

УДК 612.176.4

Особенности кардиогемодинамики студентов с различным уровнем двигательной активности в покое и при физической нагрузке

А. Г. Галстян , С. М. Минасян

*Арцахский государственный университет, химико-биологический
факультет, кафедра биологии*

375000, Нагорно-Карабахская Республика, г. Степанакерт, ул. М. Гоша, 5

Ключевые слова: кардиогемодинамика, студенты, двигательная активность, физическая нагрузка, вариабельность, сердечный ритм, гистограмма

Сердечно-сосудистая система (ССС) с её многоуровневой регуляцией представляет собой функциональную систему, конечным результатом деятельности которой является обеспечение заданного уровня функционирования целостного организма, которому, в свою очередь, соответствует эквивалентный уровень функционирования аппарата кровообращения. Нарастание уровня заболеваемости, суммация негативных эффектов образа жизни, в частности гиподинамии, среди учащейся молодежи снижают функциональные возможности системы кровообращения, увеличивая вероятность развития перенапряжений и различных патологических состояний [2, 4]. Поэтому интенсивные физические нагрузки, применяемые при спортивных занятиях, на сегодняшний день предъявляют высокие требования к функциональным системам юношеского организма. О медико-социальном значении данной проблемы и необходимости дальнейшего совершенствования системы врачебного контроля в деле правильного формирования нагрузочного режима и управления тренировочным процессом свидетельствует также высокая частота выявления различных нарушений сердечной деятельности у лиц, занимающихся спортом [6, 9].

Известно, что СССР является наиболее чувствительной к воздействию неблагоприятных факторов, ей принадлежит роль индикатора адаптационно-приспособительных реакций организма. К одному из наиболее информативных, объединяющих в себе многие достоинства прямых и косвенных методов оценки кардиогемодинамики, относится использование кардиогемодинамических измерений и анализа вариабельности сердечного ритма под воздействием физической нагрузки, позволяющее оцени-

вать различные звенья регуляции и функции ССС. Физические нагрузки вызывают изменения в деятельности различных органов и систем организма, включая реакцию со стороны ССС, выраженность которых зависит, прежде всего, от мощности и характера двигательной деятельности, индивидуальных особенностей человека, уровня его здоровья и тренированности. В основе развития последней, в свою очередь, лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам, которая заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Известно, что тренированный человек с меньшими энергозатратами приспосабливается к изменяющимся социальным и экологическим факторам, у него медленнее развиваются признаки утомления, быстрее восстанавливается работоспособность, а физическая нагрузка вызывает менее выраженные функциональные сдвиги [3, 7]. Правильно организованный процесс выполнения физических упражнений создает условия для совершенствования механизмов, поддерживающих гомеостаз, в результате чего сдвиги, происходящие во внутренней среде организма, быстрее компенсируются.

Цель данной работы — исследовать состояние кардиогемодинамики и механизмов ее регуляции у студентов с различным уровнем двигательной активности под воздействием физической нагрузки. В Нагорном Карабахе подобного рода исследования проводятся впервые.

Материал и методы

Для изучения механизмов регуляции системы кровообращения нами был проведен сравнительный анализ показателей гемодинамики студентов в зависимости от уровня их двигательной активности. В исследовании принимали участие 100 практически здоровых девушек и юношей — студентов 1-2 курсов АргУ в возрасте 17-18 лет. Были обследованы 2 группы студентов. Первая группа включала 50 студентов, обучающихся по специальности “физическая культура и спорт”, вторая — 50 студентов химико-биологического и гуманитарного факультетов. Мониторинг функционального состояния ССС студентов под воздействием физической нагрузки проводился на уроках физкультуры в первом учебном семестре в одни и те же часы и дни недели в период между сессиями для исключения действия экзаменационных стрессовых факторов. Регистрацию гемодинамических показателей осуществляли в 3 этапа: за 10 мин до физической нагрузки (норма), спустя 5 и 15 мин после нее (восстановительный период). В качестве физической нагрузки были выбраны занятия физическими упражнениями, направленными на развитие общей выносливости с заданной (максимальной) интенсивностью, в частности, бег с интенсивностью не более 160 беговых шагов в мин до наступления первых

признаков утомления. Систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД) измеряли манжетным методом Н. С. Короткова с точностью до 5 мм рт. ст., частоту сердечных сокращений (ЧСС) – пальпаторно.

