

### РЕАКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Геворкян Э.С.<sup>1</sup>, Минасян С.М.<sup>1</sup>, Адамян Ц.И., Туманян Г.Г.<sup>2</sup>,  
Ксаджикян Н.Н.<sup>1</sup>, Гукасян Л.Э.<sup>1</sup>

Ереванский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии человека и животных<sup>1</sup>, кафедра физического воспитания и спорта<sup>2</sup>, Армения

*Изучено влияние физической нагрузки на спиреоартерио-кардиоритмометрические показатели и активность регуляторных механизмов ритма сердца студентов-первокурсников. При физической нагрузке у студентов наблюдалась разной степени выраженности повышение хронотропной функции сердца, гемодинамических показателей и индекса напряжения (ИН). В постнагрузочный период у испытуемых I и II групп, адаптационный потенциал (АП) которых находился в зоне нормы и адаптивных изменений, наблюдалось понижение ИН миокарда. Последнее свидетельствует об адекватности физической нагрузки данной интенсивности их конституциональным возможностям. У студентов же III группы наблюдалось дальнейшее повышение ИН, что таит в себе опасность перенапряжения сердечно-сосудистой системы и срыва адаптационных процессов. С этой точки зрения студенты III группы представляют собой «группу риска». При занятиях с ними нужен системный подход, учитывающий адаптационные возможности последних.*

Клинико-эпидемиологические исследования свидетельствуют, что одним из основных факторов, лежащих в основе развития многих хронических неинфекционных заболеваний, является недостаточная двигательная активность [4,10]. Известно, что тренированный человек с меньшими энергозатратами приспосабливается к изменяющимся социальным и экологическим факторам, у него медленнее развиваются признаки утомления, быстрее восстанавливается работоспособность [1,3,15]. На современном этапе реформирования школьного и вузовского образования, проблема гипокинезии особенно актуальна для учащихся и студентов [2,6,14]. Гипокинезия является одним из факторов риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, а адекватный возрасту уровень двигательной активности, правильный выбор режима и объема физических нагрузок — мощные факторы профилактики заболеваний и укрепления здоровья, поскольку чрезмерные физические нагрузки даже здоровому человеку могут причинить непоправимый вред [11,13].

Для разработки индивидуальных программ двигательной активности необходим учет функционального состояния организма, который в последнее время осуществляется с помощью анализа variability ритма сердца. Специфика его регуляции обеспечивает возможность получения прогностической информации об изменениях в целом организме, количественно оценивать активность различных отделов вегетативной нервной системы по их влиянию на функцию синусо-

вого узла [5,6,14]. Однако, об адаптивных возможностях студентов к учебной нагрузке при все возрастающей гипокинезии, нельзя судить по уровню функционирования систем организма в состоянии покоя. О надежности последних можно говорить лишь при действии различных функциональных и физических нагрузок, которые позволят выявить и оценить резервные возможности организма.

С этой целью нами проведено комплексное исследование динамики вработаемости и адаптации систем обеспечения физической работоспособности студентов-первокурсников по изменению соматометрических, физиометрических и функциональных показателей. В качестве физической нагрузки использован модифицированный тест Руфье (30 приседаний за 30 секунд), представляющий собой физическую нагрузку высокой интенсивности.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамический мониторинг функционального состояния студентов под воздействием теста Руфье проводился на кафедре физического воспитания и спорта Ереванского государственного университета. Контингент исследованных составляли 56 студентов первого курса (17-18 лет) исторического факультета, посещающих основную группу физкультуры и не занимающихся в спортивных секциях.

В состоянии покоя осуществлялась оценка функционального состояния и физического развития студентов по соматометрическим (вес и рост), физиометрическим (жизненная емкость легких — ЖЕЛ, сила кисти), функциональным (частота сердечных сокращений — ЧСС, частота дыхания — ЧД, систолическое и диастолическое артериальные давления — АДс, АДд) показателям. Оценка уровня вегетативной регуляции сердечного ритма осуществлялась по ЭКГ, которая записывалась во втором стандартном отведении в положении сидя. Антропометрическое обследование студентов проводилось по общепринятым методикам. АДс и АДд измерялись манжетным методом Н.С.Короткова. ЖЕЛ определялась спирометрически. Сила кисти — динамометром «ДК-50». По специальным формулам с помощью показателей проведенных измерений рассчитывались: массо-ростовой индекс (МРИ); жизненный индекс (ЖИ); динамометрический индекс (ДИ); пульсовое давление (ПД); среднединамическое давление (СДД); систолический и минутный объемы крови (СО, МОК). Степень адаптации сердечно-сосудистой системы к умственной и физической нагрузкам оценивалась по величине адаптивного потенциала (АП) и хроноинотропному показателю (ХИП). Расчетным методом Е.А. Пирогова оценивался уровень функционального состояния (УФС) организма.

