

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физиологии человека и животных

**ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ
СТУДЕНТОВ В ДИНАМИКЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 421 группы

Направления подготовки бакалавриата 06.03.01 Биология

Биологического факультета

Барабановой Юлии Сергеевны

Научный руководитель:

к.б.н., доцент



Е.Ю. Лыкова

(подпись, дата)

6.06.2023

Зав. кафедрой:

д.б.н., доцент



О. В. Семячкина-Глушкова

(подпись, дата)

6.06.2023

Саратов 2023

Введение. Современная система образования предъявляет повышенные требования к функциональному состоянию обучающихся. В процессе обучения организм студентов подвергается воздействию комплекса факторов, вызывающих на длительный срок активацию приспособительных механизмов. При этом сердечно-сосудистая система является наиболее чувствительным индикатором адаптационно-приспособительной деятельности целого организма.

Изучение адаптационных способностей организма школьников и студентов к учебному процессу и смене обстановки была актуальной темой на протяжении долгого времени и остается таковой на сегодняшний день. Определение гемодинамических параметров и variability ритма сердца являются наиболее подходящими для этого методиками, поскольку они информативны, просты в реализации и не требуют большого количества оборудования.

Целью работы явилось изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов в динамике учебного процесса.

В задачи исследования входило:

- 1) изучить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студентов в начале учебного семестра;
- 2) выявить изменения активности системы кровообращения студентов к концу учебного семестра;
- 3) сравнить реактивность системы кровообращения у девушек и юношей, обучающихся на 1 и 4 курсах.

Структура и объем работы. Работа включает в себя обозначения и сокращения, введение, 3 главы, выводы и список использованных источников. Работа проиллюстрирована 10 таблицами, 9 рисунками. Список использованных источников включает в себя 69 наименований.

Основное содержание работы. В главе «Обзор литературы» представлен анализ литературных данных о фазах физиологической адаптации, регуляции деятельности системы кровообращения,

вариабельности сердечного ритма как способа оценки функционального состояния организма. В главе «Объекты и методы исследования» рассмотрены основные методики проведения исследования функционального состояния системы кровообращения у студентов. В главе «Результаты исследования» представлены данные и анализ полученных результатов изучения статистических и спектральных характеристик вариабельности сердечного ритма и гемодинамики студентов 1 и 4 курса в процессе обучения.

Объекты и методы исследования.

Объектом исследования были студенты биологического факультета в возрасте 17-22 лет. Общее количество обследованных составляет 54 человека, из них 17 девушек 1 курса, 18 девушек 4 курса, 12 юношей 1 курса и 7 юношей 4 курса. Исследования проводились в сентябре и декабре 2022 года во время текущих занятий.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студентов исследовали с помощью компьютерного электрокардиографа «Поли-Спектр 8/Е». Запись электрокардиограммы и показателей вариабельности ритма сердца (ВРС) осуществляли в течение 5 минут в положении сидя и в состоянии покоя. Оценивались показатели II стандартного отведения.

Определялись следующие гемодинамические показатели: ЧСС, систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), пульсовое давление (ПД). Были проанализированы временные характеристики кардиоинтервалов: мода (Mo), амплитуда моды (AMo), вариационный размах (BP), стресс-индекс или индекс напряжения регуляторных систем (SI, или ИН), вегетативный показатель ритма (ВПР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), индекс вегетативного равновесия (ИВР), а также характеристики спектрального анализа ВРС: мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности в % от суммарной мощности колебаний – VLF%, мощность спектра низкочастотного (0,04-0,15 Гц) компонента вариабельности в % от

суммарной мощности колебаний – LF%, мощность спектра высокочастотного (0,15-0,4 Гц) компонента variability в % от суммарной мощности колебаний – HF%, индекс вагосимпатического равновесия – LF/HF, индекс централизации – IC.

Результаты исследования.

