

Уровень привычной двигательной активности и показатели кардиореспираторной системы студентов

Н. Н. ЦАРЕВ, Ю. Л. ВЕНЕВЦЕВА

ФГБОУ ВО Тульский государственный университет Минобрнауки РФ, Тула, Россия

Сведения об авторах:

Царев Николай Николаевич – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней Медицинского института ФГБОУ ВО ТулГУ Минобрнауки России

Венева Юлия Львовна – заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом спортивной медицины и медицинской реабилитации Медицинского института ФГБОУ ВО ТулГУ Минобрнауки России, д.м.н.

Level of habitual physical activity and parameters of the cardio-respiratory system in students

N. N. TSAREV, YU. L. VENEVTSEVA

Tula State University, Tula, Russia

Information about the authors:

Nikolay Tsarev – M.D., Postgraduate Student of the Propedeutics of Internal Disease Department of the Medical Institute of Tula State University

Yulia Venevtseva – M.D., D.Sc. (Medicine), Head of the Propedeutics of Internal Disease Department with Sports Medicine and Medical Rehabilitation course of the Medical Institute of Tula State University

Цель исследования: проанализировать параметры кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов с разным уровнем привычной двигательной активности (ДА). **Материалы и методы:** в период с апреля 2016 по апрель 2017 года на базе Клинико-диагностического центра 106 студентам Тульского государственного университета (61 девушка и 45 юношей; средний возраст $22,9 \pm 0,4$ года (от 18 до 29 лет), индекс массы тела – $22,5 \pm 0,4$ кг/м²) проведена эхокардиография (ЭхоКГ) с цветовым доплеровским картированием и компьютерная спирометрия для оценки функции внешнего дыхания (ФВД). Студенты также выполняли дыхательные пробы (Штанге и Генча). Уровень привычной ДА изучали с помощью разработанной нами анкеты. **Результаты:** 42% студентов вели малоподвижный образ жизни (низкая ДА), 32% посещали фитнес-центры, бассейн или участвовали в рекреационных спортивных играх (умеренная ДА), 26% занимались любительским спортом в объеме не менее 8 часов в неделю (высокая ДА). В группе с умеренной ДА отмечены оптимальные параметры релаксации миокарда ЛЖ (соотношение Е/А трансмитрального потока составило $1,76 \pm 0,08$, в то время как в группе в низкой ДА $1,53 \pm 0,06$, с высокой ДА – $1,70 \pm 0,07$). При умеренной ДА реже наблюдались клапанные дисфункции с незначительной регургитацией, было ниже систолическое давление в легочной артерии. Выявлена положительная связь между уровнем привычной ДА и диаметром легочной артерии. Основные спирометрические показатели достоверно возрастали по мере повышения уровня привычной ДА, однако превышение «нормативных» показателей отмечено только у активно тренирующихся молодых людей. Результаты проб с произвольным апноэ тесно коррелировали со скоростными показателями ЭхоКГ, а также объемными и скоростными показателями ФВД. **Выводы:** адаптационные изменения, наступающие под влиянием физических упражнений, расширяют функциональные резервы и синхронизацию показателей кардиореспираторной системы. Оптимальные эластические свойства и наибольшая диастолическая податливость миокарда ЛЖ наблюдаются при умеренной ДА. Связь результатов функциональных проб Штанге и Генча с внутрисердечной гемодинамикой и ФВД свидетельствует об их информативности в оценке функционального состояния студентов с разным уровнем привычной ДА при проведении скрининговых обследований.

Ключевые слова: студенты; двигательная активность; кардиореспираторная система; эхокардиография; функция внешнего дыхания; проба Штанге; проба Генча.

Для цитирования: Царев Н.Н., Венева Ю.Л. Уровень привычной двигательной активности и показатели кардиореспираторной системы студентов // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №3. С. 33-39. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.33.