Регистрация и анализ ЭКГ осуществлялись с помощью специально собранного аппаратно-программного комплекса, включающего электрокардиограф марки «ЭК — 2Т-02», портативный магнитофон и компьютер IBM-486. Сигналы ЭКГ записывались на магнитную ленту магнитофона, откуда через аналого-цифровой преобразователь подавались на монитор компьютера, где обрабатывались автоматизированной кардиоритмографической программой методом вариационной пульсометрии Р.М. Баевского. 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 кардиоциклов), характеризующая активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС);  $x$ - вариационный размах (разность между максимальным и минимальным значениями длительности R-R интервалов в данном массиве кардиоциклов, выраженная в секундах), характеризующий уровень активности парасимпатического звена ВНС;  $V_k$  — коэффициент вариации кардиоинтервалов. Рассчитывались: ИН — индекс напряжения регуляторных механизмов организма, информирующий об уровне функционирования центрального контура регуляции сердечного ритма; ВПР — вегетативный показатель ритма; ИВР — индекс вегетативного реагирования; ПАПР — показатель адекватности процессов регуляции. Для каждого обследованного строились скатерграммы, автокоррелограммы, гистограммы, ритмограммы, выявлялись и анализировались сердечные аритмии. Сигналы ЭКГ подвергались обработке методом быстрого преобразования Фурье, что давало возможность оценивать также спектральную мощность ритма сердца в диапазоне высоко-, средне- и низкочастотных колебаний.

Запись ЭКГ осуществлялась в три этапа: до-, непосредственно после и через три минуты после нагрузки. Остальные показатели измерялись до- и после физической нагрузки. Антропометрические и физиометрические показатели измерялись лишь в норме. Все исследования осуществлялись в период между сессиями, в одни и те же часы и дни недели. Действие стрессорных факторов, обусловленных экзаменами и зачетами исключалось. По динамике ЧСС в трех экспериментальных ситуациях рассчитывался индекс работоспособности Руфье-Диксона (ИРД).

Полученные данные подвергнуты статистической обработке на Pentium III по программе «Biostat» с учетом  $t$  критерия по Стьюденту.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Анализ данных, полученных после воздействия кратковременной физической нагрузки, выявил у студентов различную степень сдвигов исследованных спиреокардиокардиоритмометрических показателей. В соответствии с уровнем ИРД и гендерной принадлежностью все испытуемые были разделены на отдельные группы, после чего только внутри каждой из них проведен анализ адаптационных возможностей организма учащихся.

В I группу были включены студенты с отличным уровнем работоспособности ( $\text{ИРД} < 4$  усл.ед.) — 8.7% испытуемых. Во II вошли девушки и юноши с хорошим уровнем работоспособности ( $5 < \text{ИРД} < 9$  усл.ед.) — 52.2% испытуемых. III-ья группа была сформирована юношами и девушками с удовлетворительным уровнем работоспособности ( $10 < \text{ИРД} < 14$  усл.ед.) — 39.1% испытуемых. Студентов с неудовлетворительным уровнем работоспособности ( $\text{ИРД} > 14$  усл.ед.) среди наших испытуемых выявлено не было. Не было также юношей с отличным уровнем работоспособности, в связи с чем I группа была сформирована лишь девушками.

Анализ антропометрических показателей установил, что девушкам I группы характерны самые низкие показатели МРИ, ЖИ, ДИ (табл. 1), по сравнению с ана-

логичными показателями испытуемых II и III групп. При этом во всех группах показатели МРИ, ЖИ, ДИ юношей были значительно выше, чем у девушек. Последнее является следствием более развитой мышечной системы юношей и обусловлено их высокими соматометрическими показателями. Как видно из приведенных в таблице 1 данных, физическая нагрузка сопровождалась увеличением показателей СО, МОК, ЧСС ЧД. Во всех группах испытуемых наблюдалось достоверное повышение хронотропной функции сердца. У девушек I группы ЧСС повышалась на 24.5% ( $p < 0.001$ ), II – 27.5% ( $p < 0.001$ ), III – 23.8% ( $p < 0.001$ ). У юношей повышение составляло 21.5% ( $p < 0.001$ ) и 18.5% ( $p < 0.001$ ) соответственно. Аналогичные сдвиги происходили и с ЧД, которая в исследованных группах увеличивалась на 16.7% ( $p < 0.05$ ), 29.7% ( $p < 0.001$ ), 29.4% ( $p < 0.001$ ), 17.2% ( $p < 0.01$ ), 17.4% ( $p < 0.05$ ) соответственно. Более выраженные изменения, наблюдаемые у девушек обусловлены, по всей вероятности тем, что организм девушек более чувствителен к воздействию как эндо-, так и экзогенных факторов.