Функциональное состояние системы кровообращения студентов в начале учебного семестра

Анализ статистических параметров сердечного ритма показал, что продолжительность наиболее часто встречающихся кардио интервалов (Mo) у девушек-первокурсниц в среднем незначительно меньше ($0,70 \pm 0,03$) с, чем у юношей ($0,74 \pm 0,04$) с. На существенно более выраженные влияния СНС на сердечный ритм у девушек указывают средние значения АМо ($25,4 \pm 1,68$) % и ИН ($65,0 \pm 6,19$) усл. ед. ($p < 0,05$) по сравнению с юношами, у которых величина АМо составила ($16,1 \pm 1,36$) %, а ИН - ($15,5 \pm 2,17$) усл. ед. Вариационный размах (ВР), отражающий степень вариативности значений кардиоинтервалов, у юношей был значительно меньше ($16,1 \pm 1,36$) с, чем у девушек ($0,48 \pm 0,06$) с ($p < 0,05$). У студентов 4 курса в начале семестра показал, что существенных различий по Мо у девушек и юношей не выявлено. На более выраженные симпатические влияния на ритм сердца девушек указывают существенно более высокие значения АМо ($26,9 \pm 1,68$) %, ИН ($62,1 \pm 5,24$) усл. ед., ИВР ($79,5 \pm 5,16$) усл. ед. ($p < 0,05$), чем у их однокурсников. Зафиксированные значения ПАПР и ВПР у юношей и девушек существенно не отличались и свидетельствовали о некотором смещении вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического отдела.

У подавляющего большинства юношей (83%) и девушек (59%) 1 курса на основании зафиксированных значений АМо отмечается избыток ресурсов адаптации. Нормальные значения зафиксированы у 35% девушек и 17% юношей. Высокая цена адаптации выявлена лишь в единичных случаях у девушек (6%). Высокие и нормальные адаптационные ресурсы (по

показателю АМо) зафиксированы у большинства девушек (83%) и юношей (100%).

У 4 курса на основании зафиксированных индивидуальных значений ИН можно говорить о выраженном преобладании парасимпатических влияний у большинства юношей (57%) и 33% девушек. Умеренное преобладание ПСНС было выявлено у 33% девушек и 14% юношей, сбалансированные влияния обоих отделов ВНС на сердечный ритм зафиксированы у 33% девушек и 29% юношей, умеренное преобладание СНС — лишь у 6% девушек.

У большинства обследованных первокурсников (64% девушек и 100% юношей), по выявленным значениям ИН, преобладают влияния ПСНС на сердечный ритм. Сбалансированные влияния СНС и ПСНС на сердечный ритм зафиксированы у небольшого количества девушек (24%), преобладание СНС было лишь у 12% девушек. Зафиксированные средние величины ИВР, ВПР и ПАПР у студентов свидетельствуют о незначительном преобладании влияний ПСНС на хронотропную функцию сердца. Следовательно, у большинства студентов в начале учебного семестра преобладают влияния парасимпатической нервной системы на хронотропную функцию сердца.

Проведенный анализ полученных результатов спектрального анализа ВСР показал, что у большинства обследованных студентов 1 курса, также, как и у 4 курса, хорошо выражены волны во всех структурах регуляции сердечного ритма, что характерно для юношеского возраста. Значимых половых различий не выявлено. При изучении вклада отдельных механизмов в регуляцию кардиоритма было установлено, что у девушек и юношей 1 курса превалирующим в спектре является LF компонент, отражающий активность вазомоторного центра. Доля LF в спектре у девушек 1 курса меньше, чем у юношей, что указывает на меньшую активность у девушек симпатического звена. У студенток 4 курса была значительно больше относительно юношей, что указывает на большую активность у девушек симпатического звена регуляции. Следует отметить, что у большинства

первокурсников обоего пола большой вклад дыхательных (HF) волн в спектр (у девушек их доля составила 28%, у юношей - 29%) свидетельствует о значительной активности парасимпатической системы. На большой вклад гуморально-метаболических факторов в регуляцию хронотропной функции сердца у старшекурсников указывает существенно большая доля VLF волн ($36,9 \pm 2,26$) % в спектре ($p < 0,05$), чем у девушек ($29,4 \pm 2,13$) %. Существенных различий по индексу вагосимпатического баланса (LF/HF) студентов 1 курса не выявлено. У старшекурсниц ($3,0 \pm 0,27$) данный показатель был достоверно выше ($p < 0,05$), чем у юношей ($1,9 \pm 0,33$), что свидетельствует о большем тоне их симпатического отдела. Средние значения этого индекса у большинства студентов указывают на невысокую симпатическую активность.