Для изучения изменений функционирования ССС применен метод математического анализа сердечного ритма по Р. М. Баевскому (1984). Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) был проведен у 10 студентов первой группы, систематически занимавшихся физическими упражнениями в различных спортивных секциях, и у 10 студентов второй группы, не занимающихся в спортивных секциях и не имевших систематических физических нагрузок. Оценка уровня вегетативной регуляции сердечного ритма осуществлялась по ЭКГ, которая записывалась во втором стандартном отведении в два этапа: до и непосредственно после кратковременной физической нагрузки. В качестве таковой давали стандартный тест – 20 приседаний за 30 секунд [8]. Вычислялись и анализировались следующие интегральные показатели ритма сердца: Мо — мода (наиболее часто встречающееся значение кардиоинтервалов в секундах), характеризующая активность гуморального канала регуляции сердечного ритма; АМо — амплитуда моды (частота встречаемости моды в % к общему числу кардиоинтервалов), характеризующая активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС); Δx — вариационный размах (разность между максимальным и минимальным значениями длительности R-R интервалов в данном диапазоне кардиоциклов, выраженная в секундах), характеризующий уровень активности парасимпатического звена ВНС. Рассчитывались: ИН — индекс напряжения миокарда, отражающий степень централизации управления сердечным ритмом; ИВР — индекс вегетативного равновесия, указывающий соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС; ВПР — вегетативный показатель ритма, позволяющий судить о вегетативном балансе с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции; ПАПР — показатель адекватности процесса регуляции, отражающий соответствие между активностью симпатического отдела ВНС и ведущим уровнем функционирования синусного узла. Основываясь на данных записи R— R-интервалов, для каждого обследованного строились гистограммы. Информация давалась в двух вариантах: численном и графическом. Полученные данные подвергнуты статистической обработке по Стьюденту с учетом t-критерия.

Результаты и обсуждение

Анализ полученных данных кардиогемодинамики студентов показал, что физическая нагрузка (бег) как в первой, так и во второй группе приводит к однонаправленным сдвигам всех исследованных показателей

разной степени выраженности. В условиях физиологической нормы кардиогемодинамические показатели студентов, обучающихся по специальности “физическая культура и спорт”, а также химико-биологического и гуманитарного факультетов, располагались в пределах возрастных нормативов: САД – $117,7 \pm 2,4$ и $121,4 \pm 2,4$ мм рт. ст., ДАД – $78,2 \pm 2,4$ и $80,6 \pm 2,2$ мм рт. ст., ЧСС – $71,5 \pm 1,5$ и $74,8 \pm 1,5$ уд./мин соответственно. При этом данные кардиогемодинамических показателей студентов обеих групп практически не отличались ($P > 0.05$), имелась лишь тенденция превалирования исходных показателей гемодинамики у студентов химико-биологического и гуманитарного факультетов: САД – на 4.8 мм рт. ст., ДАД – на 3.5 мм рт. ст., ЧСС – на 3.9 уд./мин (рис. 1).

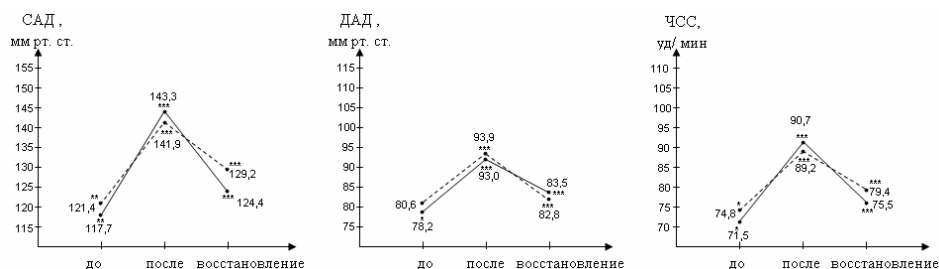


Рис. 1. Изменение кардиогемодинамических показателей студентов под воздействием физической нагрузки.