Известно, что реакция на нагрузку осуществляется с вовлечением большого количества мышечных групп. Скелетные мышцы, принимающие непосредственное участие в реализации нагрузочного теста Руфье, содержат большое количество аэробных волокон, отличающихся высокой активностью окислительных систем, мало утомляемых и хорошо адаптирующихся к не слишком высоким по мощности нагрузкам. [7]. На обеспечение кислородного баланса организма, нарушенного вследствие активации под воздействием физической нагрузки окислительно-восстановительных процессов в организме и скелетной мускулатуре и направлено наблюдаемое нами после физической нагрузки повышение ЧСС и ЧД.

Дозированная физическая нагрузка сопровождалась также достоверным повышением МОК, составляющим 31.0% ( $p < 0.001$ ) у девушек I группы; 17.4% ( $p < 0.05$ ) и 26.5% ( $p < 0.001$ ) у девушек и юношей II группы, 35.9% ( $p < 0.001$ ) и 31.3% ( $p < 0.001$ ) – III группы, обусловленным в основном увеличением хронотропной функции сердца, поскольку СО повышался незначительно. Наблюдаемое увеличение МОК за счет ЧСС, является менее совершенным и менее эффективным типом центрального обеспечения кровообращения. Четко выраженная хронотропная реакция, при малом приросте инотропной, отражает в некоторой степени недостаточную мощность миокарда и "высокую биологическую цену" адаптации к физической нагрузке [8,9]. Свидетельством последнего является и увеличение ХИП, наиболее ярко выраженное у студентов II и III групп. Реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку проявлялась также в изменении всех видов АД, которое, однако, носило разнонаправленный характер. У девушек всех групп они имели тенденцию к понижению, у юношей же и АДс и АДд после физической нагрузки несколько повышались.

Об отличном функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы испытуемых I группы свидетельствует и наблюдаемый у них стабильный уровень ПД. Во II и III группах ПД повышалось на 5.3%, 15.6% ( $p < 0.001$ ), 20.5% ( $p < 0.001$ ) и 32.0% ( $p < 0.001$ ) соответственно. Последнее является свидетельством большего функционального напряжения сердца юношей и девушек с удовлетворительным уровнем работоспособности по ИРД в процессе адаптации к физической нагрузке.