Objective: to analyze the parameters of the cardio-respiratory system in healthy students with different levels of habitual physical activity. **Materials and methods:** 106 students of Tula State University (61W, 45M, mean age – $22,9 \pm 0,4$ years ($M \pm m$), mean body mass index $22,5 \pm 0,4$ kg/m²) were included in the study. The observation time was one year. Colour Doppler Imaging echocardiography and respiratory function tests were provided. Duration of a breath-hold after deep inspiration and after exhalation was obtained. Self-reported questionnaire to examine level of habitual physical activity was completed in the same time. **Results:** 42% of students had low habitual physical activity, 32% visited fitness centers, swimming pools or participated in recreational sports games (medium habitual physical activity) and 26% engaged in sports not less than 8 hours per week (high habitual physical activity). The optimal LV relaxation existed in the group with medium habitual physical activity (mitral E/A ratio $1,76 \pm 0,08$ versus $1,53 \pm 0,06$

in the group with low and $1,70 \pm 0,07$ 06 in the group with high habitual physical activity). The rarest valve regurgitation and the lowest systolic pressure were obtained in the group with medium habitual physical activity. The diameter of the pulmonary artery positively correlated with level of habitual physical activity. The main parameters of respiratory function test increased due to the level of habitual physical activity. Exceeding of the normative indicators of respiratory test was noted only in the group with high physical activity. Results of duration of a breath-hold after deep inspiration and after exhalation closely correlated with echocardiography and respiratory test. **Conclusions:** adaptive changes due to physical activity increase the functional abilities of the cardio-respiratory system in healthy students. Optimal echocardiography parameters were found in the group with moderate physical activity. Breast Holding Test showed a connection with intracardiac hemodynamics and respiratory function and may be widely used for screening examinations.

Key words: students; physical activity; cardio-respiratory system; echocardiography; respiratory function test, breath-holding tests.

For citation: Tsarev NN, Venevtseva YuL. Level of habitual physical activity and parameters of the cardio-respiratory system in students. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017;7(3):33-39. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.3.33.

Введение

Изучение функционального состояния организма с определением взаимосвязей отдельных звеньев кардиореспираторной системы остается одной из актуальных проблем спортивной медицины и физиологии. Практически любые изменения активности управляющих и гомеостатических систем находят отражение в уровне функционирования кровообращения и дыхания, поэтому показатели кардиореспираторной системы выступают в качестве индикатора адаптационно-приспособительной деятельности, отражая воздействие различных факторов внешней и внутренней среды [1]. Двигательная активность (ДА) является мощным фактором, стимулирующим адаптационные перестройки в организме [2, 3]. Показано, что у спортсменов высокой квалификации с различной направленностью тренировочного процесса уровень функционального состояния систем кровообращения и дыхания существенно различается, что обусловлено физиологической целесообразностью для конкретного вида спорта [4-6]. Однако особенности функционирования кардиореспираторной системы у студентов с разным привычным уровнем ДА представляются изученными недостаточно, при этом необходимость проведения таких исследований обусловлена широко распространенной среди современной молодежи гипокинезией, обусловленной интенсификацией обучения, использованием компьютеров и различных электронных устройств.

Целью работы явился анализ параметров кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов с разным уровнем привычной ДА.

Объект, методы и организация исследования

В период с апреля 2016 по апрель 2017 года на базе Клинико-диагностического центра Тульской областной клинической больницы было обследовано 106 студентов Тульского государственного университета (61 девушка и 45 юношей), обучавшихся по специальностям «Лечебное дело» и «Физическая культура». Эхокардиография (ЭхоКГ) с цветовым доплеровским картированием (Logiq-7, GE) всем студентам была выполнена одним врачом. Оценивались стандартные эхокардиографические размеры и показатели внутрисердечной гемодинамики с использованием спектрального доплеровского

анализа, также проводился расчет индексов полостей и индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ). Фракция выброса ЛЖ рассчитывалась по формуле Teichholz [7].

Функцию внешнего дыхания (ФВД) исследовали с помощью спирографа «Spirolab» (Италия) с анализом общепринятых показателей и расчетом фактических и должных величин с учетом антропометрических данных, пола и возраста. Все студенты выполняли функциональные пробы с произвольной задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генча).

Для изучения уровня привычной ДА, оцениваемой по сумме движений, выполняемых человеком в процессе повседневной жизнедеятельности [8], была разработана анкета. Анализировались ответы на вопросы, касающиеся регулярности занятий спортом, вида спорта и длительности занятий, ежедневной продолжительности ходьбы пешком, частоты управления автомобилем и водительского стажа.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием пакета программ Excel 7.0 для выявления достоверности различий по Стьюденту и взаимосвязей показателей по К.Пирсону с оценкой достоверности коэффициентов корреляции. Данные представлены как $M \pm m$.