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

————— — студенты, обучающиеся по специальности “физическая культура и спорт”,

----- — студенты химико-биологического и гуманитарного факультетов

Как видно, после физической нагрузки как в первой, так и во второй группе наблюдалось выраженное повышение всех кардиогемодинамических показателей ($P < 0.001$), что является адекватной реакцией организма студентов на интенсивную физическую нагрузку и направлено на поддержание кислородного баланса организма, нарушенного вследствие активации окислительно-восстановительных процессов под воздействием физической нагрузки [2, 10]. При этом САД у испытуемых первой и второй групп возросло соответственно на 25.6 (21.8 %) и 20.5 мм рт. ст. (16.9 %), ДАД – на 14.8 (18.9 %) и 13.3 мм рт. ст. (16.5 %), а ЧСС увеличилась на 19.2 (26.9 %) и 14.4 уд./мин (19.3 %).

Реакция ССС на физическую нагрузку проявлялась также в изменении АД и ЧСС на 15-й минуте восстановительного периода, которое, однако, носило менее выраженный характер. САД, ДАД и ЧСС в первой группе понижались по сравнению с предыдущим временным интервалом на 18.9 мм рт. ст. (13.2 %), 9.5 мм рт. ст. (10.2 %) и 15.2 уд./мин (16.8 %), а во второй — на 12.7 мм рт. ст. (9.0 %), 11.1 мм рт. ст. (11.8 %) и 9.8 уд./мин (11.0 %) соответственно ($P < 0.001$). Наряду с этим, превышение

изучаемых показателей на 15-й минуте восстановительного периода от исходного уровня для САД в первой и второй группах составило соответственно 6.7 (5.7 %) и 7.8 мм рт. ст. (6.4 %) ($P < 0.01$), ДАД в первой группе 5.3 мм рт. ст. (6.8 %) и ЧСС во второй группе – 4.6 уд./мин (6.2 %) ($P < 0.05$). ДАД студентов химико-биологического и гуманитарного факультетов и ЧСС студентов-физкультурников практически восстановились ($P > 0.05$), а разница составила лишь 2.2 мм рт. ст. (2.7 %) и 4 уд./мин (5.6 %).

Занятия физическими упражнениями, направленными на развитие общей выносливости (в частности, бег), или аэробные упражнения приводят к положительным изменениям в организме. Именно этот вид физической активности рассматривается многими специалистами как основное средство укрепления здоровья. Однако на данный момент недостаточно освещенными остаются вопросы по оптимизации нормирования объема и интенсивности физических нагрузок при развитии выносливости на основе функциональных возможностей организма занимающихся.

Для определения оптимальной физической нагрузки необходимо выявить уровень функционального состояния занимающихся. Реакция срочной и долговременной адаптации при физической нагрузке четко прослеживается не только в изменении функционального состояния ССС, но и в напряжении регуляторных механизмов, обуславливающих ее функционирование [3, 5]. С этой целью, как было отмечено выше, был проведен также анализ состояния систем регуляции сердечного ритма студентов методом кардиоинтервалографии и вариационной пульсометрии. В соответствии с уровнем тренированности все испытуемые были разделены на две группы, после чего только внутри каждой из них проведен анализ адаптационных возможностей организма учащихся. В первую группу были включены тренированные студенты, занимающиеся различными видами спорта, а во вторую – нетренированные и более подверженные воздействию гиподинамии.

Анализ данных variability сердечного ритма, полученных после воздействия кратковременной физической нагрузки, выявил у студентов обеих групп различную степень сдвигов исследованных кардиоритмометрических показателей (табл.). ИН в постнагрузочный период как в группе тренированных, так и нетренированных студентов увеличивался соответственно на 13.03 (25.6 %) и 48.95 усл. ед. (93.4 %). Аналогичные сдвиги наблюдались и в уровнях ВПР и ИВР: ВПР в группе тренированных и нетренированных студентов возрос на 0.68 (16.5 %) и 1.77 усл. ед. (38.3 %), ИВР – на 9.12 (11.5 %) и 53.19 усл. ед. (70.0 %) соответственно. О повышении напряженности регуляторных механизмов ритма сердца и централизации управления сердечным ритмом у студентов второй группы свидетельствовало также повышение активности симпатического звена регуляции сердечного ритма – АМо и ПАПР на 7.80 % и

15.59 усл. ед. (61.8 %) соответственно. Подтверждением повышения активности симпатических механизмов регуляции являлось также наблюдаемое у испытуемых данной группы понижение активности гуморального и парасимпатического контуров регуляции сердца – Мо и Δх, составив соответственно 0.11 (13.9 %) и 0.05 сек (15.2 %). В первой группе студентов также наблюдалось уменьшение Мо – на 0.06 (6.7 %), однако Δх увеличился на 0.11 сек (35.48 %), что свидетельствует о повышении уровня активности парасимпатического отдела ВНС. На понижение активности симпатического звена ВНС указывает также уменьшение АМо и ПАПР соответственно на 2.5 % и 1.08 усл. ед. (4.21 %).