У большинства девушек (87%) и большинства юношей (91%) процесс регуляции физиологических функций на основании индекса централизации (IC) характеризуется преобладанием автономных (сегментарных) влияний в управлении, отражая оптимальное функционирование системы кровообращения. У 9% юношей и у 13% девушек выявлено преобладание центральных влияний в управлении сердечным ритмом, что указывает на напряжение функционирования ССС. Достоверных различий при оценке спектральных характеристик ВСР у студентов 1 курса не выявлено. Следовательно, в начале семестра у большинства студентов оптимальное функционирование системы кровообращения обусловлено автономными влияниями на сердечный ритм.

Как показали исследования, у большинства первокурсников изучаемые показатели гемодинамики были в пределах возрастной нормы. У обследованных девушек обоих курсов ЧСС ($89,2 \pm 2,0$) уд./мин была существенно выше ($p < 0,05$), чем у их однокурсников. Средние значения всех видов артериального давления (САД, ДАД и ПД) у девушек были достоверно меньше ($p < 0,05$), чем у юношей. Следовательно, в начале учебного семестра у большинства студентов параметры гемодинамики в пределах нормы.

Функциональное состояние системы кровообращения студентов в конце учебного семестра

Анализ статистических параметров сердечного ритма показал, что достоверных различий по M_0 у девушек и юношей не выявлено. Было установлено, что ИН у девушек, $(52,7 \pm 6,19)$ усл. ед., был существенно больше ($p < 0,05$), чем у их однокурсников (ИН = $10,5 \pm 2,17$ усл. ед.). Зафиксированные значения АМ₀, ВР, ИВР, ВПР также свидетельствуют о преобладании парасимпатических влияний на хронотропную функцию сердца, и у девушек, и юношей они значимо не различались ($p > 0,05$). У старшекурсников достоверных различий по продолжительности наиболее часто встречающихся RR интервалов (M_0), АМ₀, ПАПР, ВПР у девушек и юношей не зафиксировано. Средние значения ВР у девушек $(0,36 \pm 0,06)$ с были значительно меньше ($p < 0,05$), чем у юношей $(0,50 \pm 0,09)$ с, что указывает на большую активность ПСНС у молодых людей. Было установлено, что ИН у девушек, равный $(57,7 \pm 3,15)$ усл. ед., был существенно больше ($p < 0,05$), чем у их однокурсников (ИН = $40,9 \pm 1,12$ усл. ед.). У подавляющего большинства юношей (62%) и девушек (72%) 1 курса на основании зафиксированных величин АМ₀ имеется избыток ресурсов адаптации. Следует отметить, что количество девушек с избытком ресурсов увеличилось по сравнению с началом семестра (с 59% до 72%), в то же время среди их однокурсников, наоборот, уменьшилось число таких студентов с 83% до 62%. Нормальные значения АМ₀ зафиксированы у 28% девушек и 38% юношей. По зафиксированным индивидуальным значениям студентов 4 курса АМ₀ у подавляющего большинства юношей (76%) и 42% девушек наблюдается избыток ресурсов адаптации. Нормальные значения АМ₀ зафиксированы у 24% юношей и 58% девушек. Следует отметить, что в конце семестра количество девушек 4 курса с избытком ресурсов снизилось с 61% до 42%, с нормальными значениями АМ₀ увеличилось с 22% до 58%.

Анализ индивидуальных значений ИН показал, что в конце семестра распределение изменилось. Снизилось количество юношей с выраженными

влияниями ПСНС на сердечный ритм с 57% до 29%, умеренное преобладание ПСНС зафиксировано у 17% девушек (в начале семестра — у 33%), и 42% юношей (в начале семестра — у 14%). Баланс между влияниями СНС и ПСНС зафиксирован у 50% девушек (в начале семестра - у 33%) и у 29% юношей (в начале семестра — у такого же количества). По данным 4 курса, у девушек распределение несколько изменилось по сравнению с началом семестра: баланс между влияниями СНС и ПСНС зафиксирован у 18% девушек (в начале семестра - у 24%), умеренное преобладание ПСНС - у 18% (в начале семестра — у 29%), выраженное преобладание ПСНС у 64% девушек (в начале семестра — у 35%) и не выявлены студентки с умеренным преобладанием СНС (в начале семестра — у 12%). Следовательно, в конце учебного семестра у большинства юношей и половины девушек 1 курса преобладают влияния парасимпатической нервной системы на кардиоритм, и их количество увеличилось по сравнению с началом семестра, у 4 курса — уменьшилось.