Результаты и обсуждение

Обследованные лица не имели анатомических врожденных или приобретенных сердечных аномалий, выявленных нарушений ритма сердца и не предъявляли жалоб на состояние здоровья. Средний возраст студентов составил $22,9 \pm 0,4$ года (от 18 до 29 лет), средний индекс массы тела (ИМТ) – $22,5 \pm 0,4$ кг/м². Нормальный вес (ИМТ=19-24 кг/м²) имели 60 молодых людей (57%), избыточная масса тела (ИМТ=25-30 кг/м²) наблюдалась у 25 человек (24%), ожирением 1 степени (ИМТ=30-35 кг/м²) страдали 10 обследованных (9%). Дефицит массы тела (ИМТ<19 кг/м²) отмечен у 11 студентов (10%).

В группу с низкой ДА (группа 1) вошли 45 человек (42%), при этом 35 студентов (33%) после завершения учебных занятий по физической культуре в дальнейшем ничем не занимались. Группу с умеренной ДА (группа 2) составили 34 человека (32%), которые не менее года посещали фитнес-центры, бассейн, занимались танцами,

велоспортом или участвовали в игровых видах спорта на любительском уровне с объемом физической нагрузки около 150 минут в неделю. Высокая ДА была отмечена у 27 (26%) студентов (группа 3), большинство из которых обучались по направлению физической культуры, имели массовые разряды и в рамках учебного процесса не менее 8 часов в неделю выполняли умеренные нагрузки разной модальности. Значимых различий по ИМТ между группами не было. Средняя продолжительность кардиоцикла (RR) была несколько длиннее в группе 3, однако различия не достигли критерия достоверности.

Основные результаты линейных ЭхоКГ-измерений представлены в таблице 1. Хотя все параметры находились в пределах зоны нормы для молодых практически здоровых лиц, наблюдались различия в зависимости от уровня привычной ДА. Так, у активно занимающихся спортом был больше конечно-систолический размер (КСР) ЛЖ ($p < 0,05$) и несколько больше - конечно-диастолический размер (КДР) ЛЖ. ИММЛЖ устойчиво возрастал по мере увеличения привычной ДА, достоверно различаясь между 1 и 3 группами. Фракция выброса ЛЖ оказалась самой высокой в группе с умеренной ДА относительно лиц с высокой ДА ($p < 0,05$).

Клапанные дисфункции, сопровождающиеся регургитацией, нередко встречаются как у спортсменов, так и у нетренированных лиц [9]. Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что клапанные дисфункции при занятиях спортом часто имеют преходящий характер и имеют обратную связь с успешностью спортивных выступлений [10]. В нашем исследовании клапанные дисфункции, сопровождающиеся легкой регургитацией, реже всего наблюдались в группе с умеренной ДА (у 20% была митральная, у 11% - трикуспидальная регургитация). В то же время у ведущих малоподвижный образ жизни клапанная регургитация отмечалась чаще: у 43% студентов была митральная, у 28% - трикуспидальная регургитация ($p < 0,05$). В группе студентов с высокой ДА частота регургитации на митральном и трикуспидальном клапанах составила 31% и 22% соответственно. Можно предположить, что выявленный факт может быть связан с особенностями соотношения давления между предсердиями и желудочками в разные фазы сердечного цикла.

Результаты основных спектральных параметров доплеровского исследования представлены в таблице 2.

Таблица 1

Основные линейные эхокардиографические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности ($M \pm m$)