Таблица

Интегральные характеристики сердечного ритма студентов с различным уровнем тренированности до и после кратковременной физической нагрузки

Показатели	Тренированные студенты		Нетренированные студенты	
	до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки
Мо (сек)	0.90	0.84	0.79	0.68
АМо (%)	21.13	18.63	18.80	26.60
Δх (сек)	0.31	0.42	0.33	0.28
ИН (усл. ед.)	47.25	60.28	52.43	101.38
ВПР (усл. ед.)	4.12	4.80	4.62	6.49
ПАПР (усл. ед.)	25.67	24.59	25.21	40.80
ИВР (усл. ед.)	79.60	88.72	76.0	129.19

Наиболее выраженные сдвиги после стандартной физической нагрузки наблюдались в уровнях интегральных показателей ритма сердца нетренированных студентов, за исключением Δх, изменения которого более выражены у студентов первой группы. Преобладание сдвигов для ИН составило 67.8 %, ВПР – 21.8 %, ИВР – 58.5 %, Мо – на 9.5 %, АМо – 5.3 %, ПАПР – 56.59 %, Δх – 20.28 % (табл.). Последнее является выражением функционального напряжения сердца в группе нетренированных студентов в процессе выполнения физической нагрузки и перестройки регуляции сердечной деятельности за счет смещения баланса вегетативной регуляции в сторону симпатических воздействий.

Как видно из таблицы, сдвиги исследованных показателей ВСР до и после воздействия кратковременной физической нагрузки у студентов носили разнонаправленный характер в зависимости от уровня их тренированности. Анализ исходного типа вегетативной регуляции ССС студентов с различным уровнем тренированности (до кратковременной нагрузки) показал, что в целом им характерен высокий уровень активности парасимпатического отдела ВНС, повышенное влияние вагуса. ИН у них

находился в пределах нормы ($ИН < 60$ усл.ед., ваготония), а под воздействием кратковременной физической нагрузки колебался в зоне адаптивных изменений ($60 < ИН < 150$ усл.ед., нормотония). Сердечный ритм у нетренированных студентов колебался в диапазоне нормального синусового ритма с некоторым сдвигом в сторону тахикардии.

Известно, что скелетные мышцы, принимающие непосредственное участие в реализации кратковременного нагрузочного теста, содержат большое количество аэробных волокон, отличающихся высокой активностью окислительных систем, мало утомляемых и хорошо адаптирующихся к не слишком высоким по мощности нагрузкам [2]. Как свидетельствует наблюдаемая нами динамика интегральных показателей активности регуляторных механизмов ритма сердца, тестовые физические нагрузки вызывают изменение функционального состояния организма, связанное с его общей активацией. Анализ характера изменений кардиогемодинамических показателей студентов, наблюдаемых нами после стандартной кратковременной нагрузки, дает основание предполагать, что высоким уровнем функциональных резервов и адаптационных возможностей обладают студенты, у которых физическая нагрузка вызывает меньшие физиологические затраты. Полагают, что основную роль в срочной перестройке работы сердца на новый режим функционирования (период вработывания) играет снижение тонуса парасимпатической нервной системы, что и влечет за собой значительное изменение ЧСС [2].

Изменение вегетативного баланса организма в экстракардиальных влияниях проявлялось также в распределении временных составляющих на гистограммах сердечного ритма разной степени выраженности (рис. 2). В ходе первых трех минут постнагрузочного восстановительного периода у испытуемых наблюдалось два типа реакций. Более выраженное изменение интегральных показателей активности регуляторных механизмов ритма сердца по отношению к исходному уровню функционирования происходило у нетренированных студентов. Подтверждением последнего является существенное понижение $М_0$ у нетренированного студента, несмотря на некоторое уменьшение у него $АМ_0$ и повышение $Δx$ (рис. 2). Наблюдаемые сдвиги могут являться результатом недостаточной тренированности и свидетельствуют о высоком уровне напряжения адаптивных механизмов и активности симпатического контура регуляции в постнагрузочный период, что, согласно данным литературы, влечет за собой ослабление всех обменных и окислительных процессов [1, 2]. Последнее таит в себе опасность избыточного расходования резервов организма, перенапряжения сердечно-сосудистой системы и срыва адаптационных процессов.