Таблица 1

## Морфофункциональные показатели студентов при физической нагрузке

Показатели		I гр.		II гр.		III гр.	
		девушки	девушки	юноши	девушки	юноши	
МРИ (г/см)		318,30±9,6	326,91±8,9	378,33±10,2	342,90±9,8	386,40±11,4	
ЖИ (мл/кг)		39,90±2,4	49,98±2,8	57,70±4,6	51,23±4,1	57,80±3,9	
ДИ		0,38±0,01	0,50±0,02	0,79±0,04	0,58±0,03	0,74±0,04	
УФС	1	0,627±0,02	0,486±0,04	0,370±0,05	0,394±0,04	0,260±0,07	
(усл. ед.)	2	0,563±0,03	0,325±0,03	0,270±0,01	0,254±0,03	0,243±0,02	
		p<0,05	p<0,001	p<0,05	p<0,01		
ХИП	1	72,60±1,01	82,45±1,58	89,65±1,50	108,07±1,56	108,00±2,86	
(усл. ед.)	2	86,31±2,04	104,41±2,71	117,56±1,98	123,96±3,65	143,13±3,92	
		p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	
АП	1	1,92±0,14	1,95±0,11	1,80±0,11	2,46±0,22	1,96±0,06	
(усл. ед.)	2	1,97±0,13	2,27±0,117	2,10±0,10	2,65±0,16	2,43±0,12	
			p<0,05	p<0,01		p<0,05	
ЧСС	1	66,0±1,16	76,3±2,08	81,5±1,45	94,7±1,77	95,3±2,49	
(уд/мин)	2	82,2±4,04	97,1±3,37	99,0±2,71	117,2±4,06	113,0±3,79	
		p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	
АДС	1	110,0±2,10	108,1±2,41	110,0±1,62	114,2±2,52	113,3±2,60	
(мм рт.ст.)	2	105,0±8,66	107,5±2,14	118,8±2,06	105,8±3,74	126,7±3,41	
				p<0,001	p<0,05	p<0,05	
АДд	1	75,0±2,88	72,5±3,27	70,0±1,20	75,0±2,75	71,7±3,80	
(мм рт.ст.)	2	70,0±5,77	71,3±3,63	72,5±3,13	73,3±4,05	71,9±1,05	
ПД	1	35,0±2,89	35,6±1,98	40,0±0,45	32,5±1,44	41,7±3,80	
(мм рт.ст.)	2	35,0±2,89	37,5±2,42	46,3±1,57	39,2±1,61	55,0±5,47	
				p<0,001	p<0,001	p<0,05	
СДД	1	90,1±1,65	87,8±3,06	87,2±0,43	87,3±3,85	89,6±5,44	
(мм рт.ст.)	2	85,1±7,02	87,4±3,12	92,4±2,61	91,6±2,45	95,4±3,31	
				p<0,05			
СО	1	58,4±2,17	55,7±1,87	62,6±0,31	58,9±2,45	63,7±0,06	
(мл)	2	60,8±2,08	59,9±1,63	64,7±2,47	60,7±2,02	70,9±2,53	
			p<0,05			p<0,01	
МОК	1	3,84±0,12	4,61±0,17	5,03±0,15	5,23±0,44	6,07±0,15	
(л)	2	5,03±0,40	5,41±0,33	6,36±0,19	7,11±0,42	7,97±0,19	
		p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	
ЧД	1	22,5±1,57	18,5±1,09	21,3±1,05	24,4±0,62	22,7±0,56	
(ддв/мин)	2	26,3±1,17	24,0±0,68	27,5±0,42	28,6±0,93	26,6±1,73	
		p<0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,05	

Примечание: 1 – показатели в норме, 2 – непосредственно после теста Руфье

Анализ характера изменений гемодинамических показателей студентов, наблюдаемых нами после теста Руфье, дает основание предполагать, что высоким уровнем функциональных резервов и адаптационных возможностей обладают студенты у которых физическая нагрузка вызывает меньшие физиологические затраты. В пользу нашего предположения свидетельствует и уровень АП, рассчитанного нами в различных группах испытуемых. У девушек I группы и юношей II группы АП как до физической нагрузки, так и после нее находился в пределах нормальных адаптивных изменений ( $АП < 2.1$ ). В остальных исследованных группах под воздействием физической нагрузки наблюдался переход адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы в зону напряжения ( $АП > 2.1$ ). Подтверждением нашего предположения являлась также динамика показателей УФС и ХИП, наблюдаемая после теста Руфье (табл.1).

Реакция срочной и долговременной адаптации при дозированной физической нагрузке четко прослеживается не только в изменении функционального состояния сердечно-сосудистой системы, но и в напряжении регуляторных механизмов, обуславливающих ее функционирование [14]. С этой целью, как было отмечено выше, был проведен также анализ состояния систем регуляции сердечного ритма методом кардиоинтервалографии и вариационной пульсометрии.

Анализ исходного типа вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы первокурсников показал, что девушкам с отличным уровнем ИРД (I группа) характерен высокий уровень активности парасимпатического отдела ВНС, повышенное влияние вагуса. ИН у них колебался в пределах нормы ( $ИН < 60$  усл.ед., ваготония). В покое у них отмечались: выраженная брадикардия и высокая дисперсия ритма сердца (55-66 уд/мин). У большинства испытуемых II группы и девушек III группы ИН находился в зоне адаптивных изменений ( $60 < ИН < 150$  усл.ед., нормотония). Сердечный ритм у них колебался в диапазоне нормального синусового ритма с некоторым сдвигом в сторону тахикардии (75-90 уд/мин.). Юношам с удовлетворительным уровнем ИРД был характерен тахикардический тип сердечного ритма (95–110 уд/мин). ИН большинства из них находился в зоне напряжения ( $ИН > 150$  усл.ед., симпатотония). Как свидетельствует наблюдаемая нами динамика интегральных показателей активности регуляторных механизмов ритма сердца, тестовые физические нагрузки, и в частности тест Руфье, вызывают изменение функционального состояния организма, связанное с его общей активацией. Проявлением последнего является перестройка регуляции сердечной деятельности за счет смещения баланса вегетативной регуляции в сторону симпатических воздействий.