Table 1

The main echocardiography parameters in students with different habitual physical activity ($M \pm m$)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
Аорта в восходящем отделе, мм	26,5±0,4	26,7±0,4	26,9±0,7
Размер ЛП, мм	33,0±0,5	32,8±0,7	33,2±0,8
Размер ПП, мм	34,4±0,7	34,4±0,8	36,0±1,0
ПЖ в среднем отделе, мм	23,8±0,4	23,3±0,5	23,7±0,6
Толщина МЖП, мм	7,5±0,2	7,6±0,2	8,0±0,3
Толщина ЗСЛЖ, мм	7,4±0,2	7,6±0,3	7,9±0,3
КДР ЛЖ, мм	46,9±0,5	47,7±0,2	49,1±1,0
КСР ЛЖ, мм	28,6±0,6	28,5±0,5	30,8±0,8* (1-3, 2-3)
КДО ЛЖ, мл	103,4±3,1	107,2±3,6	115,3±5,8
КСО ЛЖ, мл	32,1±1,7	31,2±1,3	38,3±2,5*(1-3, 2-3)
УО ЛЖ, мл	71,2±1,8	74,8±3,3	76,7±3,8
ФВ ЛЖ, %	69,4±0,9	70,5±0,9	66,7±1,0* (2-3)
ИММЛЖ, г/м ²	66,8±2,3	70,8±2,8	76,2±3,7* (1-3)
ЛА на уровне клапана, мм	19,1±0,4	20,1±0,6	20,3±0,6

Достоверность различий: * при $p < 0,05$

Примечание: ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие; ПЖ – правый желудочек; МЖП – межжелудочковая перегородка; ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка; ЛА – легочная артерия.

Таблица 2

Основные спектральные эхокардиографические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности (M±m)

Table 2

The main Doppler echocardiography results in students with different habitual physical activity (M±m)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
RR, мс	797,8±22,0	833,2±18,8	834,6±30,5
V(E) МК, м/с	0,81±0,02	0,89±0,03* (1-2)	0,86±0,04
V(A) МК, м/с	0,55±0,02	0,53±0,02	0,51±0,02
Отношение E/A на МК	1,53±0,06	1,76±0,08* (1-2)	1,70±0,07
V(E) ТК, м/с	0,57±0,01	0,58±0,02	0,57±0,01
V(A) ТК, м/с	0,40±0,02	0,38±0,02	0,37±0,02
Отношение E/A на ТК	1,49±0,05	1,60±0,07	1,54±0,09
IVRT ЛЖ, мс	57,0±2,5	56,4±3,0	57,4±4,0
IVCT ЛЖ, мс	49,2±1,7	51,4±2,1	45,0±2,1* (2-3)
Vmax Ao, м/с	1,15±0,03	1,20±0,04	1,16±0,04
ФУ Ao, мс	85,3±2,1	80,2±2,3	78,7±2,0* (1-3)
ВИ ЛЖ, мс	273,1±3,9	274,7±5,0	274,5±5,2
Vmax ЛА, м/с	0,86±0,02	0,88±0,03	0,91±0,03
ФУ ЛА, мс	137,4±3,1	149,4±4,2	135,0±4,1* (1-2, 2-3)
ВИ ПЖ, мс	301,5±5,3	311,1±5,9	298,2±6,5

Достоверность различий: * при p<0,05

Примечание: V(E) МК – пиковая скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка; V(A) МК – пиковая скорость позднего диастолического наполнения левого желудочка; V(E) ТК – пиковая скорость раннего диастолического наполнения правого желудочка; V(A) ТК – пиковая скорость позднего диастолического наполнения правого желудочка; IVRT ЛЖ – время изоволюметрического расслабления левого желудочка; IVCT ЛЖ – время изоволюметрического сокращения левого желудочка; Vmax Ao – пиковая скорость аортального потока; ФУ Ao – фаза ускорения аортального потока; ВИ ЛЖ – время изгнания левого желудочка; Vmax ЛА – пиковая скорость потока в легочной артерии; ФУ ЛА – фаза ускорения потока в легочной артерии; ВИ ПЖ – время изгнания правого желудочка.

В настоящее время все большее внимание уделяется диастолической функции миокарда, нарушения которой возникают уже на ранних стадиях различных заболеваний сердца [11, 12]. В нашей работе параметры релаксации миокарда ЛЖ, оцениваемые по отношению пиковых скоростей E/A, во всех трех группах находились в пределах нормы, а наибольшая пиковая скорость E трансмитрального спектра и наиболее оптимальное отношение E/A отмечалось в группе с умеренной ДА по сравнению с малоподвижными студентами (p<0,05). Соотношение E/A транстрикуспидального потока, характеризующее релаксацию миокарда правого желудочка (ПЖ), также было выше в группе с умеренной ДА, однако различия не достигли критерия достоверности. Время ускорения трикуспидального пика E (AT, acceleration time E), отражающее быстрое пассивное наполнение ПЖ и связанное с эластичностью миокарда, оказалось выше в группе с умеренной ДА (106,4±3,3 мс), чем в 3 группе (95,4±3,4 мс; p<0,05).

