов оценки адаптации студентов к учебному процессу. Информативность оценки: 1 – по рейтингу успеваемости, принятая за 100%, 2 – по ИРАС, 3 – по методике Стреляу, 4 – по методике САН, 5 – по психической устойчивости, 6 – по уровню тревожности, 7 – по вариабельности ритма сердца

Грамотно организованный синергетический анализ способен максимально точно оценить способность учащихся вузов успешно адаптироваться к образовательным программам и социальной жизни современных институтов, предупредить отрицательное направление функциональных сдвигов и сохранить здоровье студентов в течение всего периода обучения в вузе.

ВЫВОДЫ

1. Индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) позволяет с высокой степенью достоверности оценивать состояние регуляторно-адаптивных механизмов организма студентов-медиков: чем выше ИРАС, тем выше адаптационно-ресурсный потенциал организма. В конце учебного года у всех обследуемых студентов в результате сужения диапазона синхронизации и роста длительности развития синхронизации на его минимальной границе в условиях пробы сердечно-дыхательного синхронизма происходило снижение ИРАС: на 48,0% на втором курсе и на 51,3% на пятом, что свидетельствует о напряжении регуляторно-адаптивных механизмов у студентов-медиков в результате кумуляции утомления.
2. При детальном индивидуальном анализе установлено, что в начале учебного года преобладал контингент студентов с высоким регуляторно-адаптивным статусом, как среди студентов 2-го курса (группа с высоким ИРАС составляла 76,0%, хорошим – 16,1%, удовлетворительным – 6,3%, низким – 1,6%), так и среди студентов 5-го курса (70,0%, 15,4%, 12,3%, 2,3% соответственно). В конце учебного года среди студентов второго курса группа с высоким ИРАС составляла 15%, хорошим – 16,1%, удовлетворительным – 62,1%, низким – 6,8%, тогда как среди студентов пятого курса соотношение между показателями ИРАС составляло: 10,0%, 15,2%, 66,3%, 8,5% соответственно. Под влиянием кумуляции утомления произошло резкое снижения контингента с высоким ИРАС (до 15% на втором и 10% на пятом курсах) и повышения группы лиц с удовлетворительным уровнем ИРАС (до 62,1% на втором и 66,3% на пятом курсах), увеличилось число студентов с низким уровнем ИРАС (на втором курсе до 6,9%, на пятом до 8,5%).
3. Половой диморфизм оказывает влияние на формирование регуляторно-адаптивных механизмов: у девушек отмечается более высокий уровень ИРАС во все наблюдаемые периоды, превышающий показатели юношей в начале и конце учебного года на втором курсе на 39,3% и 43,8% соответственно; на пятом курсе – на 42,2% и 41,4% соответственно. При этом динамика показателей ИРАС у девушек-медиков носила фазовый волновой характер, повышаясь в фолликулиновую фазу овариально-менструального цикла и снижаясь в лютеиновую фазу. На 2-ом курсе снижение ИРАС к концу учебного года у девушек в фолликулиновую фазу составило 54,8% против уменьшения на 57,0% в лютеиновую фазу, тогда как на 5-ом курсе наблюдалось снижение ИРАС в фолликулиновую фазу на 46,1% с 60,1% в лютеиновую фазу. Все это свидетельствует о генетически детерминированном влиянии гипоталамо-гипофизарной-яичниковой оси на состояние регуляторно-адаптивных механизмов девушек-студенток в процессе обучения в вузе.
4. С использованием индекса адаптации (ИА) выявлено 4 уровня адаптированности студентов к учебному процессу: с высоким уровнем адаптации – 26%, хорошим – 14%, умеренным – 51%, низким – 9%, отсутствовал контингент с неудовлетворительным уровнем адаптации.