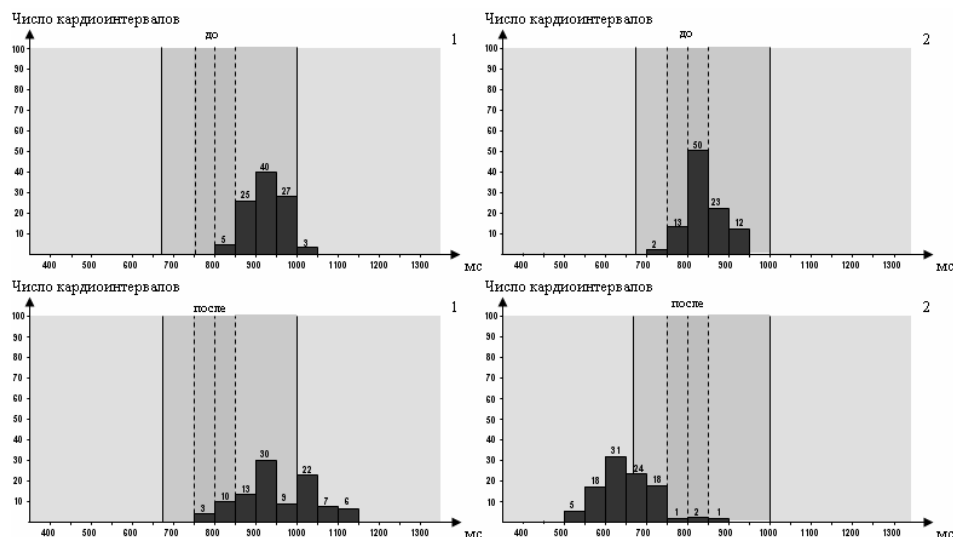


Рис. 2. Гистограммы тренированного (1) и нетренированного (2) студента до и после физической нагрузки

Иная динамика АМо, Мо и Δx наблюдалась в постнагрузочный период у тренированного студента. Как видно из рис. 2, для него было характерно некоторое понижение АМо и увеличение Δx в сочетании с практически стабильной Мо. Данные обследуемого характеризуют сбалансированную активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС, низкую физиологическую цену адаптации и позволяют судить об адекватности физической нагрузки данной интенсивности его конституциональным особенностям. Сдвиги, наблюдаемые у этого студента, соответствуют данным литературы [7, 10], согласно которым состоянию хорошей спортивной формы соответствует повышенная активность вагуса. Наблюдаемая у тренированных студентов динамика ИН направлена на нейтрализацию влияния симпатической нервной системы, защиту функциональных систем организма от перенапряжения [3,4]. ИН у них находится в зоне нормальных адаптационных изменений и, по всей вероятности, является свидетельством адекватности физической нагрузки данным адаптационным возможностям ССС.

Таким образом, неблагоприятные сдвиги кардиогемодинамических и адаптационных показателей на различную физическую нагрузку в отдельных группах студентов могут быть обусловлены как функциональными возможностями их организма, так и фактором гиподинамии в период обучения. Наблюдаемая в двух группах студентов динамика изученных показателей позволяет нам предполагать, что тренированные студенты, у которых физическая нагрузка вызывает меньшие физиологические затраты, характеризуются высоким уровнем функциональных

резервов, дающих им возможность успешно адаптироваться к физической деятельности. Адекватный возрасту уровень двигательной активности, правильный выбор режима и объема физических нагрузок — мощные факторы профилактики заболеваний и укрепления здоровья, так как чрезмерные физические нагрузки могут причинить непоправимый вред даже здоровому человеку [3, 6]. Полученные данные дают основание предполагать, что представленные функциональные показатели могут быть использованы в качестве критериев комплексной оценки адекватности физических нагрузок различной интенсивности физиологическим возможностям студентов. Правильно организованный врачебно-педагогический контроль позволит достоверно оценить изменения функционального состояния организма студентов под воздействием тренировочных нагрузок и точно определить эффективность учебно-тренировочного процесса. В связи с этим данные исследования требуют дальнейшей разработки с использованием физических нагрузок различной интенсивности.