Параметрами, косвенно оценивающими контрактильность и эластичность и миокарда ЛЖ, являются время изоволюметрического сокращения (IVCT) и время изоволюметрического расслабления (IVRT). Самое короткое IVCT наблюдалось у студентов с высокой ДА (p<0,05), а различий в показателе релаксации (IVRT) не было выявлено. Время ускорения аортального потока было самым коротким в группе с высокой ДА (p<0,05), отражая эффективную работу миокарда ЛЖ.

Другими ЭхоКГ-показателями, зависящими от уровня привычной ДА, оказались скоростные и временные параметры малого круга кровообращения. Хотя время выброса ПЖ не различалось, время ускорения пульмонального потока, используемое для оценки систолического давления в легочной артерии, было больше в группе с умеренной ДА (p<0,05). Таким образом, самое низкое систолическое давление в малом круге кровообращения отмечено при умеренной ДА. Этот факт подтверждается и более высокой скоростью систолического

притока крови к левому предсердию из системы легочных вен (ЛВ) у обследованных 2 группы ($0,63 \pm 0,02$ м/с против $0,60 \pm 0,02$ м/с в 3 группе и $0,58 \pm 0,01$ м/с в 1 группе; $p < 0,05$). Скорость диастолического притока к правому предсердию из системы верхней полой вены (ВПВ) достоверно уменьшалась по мере возрастания уровня ДА, составив $0,49 \pm 0,02$ м/с в группе с низкой ДА, $0,46 \pm 0,02$ м/с в группе с умеренной ДА и $0,40 \pm 0,02$ м/с в группе с высокой ДА, что указывает на экономизацию функционирования системы кровообращения в покое.

Корреляционный анализ выявил достоверные связи между параметрами ЭхоКГ и уровнем привычной ДА. Как и следовало ожидать, чем выше ДА, тем больше КДР ($r=0,24$; $p < 0,05$), КСР ($r=0,22$; $p < 0,05$) и ИММЛЖ ($r=0,26$; $p < 0,05$).

Представляется важной выявленная положительная связь между уровнем привычной ДА и диаметром легочной артерии ($r=0,21$; $p < 0,05$). Можно предположить, что именно размер легочного ствола является одним из лимитирующих факторов при выполнении физических нагрузок, при этом связей с диаметром аорты и раскрытием аортальных створок не обнаружено.

У лиц с высоким уровнем привычной ДА наблюдается больше всего связей между скоростными и временными показателями левых и правых отделов. Так, в этой

группе пиковая скорость трансмитрального потока в фазу быстрого наполнения (Е) была связана с пиковой скоростью ($r=0,47$; $p < 0,01$) и временем выброса в аорту ($r=0,60$; $p < 0,01$), пиковой скоростью потока в легочной артерии ($r=0,34$; $p < 0,05$), а также скоростями наполнения обоих предсердий, как в систолу, так и в диастолу, из верхней полой вены ($r=0,36$; $p < 0,05$; $r=0,37$; $p < 0,05$) и легочных вен ($r=0,49$; $p < 0,01$; $r=0,52$; $p < 0,01$). В группе с умеренной ДА корреляции были получены только между скоростями потоков, но не с временными параметрами. У малоподвижных студентов достоверных связей было меньше, при этом корреляции с показателями наполнения обоих предсердий отсутствовали.

Показатели ФВД также достоверно различались в зависимости от уровня привычной ДА (табл. 3).

Основные спирометрические показатели (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, МВЛ), как и следовало ожидать, достоверно возрастали по мере повышения объема нагрузок, при этом ЖЕЛ превысила нормативный расчетный показатель только у студентов 3 группы (101,4%), а в группе с умеренной и низкой ДА она составила 96,1% и 96,4% соответственно. Средняя объемная скорость (СОС) также была выше расчетной только у тренирующихся студентов (103,6%), последовательно снижаясь по мере уменьшения привычной ДА, составив 98,8% в группе с умеренной и 96,3% в группе с низкой ДА.