Прогноз адаптации (ПА), полученный по показателю Δ ДлР сердечно-дыхательного синхронизма, позволяет после регистрации первой записи СДС в начале учебного года оценить регуляторно-адаптивный ресурс организма студентов и прогнозировать динамику развития регуляторно-адаптивных возможностей на последующих этапах обучения. Между Δ ДлР и показателями ИА существует прямая корреляционная зависимость ($r=0,456$; $p=0,003$): чем более высокое значение Δ ДлР тем более высокий исходный уровень адаптации и положительный ход ее развития в процессе обучения. Положительное значение Δ ДлР наблюдалось у студентов в 40% случаев, что соответствует процентному соотношению студентов с высоким и хорошим уровнем адаптации (26% и 14% соответственно).

5. Анализ динамики ИРАС у студентов с различными типами ВНД, включая смешанные типы, показал, что к концу учебного года наименьший процент снижения ИРАС зарегистрирован у флегматиков и флегматиков/сангвиников (на 18,1% и 20,5% соответственно), напротив, наибольший процент снижения – у холериков и меланхоликов (на 51,3% и 62,9% соответственно), что указывает на более высокие функциональные резервы для преодоления фазы развития утомления и сохранения благоприятной динамики работоспособности у студентов-флегматиков, тогда как студенты-холерики, особенно меланхолики находятся в группе риска. У наиболее адаптированных (флегматики; сангвиники; флегматики/сангвиники; флегматики/меланхолики) ИРАС в конце учебного года уменьшался на 41,8%, а у менее адаптированных (холерики; меланхолики; сангвиники/холерики; меланхолики/холерики) – на 73,1%. При этом индекс адаптации (ИА) у наиболее адаптированных типов был на 53% больше, чем у менее адаптированных.
6. Базовые показатели variability ритма сердца указывают, что систематическая учебная нагрузка к концу учебного года изменяет вегетативный баланс, как у более, так и менее адаптированных студентов, идентифицированных по типу ВНД. Параметры временного анализа (rMSSD, PNN50%) у наиболее адаптированных студентов, не изменялись, тогда, как у менее адаптированных наблюдалось их снижение, что указывало на снижение тонуса парасимпатического звена регуляции. Результаты вариационной пульсометрии (Mo, AMo, IH) указывали на умеренную симпатикотонию в обеих группах испытуемых. Спектральный анализ свидетельствовал о превалировании парасимпатического влияния у более адаптированных студентов, а симпатического – у менее адаптированных: в конце учебного года в обеих группах мощность спектра (TP) уменьшалась, причем у более адаптированных студентов возрастал высокочастотный спектр (HF%), отражающий активность парасимпатического звена регуляции в отличие от менее адаптированных студентов. Спектр волн очень низкой частоты (VLF%) у более адаптированных уменьшался, а у менее адаптированных увеличивался, что указывает на включение центрального контура регуляции и рассматривается как феномен напряжения механизмов адаптации.