Как видно из таблицы 2, во всех группах юношей и девушек под воздействием физической нагрузки наблюдалось достоверное повышение ИН, наиболее выраженное у юношей (на 157.8%,  $p < 0.001$  – во II группе; 88.7%,  $p < 0.05$  – в III группе). У девушек ИН увеличивался на 30.4% ( $p < 0.02$ ), 78.3% ( $p < 0.02$ ) и 58.2% ( $p < 0.05$ ) соответственно. Последнее свидетельствует о повышении напряженности регуляторных механизмов ритма сердца и централизации управления сердечным ритмом. Об этом свидетельствовало также увеличение активности симпатического контура регуляции сердечным ритмом – АМо на 5.6% в I группе, 20.9% ( $p < 0.001$ ) и 72.3% ( $p < 0.001$ ) у девушек и юношей во II группе, 8.6% и 37.3% ( $p < 0.01$ ) – в III группе соответственно.

Таблица 2

Динамика интегральных показателей ритма сердца студентов при физической нагрузке

Показатели		І гр.	ІІ гр.		ІІІ гр.	
		девушки	девушки	юноши	девушки	юноши
R-R ср. (сек)	1	0,913±0,012	0,776±0,019	0,728±0,014	0,632±0,017	0,615±0,21
	2	0,748±0,032 p<0,001	0,640±0,028 p<0,001	0,633±0,014 p<0,001	0,558±0,008 p<0,001	0,520±0,023 p<0,001
	3	0,850±0,011 p<0,001	0,720±0,019 p<0,05	0,680±0,016 p<0,05	0,517±0,025 p<0,001	0,588±0,023
M0 (сек)	1	0,923±0,020	0,781±0,027	0,731±0,016	0,608±0,024	0,587±0,024
	2	0,688±0,033 p<0,001	0,590±0,024 p<0,001	0,618±0,021 p<0,001	0,542±0,015 p<0,02	0,528±0,030 p<0,05
	3	0,838,75±0,009 p<0,001	0,711±0,018 p<0,05	0,605±0,020 p<0,001	0,505±0,022 p<0,001	0,578±0,023
AM0 (%)	1	31,00±4,02	31,63±2,09	35,25±0,94	38,83±3,73	44,25±2,84
	2	32,75±0,48	38,25±2,79 p<0,05	60,75±2,74 p<0,001	42,17±3,72	60,75±4,31 p<0,01
	3	24,01±1,69 p<0,05	31,13±2,23	53,01±5,71 p<0,001	54,02±4,73 p<0,02	68,50±5,91 p<0,001
ΔX (сек)	1	0,330±0,011	0,370±0,029	0,375±0,051	0,430±0,080	0,298±0,051
	2	0,318±0,034	0,331±0,024	0,240±0,031 p<0,05	0,265±0,022 p<0,05	0,221±0,021 p<0,05
	3	0,560±0,053 p<0,001	0,471±0,056 p<0,05	0,245±0,016 p<0,02	0,228±0,028 p<0,02	0,210±0,009 p<0,05
V <sub>к</sub>	1	14,33±1,00	11,08±1,23	10,43±1,71	10,18±1,52	7,61±0,26
	2	7,75±0,86 p<0,001	9,55±0,60	7,10±0,47 p<0,05	8,81±0,71 p<0,05	7,02±0,45
	3	6,99±0,17 p<0,001	13,32±1,37	7,75±0,51 p<0,05	7,79±0,43 p<0,01	6,14±0,58 p<0,02
ИН (усл.ед.)	1	48,87±5,48	62,27±6,88	84,58±2,22	103,21±25,90	154,57±20,81
	2	63,75±1,02 p<0,02	114,61±17,83 p<0,02	218,06±27,20 p<0,001	163,60±25,85 p<0,05	291,58±69,74 p<0,05
	3	33,34±1,63 p<0,02	66,05±9,92	177,06±27,91 p<0,02	266,89±50,43 p<0,001	317,85±47,40 p<0,001
ВПР (усл.ед.)	1	2,88±0,17	3,76±0,29	3,88±0,51	5,10±0,86	6,99±0,67
	2	2,14±0,06 p<0,001	5,54±1,75 p<0,02	7,59±0,84 p<0,001	7,29±0,76 p<0,05	9,17±1,59
	3	2,86±0,16	3,71±0,63	6,93±0,54 p<0,001	9,48±1,17 p<0,01	8,93±0,88 p<0,05
ПАПР (усл.ед.)	1	35,90±2,81	41,24±4,25	48,75±1,56	64,87±6,99	75,53±5,27
	2	36,50±0,28	64,48±9,35 p<0,02	93,13±18,74 p<0,02	78,67±8,13	117,60±14,19 p<0,002
	3	31,61±1,16	47,66±4,03	88,82±18,54 p<0,001	109,30±13,02 p<0,01	122,00±11,92 p<0,001
ИВР (усл.ед.)	1	95,17±14,02	92,32±9,58	101,10±22,47	124,21±29,87	181,51±19,66
	2	109,07±1,02	138,20±18,60 p<0,02	281,80±51,71 p<0,001	165,70±23,64	291,40±53,45 p<0,05
	3	45,49±4,59 p<0,001	85,31±10,59	228,91±48,76 p<0,02	259,30±38,99 p<0,01	362,21±51,69 p<0,01