Поступила 17.02.15

**Շարժողական ակտիվության տարբեր մակարդակով
ուսանողների կարդիոհեմոդինամիկայի
առանձնահատկությունները հանգիստ վիճակում և
ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության ժամանակ**

Հ. Գ. Գալստյան, Ս. Մ. Մինասյան

Ուսումնասիրվել են շարժողական ակտիվության տարբեր մակարդակով ուսանողների կարդիոհեմոդինամիկական ցուցանիշների փոփոխությունները ֆիզիկական ծանրաբեռնվածության ազդեցության պայմաններում: Սրտային ռիթմի ինտեգրալ ցուցանիշների վերլուծությունից պարզվել է, որ վերջինիս արդյունքում տեղի է ունեցել նրանց մակարդակի փոփոխություն, որն ավելի է արտահայտված չմարզված ուսանողների խմբում և արտահայտում է նրանց սրտի բարձր ֆունկցիոնալ լարվածությունը: Դրա հետ մեկտեղ մարզված ուսանողների խմբում դիտվել է ֆունկցիոնալ ռեզերվների և հարմարվողականության բարձր մակարդակ:

Peculiarities of cardiohemodynamics in students with different locomotor activity at rest and under physical load conditions

H. G. Galstyan, S. M. Minasyan

Changes of cardiodynamic indices in students with various level of physical activity under physical load were studied. The analysis of integrated indices of cardiac rhythm revealed that under the influence of the physical load their level had changed, which was more expressed in untrained students' group, reflecting the high functional tension of their hearts. Along with this in the group of trained students a high level of functional reserves and adaptation was stated.

Литература

1. Брагинский М.Я., Балтикова А.А., Козлова В.В., Майстренко Е.В. Исследование функциональных систем организма студентов Югры в условиях мышечной нагрузки методом фазового пространства. Современные наукоемкие технологии. 2010, 12. с. 23-24.
2. Геворкян Э. С., Адамян Ц. И., Минасян С. М., Туманян Г. Г., Ксаджикян Н. Н., Гукасян Л. Э. Влияние физической нагрузки на кардиогемодинамические показатели студентов. Гигиена и санитария, 2008, 3. с.56-59.
3. Геворкян Э. С., Адамян Ц. И., Туманян Г. Г., Минасян С. М., Закарян В. А., Дургарян Л.А. Морфофункциональные показатели как критерии оценки адаптации студентов к дозированной физической нагрузке. Гигиена и санитария, 2010, 2. с.75-77.
4. Геворкян Э.С., Минасян С. М., Адамян Ц.И., Туманян Г.Г., Ксаджикян Н.Н., Гукасян Л. Э. Реакция функциональных систем организма студентов на физическую нагрузку. Новые исследования. 2008, т. 1, 15, с. 31-41.
5. Еськов В.М. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Общая теория систем в клинической кибернетике. Часть VIII. Самара, 2009.
6. Земцова И.И. Спортивная физиология. Учебное пособие для вузов, 2010.
7. Котовенко С. В., Нарский А. Г., Молчанов В. С. Исследование типов регуляции кровообращения тренированных и нетренированных студентов. Здоровье для всех: мат. V Международной научно-практической конференции. Минск, 2013. с. 192-195.
8. Лучинин М. Ю. Половые и типологические особенности кардиогемодинамики лиц юношеского возраста, не занимающихся и занимающихся спортом, в покое и при физических нагрузках. Автореф. дис. ... к.м.н. Тюмень, 2003.
9. Усков Г.В. Анализ показателей гемодинамики у студентов с различным уровнем двигательной активности по данным импеданской реографии. Изв. Челябинского научного центра, 2005, вып. 2 (28), с. 110-114.
10. Чуйн Е.Н., Никифоров И. Р., Бирюкова Е. А. Вариабельность сердечного ритма испытуемых в восстановительном периоде после велоэргометрической пробы под воздействием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2012, т. 25 (64), 3. с. 240-255.