7. У студентов-медиков 2-го и 5-го курсов к концу учебного года относительно начального периода обучения увеличивался контингент с высоким уровнем тревожности (на 5,5%); со средним и повышенным уровнями агрессии (на 3,2% и 2,8% соответственно); с легким и умеренными уровнями депрессии (на 12,1% и 18,4% соответственно), на фоне снижения ИРАС была отрицательная динамика эффективности вработываемости и работы, психической устойчивости, самочувствия, активности, настроения. Более низкие значения показателя ИРАС наблюдались в группах с высокой личностной тревожностью, повышенной агрессией, умеренным уровнем депрессии особенно в конце учебного года.
8. Установлено, что показатели ИРАС и уровни регуляторно-адаптивных возможностей организма зависят от полиморфизмов генов участвующих в биосинтезе серотонина (полиморфизмы генов *TPH1* и *TPH2*, кодирующие разные формы триптофангидроксилазы) и рецепторов серотонина (полиморфизмы генов *HTR2C* и *HTR2A*): хорошие регуляторно-адаптивные возможности организма связаны с высокой активностью серотонинергической нейромедиаторной системы на уровне рецепторного звена и нормальной активностью биосинтеза серотонина, напротив, низкие регуляторно-адаптивные возможности организма сопряжены с низкой активностью уровня рецепции и повышением скорости биосинтеза серотонина, это позволяет заключить, что серотонинергическая нейромедиаторная система является определяющей в формировании механизмов индивидуальной адаптации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Полученные в комплексном исследовании данные индекса регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС), индекса адаптации (ИА), прогноза адаптации (ПА) демонстрируют перспективность объективной количественно-качественной оценки уровня и характера адаптации студентов к учебному процессу и могут быть использованы как базовые методики при организации физиологического мониторинга функционального состояния организма, его резервных и адаптивных возможностей.
2. Примененный в работе интегративный подход к определению особенностей формирования регуляторно-адаптивных механизмов у студентов в процессе обучения в вузе повышает эффективность оценки адаптации, дает возможность разделить обучающихся по уровню адаптации на группы, прогнозировать успешность адаптации уже на ранних стадиях обучения в вузе. Педагогам следует рекомендовать ранжировать группы студентов (высоко, хорошо, умеренно адаптированных и с низким уровнем адаптации), что позволит персонализировать подходы к обучению, более качественно подойти к профессиональному отбору при выборе врачебной специализации и будет служить основой для разработки профилактических мероприятий в сфере здоровьезбережения и здоровьесохранения студентов в целях повышения эффективности дальнейшей профессиональной деятельности молодых специалистов.

3. Выявленные закономерности и механизмы формирования стратегии адаптации у студентов-медиков с помощью физиологических, психологических и молекулярно-генетических исследований рекомендуется использовать при планировании и составлении учебной, научной и клинической деятельности студентов, а так же для профессионального самоопределения.
4. Для улучшения качества образования, нормализации функционального состояния студентов в академической среде медицинских вузов необходимо на основе полученных в работе данных создать дополнительные обучающие программы/модули для преподавателей «Адаптация студентов к учебному процессу в зависимости от их психофизиологических характеристик и регуляторно-адаптивного статуса», разработать «паспорта здоровья» студентов для использования его при профильном обучении, профессиональном отборе и прогнозировании успешности адаптации студентов к учебной деятельности, что позволит снизить риск развития дезадаптационных процессов.
5. Полученные в ходе работы данные особенностей приспособления к учебной нагрузке с учётом половых различий должны внести корректировку в основу организации образовательной деятельности, профилактической и воспитательной работы, что облегчит более качественную адаптацию молодых людей к многообразным условиям образовательного пространства.
6. Целесообразно использовать на разных этапах обучения алгоритм диагностики уровней регуляторно-адаптивных возможностей обучающихся в вузе с учетом использованных в работе инструментов комплексного подхода, определять при поступлении в медицинский вуз прогноз адаптации (ПА) студентов для выявления группы риска и своевременного выполнения корректирующих мероприятий по формированию регуляторно-адаптивного статуса, ежегодно рассчитывать индекс адаптации (ИА) для осуществления контроля выполняемых мер с целью здоровьесохранения, рекомендовать при выборе специализации для профессий, требующих повышенный уровень резервных возможностей адаптации, проведение масс-скрининговых обследований, программа которых должна включать, наряду с оценкой состояния регуляторно-адаптивных механизмов, определение полиморфизмов генов серотонинергической нейромедиаторной системы.
7. Рекомендуется использовать в ходе организации научного и образовательного процессов в вузах биологического и медицинского профиля полученные данные о роли полового диморфизма, типов ВНД, психологического статуса, серотонинергической нейромедиаторной системы в раскрытии механизмов формирования регуляторно-адаптивных возможностей организма студентов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и в журналах, входящих в перечень изданий Scopus и Web of Science