При оценке результатов спектрального анализа у большинства обследованных студентов хорошо выражены волны во всех структурах регуляции сердечного ритма. Изучение вклада отдельных механизмов в регуляцию кардиоритма показало, что у девушек и юношей преобладающим в спектре является LF компонент, определяющий активность вазомоторного центра. Доля LF в спектре, на 1 курсе, у девушек составила $(39,3 \pm 1,17)$ %, что существенно меньше ($p < 0,05$), чем среди их однокурсников, на 4 курсе — у девушек незначительно выше, относительно юношей. На низкочастотные волны в спектре у юношей приходится 45,5%, что указывает на большую активность у них симпатического звена регуляции. Существенных различий по индексу вагосимпатического баланса (LF/HF) у девушек и юношей обоих курсов не выявлено. Средние значения этого индекса свидетельствуют о преобладании симпатической активности у большинства студентов. На основании индекса централизации (IC) преобладание автономных влияний в управлении кардиоритмом зафиксировано у большинства девушек (99%) и

юношей (86%). Процесс регуляции физиологических функций обеспечивает оптимальный уровень функционирования системы кровообращения. У 14% юношей и у 1% девушек выявлено преобладание центральных влияний в управлении сердечным ритмом, что указывает на напряжение функционирования ССС.

У большинства студентов 1 курса изучаемые показатели были в пределах возрастной нормы. Существенных различий по гемодинамическим показателям между девушками и юношами 1 курса в конце семестра не выявлено. У первокурсниц в конце семестра ЧСС имела тенденцию к снижению: в среднем ЧСС уменьшилась на 6,3% по сравнению с началом учебного года ($p > 0,05$). Величины САД и ДАД у студенток к концу семестра увеличились: САД возросло на 3,2% ($p < 0,05$), ДАД — на 8% ($p < 0,05$). Отмечались единичные повышения ЧСС выше нормы, что в конце учебного семестра может наблюдаться из-за психоэмоционального стресса и утомления на фоне предсессионного стресса. В конце семестра у юношей ЧСС существенно снизилась на 6,1% ($p < 0,05$). Величины САД и ПД у студентов к концу семестра уменьшились: САД снизилось на 3,9% ($p < 0,05$), ПД - на 5,9% ($p < 0,05$). У большинства обследованных старшекурсников зафиксированные значения ЧСС были на верхней границе нормы. Несмотря на это, у девушек ЧСС имела тенденцию к снижению на 2,8% ($p > 0,05$), а у юношей, наоборот, к увеличению на 6,8% ($p > 0,05$). Показатели артериального давления у старшекурсников были в пределах нормы и существенно не отличались от зафиксированных в начале семестра. Следовательно, к концу учебного семестра показатели гемодинамики студентов остались в пределах возрастной нормы.

Как показали исследования, существенных различий по средним величинам M_o , $A M_o$, ВР, ИН, ИВР, ВПР у девушек 1 и 4 курса как в начале, так и в конце семестра, не выявлено. Зафиксированные в начале учебного семестра у студенток 1 курса средние значения ПАПР ($40,5 \pm 4,89$) усл. ед. были значительно больше ($p < 0,05$), чем у девушек 4 курса ($29,1 \pm 2,11$) усл.

ед., что свидетельствует о большем вкладе СНС в управление ритмом сердца у первокурсниц. В конце семестра средние величины ПАПР ($39,1 \pm 2,11$) усл. ед. были существенно больше у студенток 4 курса ($p < 0,05$), чем у обучающихся на 1 курсе, что обусловлено повышением симпатических влияний на кардиоритм.