**Примечание:** 1 – показатели в норме, 2 – непосредственно после теста Руфье, 3 – на третьей минуте поствазучного периода

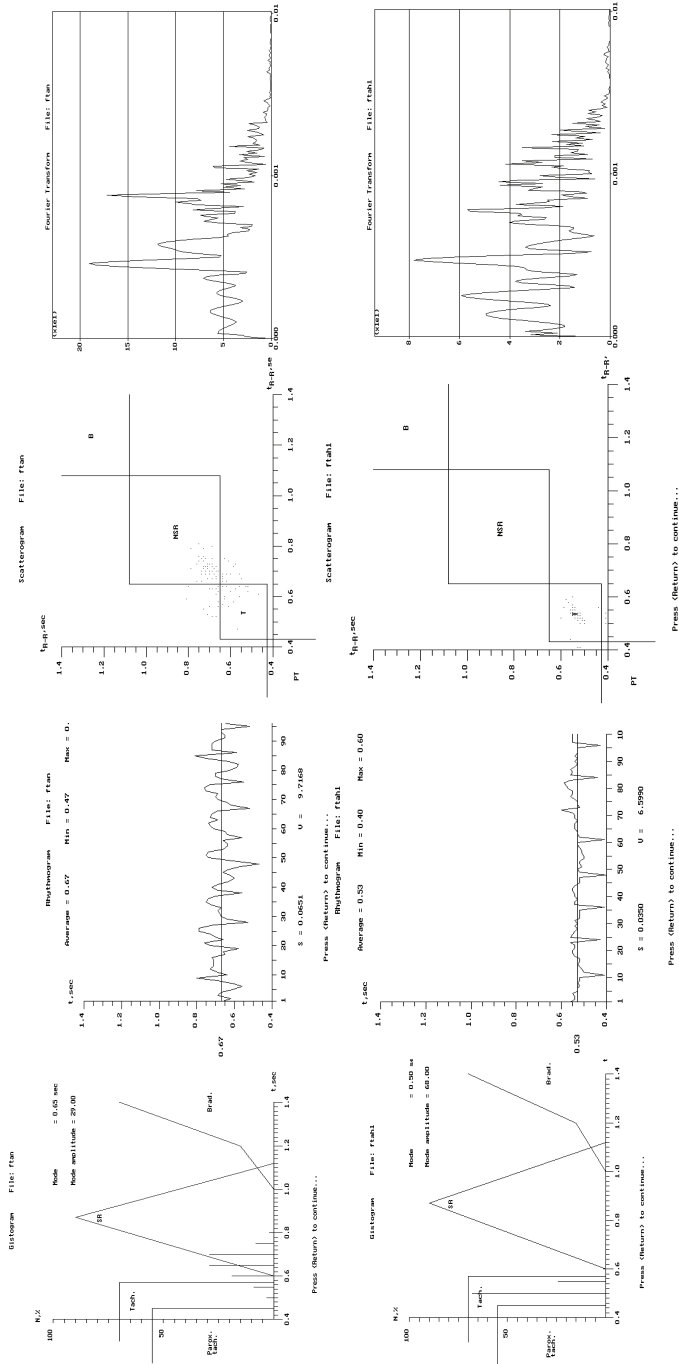
Аналогичные сдвиги наблюдались и в уровнях ВПР, ПАПР, ИВР (табл. 2). Подтверждением повышения активности симпатических механизмов регуляции являлось и наблюдаемое во всех группах испытуемых понижение активности парасимпатического и гуморального контуров регуляции сердца ( $M_0$ ,  $x$ ), R-R среднего и коэффициента вариации кардиоинтервалов ( $V_k$ ) (табл.2).