1. Кашина Ю. В. Оценка реакции студентов второго курса – холериков и меланхоликов/холериков на учебную нагрузку / Ю.В. Кашина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. – № 3–4 (117–118). – С. 90–91.
2. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов с высокими адаптивными возможностями в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. – № 8 (122). – С. 100–103.
3. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов-девушек в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2011. – № 4 (127). – С. 118–121.
4. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 7. – С. 76–78.
5. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов с разным уровнем тревожности к учебной нагрузке / Ю.В. Кашина // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 10. – С. 79–81.
6. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов с разным самочувствием, активностью, настроением в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11. – С. 303–306.
7. Кашина Ю. В. Влияние учебной нагрузки на регуляторно-адаптивные возможности студентов и уровень тревожности в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. – № 2 (131). – С. 104–107.
8. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов с разной психической устойчивостью, степенью вработываемости, эффективностью работы в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 3–1. – С. 79–82.
9. Кашина Ю. В. Характеристика психофизиологического состояния студентов в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2013. – № 1. – С. 98–101.
10. Кашина Ю. В. Гендерные особенности регуляторно-адаптивного статуса студентов второго курса в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 100. – С. 245–255.
11. Покровский В. М. Ассоциация регуляторно-адаптивного статуса человека с полиморфизмом генов серотонинергической медиаторной системы / В. М. Покровский, Ю. В. Кашина, О. В. Киек, О. В. Гумерова [и др.] //

- Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 166. № 10. – С. 482–484.
12. Покровский В. М. Дополнительный показатель для оценки уровня адаптации / В. М. Покровский, Ю. В. Кашина, В. Г. Абушкевич [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 14. № 1–1. – С. 57–60.
 13. Пенжоян Г. А. Интегративная оценка функционального состояния здоровых девушек в зависимости от фазы и продолжительности менструального цикла / Г. А. Пенжоян, Ю. В. Кашина, В. Г. Абушкевич [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2019. – Т. 23. № 2. – С. 141–146.
 14. Pokrovskii V. M. Association of regulatory and adaptive status in humans with serotonergic transmitter system gene polymorphism / Pokrovskii V. M., Kashina Y. V., Kiek O. V. [et al.] // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2019. – Vol. 166. № 4. – P. 487–488.
 15. Kashina Ju. V. Palavras-chave: adaptation, adaptation index, regulatory-adaptive possibilities, regulatory-adaptive status, students, education, university, educational space, multicultural educational space, study load / Kashina Ju. V., Vishnevsky V. A., Vaskov M. A. [et al.] // Gênero & Direito. – 2020. – № 9 (4). – P. 924–939.
 16. Julia V. Kashina. Assessment of the level of anxiety as an indicator of regulatory-adaptive capabilities of students to educational load in higher educational institution / Julia V. Kashina, Iulia V. Gluzman, Maxim A. Vaskov [et al.] // PalArch's Journal of Archaeology of Egypt: Egyptology. – 2020. – № 17 (6). – P. 743–752.
 17. Kashina J. V. Adaptation of Students Depending on the Type of Temperament to Educational Activities in Higher School in the Conditions of Online Learning / Kashina J. V., Gluzman I. V., Oparina N. A. [et al.] // International Journal of Criminology and Sociology. – 2020. – Vol. 9. № 6. – P. 2296–2302.
 18. Каде А. Х. Влияние транскраниальной электростимуляции на результаты трактографии фронтальной коры студентов при психоэмоциональном стрессе / Каде А. Х., Ахеджак-Нагузе С. К., Дуров В. В., Кашина Ю. В. [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2020. – Т. 24. № 1. – С. 75–84.
 19. Кашина Ю. В. Прогноз адаптации студентов к учебному процессу // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 16. № 4. – С. 415–417.

Монографии:

20. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивные возможности студентов / Ю. В. Кашина, В. М. Покровский. – Майкоп: изд-во Магарин О. Г., 2022. – 110 с.