Спектральный анализ выявил больше различий между показателями студенток разных курсов. Так, доля LF волн в спектре у студенток 4 курса была значительно больше ($p < 0,05$), чем у первокурсниц, и составила 49,1% против 40,5%, что указывает на превалирование симпатических влияний на сердечный ритм. В общем спектре HF волны составляли 21,6 % у девушек 4 курса. Этот параметр был значительно меньше ($p < 0,05$), чем у более молодых студенток, что свидетельствует о меньшем вкладе ПСНС в регуляцию хронотропной функции сердца. Величина индекса вагосимпатического баланса (LF/HF) у студенток 4 курса была достоверно больше ($p < 0,05$) в начале учебного семестра, что указывает на повышение тонуса симпатического отдела. Существенно большие средние значения IC у девушек 4 курса как в начале, так и в конце семестра ($p < 0,05$), свидетельствуют о превалировании у них автономных влияний на сердечный ритм.

Особенности функционирования системы кровообращения студентов 1 и 4 курсов

Как показали исследования, существенных различий по средним величинам M_0 , AM_0 , ВР, ИН, ИВР, ПАПР, ВПР у юношей 1 и 4 курсов как в начале, так и в конце семестра, не выявлено. Существенные различия были зафиксированы лишь по показателю ИН. У студентов 4 курса ИН как в начале, так и в конце учебного семестра был значительно больше ($p < 0,05$), чем у первокурсников. Тем не менее, зафиксированные значения этого показателя у студентов разного возраста указывают на низкую централизацию управления ритмом сердца, преобладание автономных влияний.

Проведенный сравнительный анализ полученных спектральных характеристик сердечного ритма у юношей 1 и 4 курса не выявил статистически значимых различий в изученных параметрах. Следовательно, у девушек разного возраста в отличие от юношей имеется больше различий как в статистических, так и в спектральных показателях сердечного ритма.

Как показали исследования, в процессе учебной деятельности у студентов произошли некоторые изменения гемодинамических параметров. Так, у девушек 1 курса в начале семестра ЧСС была существенно выше ($p < 0,05$), чем у студенток 4 курса. Так же в начале семестра у них были зафиксированы достоверно большие величины САД и ДАД ($p < 0,05$) и меньшие ПД ($p < 0,05$), что обусловлено большим напряжением в функционировании их системы кровообращения, связанным с начальным этапом процесса адаптации к обучению в ВУЗе. В конце семестра у студенток 1 и 4 курса существенных различий по гемодинамическим параметрам не зафиксировано. Что касается юношей, то у них также в начале учебного семестра были выявлены достоверные различия. У студентов 1 курса ЧСС была значительно больше ($p < 0,05$). Величины САД и ДАД у юношей-первокурсников были существенно больше ($p < 0,05$), чем у молодых людей, обучающихся на 4 курсе. В конце семестра у студентов 1 и 4 курса существенных различий по гемодинамическим параметрам не выявлено. Следовательно, система кровообращения у студентов 1 курса в начале семестра функционирует с большим напряжением.

Выводы:

1. У большинства студентов 1 курса (61% девушек и 100% юношей) и 4 курса (61% девушек и 71% юношей) в начале учебного семестра преобладают парасимпатические влияния на хронотропную функцию сердца.

Ведущими в регуляции сердечного ритма являются автономные механизмы.

Показатели гемодинамики у большинства студентов (73% обучающихся на 1 курсе и 75% - на 4 курсе) в пределах нормы.

2. В конце учебного семестра у большинства студентов 1 курса (82 % девушек и 100% юношей) и студентов 4 курса (50% девушек и 71% юношей) преобладают влияния парасимпатической нервной системы на сердечный ритм.

У большинства студентов преобладали автономные влияния в управлении кардиоритмом.

Показатели гемодинамики у 1 курса (79%) имели тенденцию к повышению, но остались в пределах возрастной нормы, у 4 курса (71%) имели тенденцию к снижению.

3. Статистические и спектральные характеристики сердечного ритма у юношей 1 и 4 курса статистически не различались.

У девушек 1 и 4 курса у концу учебного семестра отмечается изменение между активностью симпатического отдела и ведущим уровнем функционирования сердца.

Система кровообращения у студентов 1 курса в начале семестра функционирует с большим напряжением по сравнению с 4 курсом.