Таблица 3

Основные спирометрические показатели в группах студентов с разным привычным уровнем двигательной активности (M±m)

Table 3

The main results of respiratory function in students with different habitual physical activity (M±m)

Показатель	Низкая ДА	Умеренная ДА	Высокая ДА
	1	2	3
ЖЕЛ, л	4,08±0,14	4,30±0,18	4,84±0,24* (1-3)
ЖЕЛ, % от должного	96,4±2,0	96,1±2,21	101,4±1,6* (1-3)
ФЖЕЛ, л	4,00±0,14	4,10±0,17	4,59±0,23* (1-3)
ФЖЕЛ, % от должного	96,0±2,3	93,6±1,8	98,5±2,0
ОФВ1, л	3,58±0,11	3,74±0,17	4,06±0,21* (1-3)
ОФВ1, % от должного	98,86±1,68	97,76±2,50	102,29±2,88
Индекс Тиффно, %	87,85±1,34	85,94±1,70	84,18±2,08
МВЛ, л	124,45±3,78	128,84±5,88	142,07±7,21* (1-3)
СОС25-75, л/с	4,19±0,16	4,55±0,27	4,76±0,29
СОС25-75, % от должного	96,3±3,0	98,8±4,8	103,6±5,5
МОС25, л/с	5,63±0,25	6,27±0,34	6,81±0,43* (1-3)
МОС50, л/с	4,50±0,19	4,72±0,28	4,98±0,31
МОС75, л/с	2,59±0,13	2,69±0,21	2,78±0,22

Достоверность различий: * при $p < 0,05$

Примечание: ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду; МВЛ – максимальная вентиляция легких; СОС25-75 – средняя объемная скорость в интервале между 25% и 75% ФЖЕЛ; МОС25 – мгновенная объемная скорость после выдоха 25% ФЖЕЛ; МОС50 – мгновенная объемная скорость после выдоха 50% ФЖЕЛ; МОС75 – мгновенная объемная скорость после выдоха 75% ФЖЕЛ.

Хотя во всех группах средние скоростные показатели находились в пределах нормы, МОС25 была достоверно выше в 3 группе ($p < 0,05$), возможно, указывая на больший диаметр крупных бронхов у студентов с высокой ДА.

Функциональные пробы Штанге и Генча, позволяющие оценить индивидуальную устойчивость к гипоксии и/или гиперкапнии, ранее широко использовались как в клинической, так и спортивно-медицинской практике. Средняя длительность максимальной задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) составила $48,4 \pm 3,7$ с в 1 группе, $50,5 \pm 2,3$ с во 2 и $66,5 \pm 6,6$ с - в 3 группе ($p < 0,05$). При корреляционном анализе в целом по группе результат пробы Штанге был положительно связан с ЖЕЛ ($r = 0,34$; $p < 0,001$), ФЖЕЛ ($r = 0,26$; $p < 0,01$), ОФВ1 ($r = 0,25$; $p < 0,05$), МОС25 ($r = 0,21$; $p < 0,05$), ПОС ($r = 0,27$; $p < 0,01$) и МВЛ ($r = 0,24$; $p < 0,05$).

Длительность задержки дыхания на выдохе (проба Генча) также возрастала с увеличением привычной ДА, составив $25,5 \pm 1,9$ с в 1, $24,6 \pm 1,4$ с - во 2 и $32,0 \pm 2,4$ с в 3 группе ($p < 0,05$), однако корреляций с данными ФВД не было выявлено.

Данные обеих дыхательных проб коррелировали также преимущественно со скоростными параметрами внутрисердечной гемодинамики, отражая ее экономичность как в правых, так и в левых отделах. Так, чем длиннее время задержки дыхания на вдохе, тем ниже скорость наполнения правого предсердия из верхней полой вены (в систолу, $r = -0,28$; $p < 0,01$; в диастолу, $r = -0,23$; $p < 0,05$), скорости потоков в медиальной печеночной вене (в систолу, $r = -0,29$ $p < 0,01$; и диастолу, $r = -0,23$; $p < 0,05$), пиковые скорости митрального потока (в систолу, $r = -0,21$; $p < 0,05$; в диастолу, $r = -0,20$; $p < 0,05$), пиковая скорость аортального потока ($r = -0,29$; $p < 0,01$), длительность изгнания ЛЖ ($r = -0,21$; $p < 0,05$), индекс ЛП ($r = -0,21$; $p < 0,05$) и экскурсия свободной стенки ПЖ ($r = -0,20$; $p < 0,05$).