Изменение вегетативного баланса организма в экстракардиальных влияниях проявлялось также в повышении мощности спектра медленноволновых составляющих на спектрограммах сердечного ритма, понижении дисперсии "авторегрессионного облака" на скатерграммах и уменьшении амплитуды колебаний R-R интервалов вокруг их среднего значения на ритмограммах разной степени выраженности (рис.).

В ходе первых трех минут постнагрузочного восстановительного периода у испытуемых наблюдалось два типа реакций. У девушек I и II групп ИН и остальные интегральные показатели ритма сердца возвращались к исходному уровню. Переход на новый уровень функционирования сердечно-сосудистой системы обеспечивался сбалансированным соотношением между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма. О снижении напряженности регуляторных механизмов сердца и уровня централизации управления сердечным ритмом свидетельствовали и показатели спектрального анализа: повышение R-Rcp., увеличение дисперсии "авторегрессионного облака", повышение амплитуды колебаний кардиоинтервалов вокруг их среднего значения, сдвиг в сторону нормального синусового ритма, появление высокочастотных волн на автокоррелограммах. Свидетельством последнего являлось также наблюдаемое в постнагрузочный период у девушек I и II групп некоторое понижение АМо и повышение  $M_0$  и  $\Delta x$  (табл.2). Аналогичная динамика ИН наблюдалась и у юношей II группы. Однако возврат интегральных показателей активности регуляторных механизмов ритма сердца к исходному уровню функционирования у данной категории испытуемых происходил медленнее. Последнее свидетельствует о сохранении у них высокого уровня напряжения адаптивных механизмов и активности симпатического контура регуляции в постнагрузочный период. Наблюдаемая у испытуемых I и II групп динамика ИН направлена на нейтрализацию влияния симпатической нервной системы, защиту функциональных систем организма от перенапряжения и характерна студентам с отличным и хорошим уровнями ИРД, высокими показателями УФС, АП которых находится в зоне нормальных адаптационных изменений и, по всей вероятности, является свидетельством адекватности физической нагрузки данной интенсивности конституциональным возможностям сердечно-сосудистой системы последних.

Иная динамика ИН, АМо,  $M_0$ ,  $\Delta x$  и других интегральных показателей сердечного ритма в постнагрузочный период, как видно из таблицы 2, была характерна девушкам и юношам с удовлетворительным уровнем ИРД (III группа). Наблюдаемое под воздействием физической нагрузки напряжение симпатических механизмов регуляции сердечного ритма и сдвиг в сторону централизации управления сохранялись и после снятия нагрузки, приводя к еще более выраженному повышению ИН в постнагрузочный период (на 158.6%,  $p < 0.001$  и 105.6%,  $p < 0.001$  у девушек и





Maximum of R-R intervals is 0.81 sec,  
 Minimum of R-R intervals is 0.47 sec,  
 Standard (S) is 0.0651, Coefficient of variation (V) is 9.7168,  
 IN = 65.6109, VPR = 4.5249,  
 PAPR = 44.6154, IVR = 85.2941,

Maximum of R-R intervals is 0.60 sec,  
 Minimum of R-R intervals is 0.40 sec,  
 Standard (S) is 0.0350, Coefficient of variation (V) is 6.5990,  
 IN = 340.0000, VPR = 10.0000,  
 PAPR = 136.0000, IVR = 340.0000

Рис.1 Интегральные показатели ритма сердца студента А.Н. с хорошим уровнем ИРД (П группа) до- (I) и после (II) теста Руфье. Диаграмма, ритмограмма, скатерграмма, спектрограмма

юношей соответственно). При этом наблюдается выраженное снижение колебательной структуры кардиоритма, учащение сердечной деятельности, подавляются эрготропные функции и активность вагоинсулярного отдела, что, согласно данным литературы, влечет за собой ослабление всех обменных и окислительных процессов [5,12]. Последнее таит в себе опасность перенапряжения сердечно-сосудистой системы и срыва адаптационных процессов. При занятиях физкультурой с такими студентами нужно быть несколько осторожными, поскольку избыточный компонент вегетативной реакции при многократном повторении может стать причиной дезадаптации. Наблюдаемые в III группе сдвиги могут являться результатом недостаточной тренированности и повышения под влиянием малоподвижного образа жизни веса студентов, о чем свидетельствует и величина МРИ. В состоянии напряжения находились и симпатические механизмы регуляции ритма сердца юношей II группы, ИН которых непосредственно после нагрузки повышался почти 2.5 раза. Однако в связи с высокой лабильностью и подвижностью нервной системы и высокими адаптационными возможностями организма, через несколько минут после нагрузки у них наблюдался сдвиг исследованных интегральных показателей к исходному уровню. Данным испытуемым был характерен и более низкий уровень МРИ.