Работы, опубликованные в других изданиях

21. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Сборник научных трудов Sworld. – 2010. – Т. 22. № 4. – С. 71–72.
22. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у студентов с высокими и низкими адаптивными возможностями в начале учебного года и в преддверии экзаменационной сессии / Ю.В. Кашина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 12. – С. 46.
23. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус студентов в начале и в конце учебного года в зависимости от типа личности / Ю. В. Кашина, М. С. Третьякова // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. – № 3–2. – С. 125–128.
24. Кашина Ю. В. Регуляторно-адаптивный статус у наиболее и наименее адаптированных студентов в начале и в конце учебного года / Ю.В. Кашина // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 6–4 (6). – С. 30–31.
25. Кашина Ю. В. Интегративная оценка адаптации студентов к учебному процессу / Ю.В. Кашина // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2015. – Т. 2. № 2. – С. 87–93.
26. Кашина Ю. В. Определение психоэмоционального статуса человека по виброизображению головы / Ю. В. Кашина, А. И. Гостищев, М. М. Рабданов [и др.] // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 8–4. – С. 97–99.
27. Кашина Ю. В. Физиолого-психологические параллели в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма студентов при их адаптации к учебному процессу / Ю. В. Кашина, А. Н. Арделян // Национальная ассоциация учёных. – 2015. – № 10–1 (16). – С. 152–154.
28. Кашина Ю. В. Оценка психоэмоционального статуса человека по виброизображению головы / Ю. В. Кашина, И. Л. Чередник, А. В. Бурлуцкая [и др.] // Acta Naturae (русскаяязычная версия). – 2016. – № S1. – С. 176.
29. Кашина Ю. В. Связь регуляторно-адаптивных возможностей человека с генами биосинтеза серотонина TRH1, TRH2 и рецепторов серотонина HTR2C и HTR2A / Ю. В. Кашина, В. Ю. Горбунова, О. В. Гумерова [и др.] // Acta Naturae (русскаяязычная версия). – 2016. – № S1. – С. 198.
30. Кашина Ю. В. Взаимосвязь регуляторно-адаптивных возможностей с генами серотонинергической медиаторной системы / Ю. В. Кашина, О. В. Киек, О. В. Гумерова [и др.] // В сборнике: Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием. – 2017. – С. 1461–1462.
31. Мирцхулава Н. Г. Влияние глубины дыхания на феномен сердечно-дыхательного синхронизма у человека / Н. Г. Мирцхулава, Ю. В. Кашина // Вестник МУЗ ГБ № 2. – 2014. – № 3 (33). – С. 88–99.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ДРС – длительность развития синхронизации
ДС – диапазон синхронизации
ИН – индекс напряжения
ИРАС – индекс регуляторно-адаптивного статуса
Мин. гр. – минимальная граница диапазона синхронизации
Макс. гр. – максимальная граница диапазона синхронизации
САН – опросник «Самочувствие, активность, настроение»
СДС – сердечно-дыхательный синхронизм
РАВ – регуляторно-адаптивные возможности
ЧД – частота дыхания
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭКГ – электрокардиограмма
D – дисперсия
 σ – среднее квадратичное отклонение
V% – коэффициент вариации
rMSSD – квадратный корень суммы разностей последовательных R-R интервалов
PNN50% – процентная представительность эпизодов различия последовательных интервалов более чем на 50 миллисекунд
Mo – мода
AMo – амплитуда моды
TP – общая мощность спектра
HF% – относительное значение мощности волн высокой частоты
LF% – относительное значение мощности волн низкой частоты
VLF% – относительное значение мощности волн очень низкой частоты
TPH1 – триптофангидроксилаза 1
A218C – название полиморфизма – замена аденина на цитозин в 218-м положении
TPH2 – триптофангидроксилаза 2
G-703T – замена гуанина на тимин в 703-м положении
5HTR2C – ген рецептора серотонина
G68C (Cys23Ser) – замена нуклеотида гуанина на цитозин
5HTR2A – ген рецептора серотонина
A1438G – замена аденозина на гуанин в 438-м положении