Таким образом, в различных группах студентов наблюдаются разнонаправленные сдвиги кардиогемодинамических и адаптационных показателей на кратковременную физическую нагрузку- тест Руфье, которые могут быть обусловлены как функциональными возможностями организма студентов, так и длительным пребыванием в состоянии гиподинамии в период обучения в школе и подготовки к вступительным экзаменам. Последнее свидетельствует о необходимости системного подхода к дозированию физических нагрузок как немедикаментозных средств коррекции функционального состояния студентов в период «вработывания» физиологических систем организма в двигательную активность. При этом физическая нагрузка должна удовлетворять биологическую потребность организма в движении и не выходить за пределы морфофункциональных возможностей последнего. В противном случае гиперкинезия может привести к снижению биологической надежности и устойчивости сердечно-сосудистой и других систем организма. В связи с этим данные исследования требуют дальнейшей разработки с использованием физических нагрузок различной интенсивности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов Р.А., Зиятдинова А.И. Экология физической культуры человека. // Теория и практ. физ. культ. 1997, № 7, с. 8–12.
2. Алифанова Л.А. Соматофункциональный потенциал школьников в зависимости от различных режимов двигательной активности. // Гиг. и сан., 2002, № 3, с. 56–59.
3. Бурханов А.И., Носова Л.И., Байгутанов Ж.Б., Муценко Т.А., Характеристика показателей центральной нервной системы студентов факультета физической культуры. // Гиг. и сан., 1996, № 5, с. 39–41.
4. Быков Е.В., Исаев А.П., Адаптация к школьным нагрузкам учащихся образовательных учреждений нового типа. // Физиол. чел., 2001, т. 27, № 5, с. 76–81.

5. Доцоев Л.Я., Усыпин А.М., Вагнер Н.И., Тутатчиков А.Т., Функциональное состояние учащихся 11–12 лет в условиях интенсивных учебных нагрузок по данным variability сердечного ритма. // Физиол. чел., 2003, т. 29, № 4, с. 62–65.

6. Казин Э.М., Варич Л.А. Особенности психофизиологической адаптации студентов факультета физической культуры, специализирующихся в разных видах спорта, к условиям обучения в вузе // Физиол.чел. 2005, т.31, №1, с.77–81.

7. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. и др., Возрастное развитие скелетных мышц и физической работоспособности. // Физиол. развития ребенка: Теоретические и прикладные аспекты. М: Образование от А до Я, 2000, 209 с.

8. Левушкин С.П. Комплексная оценка физической работоспособности юношей // Физиол.чел. 2001, т.27, №5, с.68–75.

9. Любомирский Л.Е., Букреева Д.П., Васильева Р.М. Особенности функционирования физиологических систем у детей школьного возраста при мышечной деятельности // Физиол.чел. 1991, т.17, №5, с.107–115.

10. Сухарева Л.М, Рапопорт И.К., Звездина И.В., Ямпольская Ю.А., Прусов П.К. Состояние здоровья и физическая активность современных подростков. // Гиг. и сан., 2002, № 3, с. 52–55.

11. Ульянинский Л.С. Физиологические подходы к повышению устойчивости сердечной деятельности при эмоциональном стрессе // Гиг. и сан., 1995, № 3, с.21–26.

12. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. Новосибирск: Наука, 1999, 264 с.

13. Чермит К.Д., Шаханова А.В., Хасанова Н.Н., Глазун Т.В. Исследование механизмов формирования, развития и сохранения психофизического здоровья учащихся в динамике обучения по инновационным образовательным и физкультурно-оздоровительным программам. // Валеология, 2002, №3, с. 9–15.

14. Шаханова А.В., Чермит К.Д., Хасанова Н.Н., Силантьев М.Н. Онтогенетические особенности формирования психофизиологических механизмов роста, развития и адаптации детей в условиях вариативных образовательных сред // Валеология, 2002, № 3, с.15–21.

15. Шедрина А.Г. Физиологические проблемы адаптации. Тарту, 1984, 216 с.