Чем больше время задержки дыхания на выдохе, тем выше отношение скоростей раннего и позднего наполнения ПЖ (Е/А, $r = 0,23$; $p < 0,05$), ниже пиковая скорость притока крови к правому предсердию из системы верхней полой вены в систолу ($r = -0,24$; $p < 0,05$) и пиковая скорость потока в аорте ($r = -0,22$; $p < 0,05$).

Выводы

1. Адаптационные изменения, наступающие под влиянием рекреационной физической активности умеренной интенсивности, расширяют функциональные резервы и синхронизацию показателей кардиореспираторной системы у практически здоровых студентов, при этом оптимальные эластические свойства кардиомиоцитов и наибольшая диастолическая податливость миокарда ЛЖ наблюдаются при объеме нагрузок около 150 минут в неделю.

2. Наиболее тесная связь между скоростными и временными эхокардиографическими параметрами правых и левых отделов, включая наполнение предсердий,

наблюдалась у студентов специальности «Физическая культура спорт», выполняющими физические нагрузки около 8 часов в неделю.

3. Основные спирометрические показатели (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, МВЛ) достоверно возрастали по мере повышения уровня привычной ДА. Среди скоростных параметров МОС25, отражающая диаметр и проходимость крупных бронхов, была выше у активно тренирующихся студентов.

4. Простые в выполнении дыхательные пробы с произвольным апноэ (пробы Штанге и Генча), обнаружившие связь с показателями внутрисердечной гемодинамики и ФВД, являются информативными при массовых обследованиях практически здоровых молодых людей.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы/References:

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: Изд-во РУДН, 2006. 284 с. / Agadzhanyan NA, Baevskiy RM, Berseneva AP. Problemy adaptatsii i uchenie o zdorovye. Moscow, Iz-vo RUDN, 2006. 284 p. (in Russian).
2. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. СПб.: Гиппократ, 1995. 448 с. / Zemtsovskiy EV. Sportivnaya kardiologiya. Saint-Petersburg, Gippokrat, 1995. 448 p. (in Russian).
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-н/Д.: РГУ, 2010. 224 с. / Garkavi LKh, Kvakina EB, Ukolova MA. Adaptatsionnye reaktzii i rezistentnost organizma. Rostov-on-Don, RGU, 2010. 224 p. (in Russian).
4. Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Ачкасов Е.Е. Исследование и оценка функционального состояния спортсменов. М.: Профиль, 2010. 72 с. / Runenko SD, Talambum EA, Achkasov EE. Issledovanie i otsenka funktsionalnogo sostoyaniya sportsmenov. Moscow, Profil, 2010. 72 p. (in Russian).
5. Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е., Самамикоджеди Н., Каркищенко Н.Н., Таламбум Е.А., Султанова О.А., Красавина Т.В., Кекк Е.Н. Использование современных аппаратно-программных комплексов для изучения особенностей адаптации организма к физическим нагрузкам // Биомедицина. 2011. №2. С. 65-72. / Runenko SD, Achkasov EE, Samamikodzheti N, Karkishchenko NN, Talambum EA, Sultanova OA, Krasavina TV, Kekk EN. The use of modern hardware-software complexes for the study of the features of adaptation of organism to physical exercises. Biomeditsina (Biomedicine). 2011;(2):65-72. (in Russian).
6. Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В., Богова О.Т., Вулкан Ш. Морфологические и функциональные особенности системы кровообращения у ветеранов спорта и действующих спортсменов // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. Т.69, №5-6. С. 34-39. / Achkasov EE, Mashkovskiy EV, Bogova OT, Vulkan Sh. Morphological and functional features of circulatory

system in retired and active elite athletes. Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk (Annals of the Russian Academy of Medical Sciences). 2014;69(5-6):34-39. (in Russian).

7. **Teicholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R.** Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. Am J Cardiol. 1976;37:7-11.

8. **Баевский Р.М.** Математические методы анализа сердечного ритма. М.: Наука, 1968. 174 с. / Baevskiy RM. Matematicheskie metody analiza serdechnogo ritma. Moscow, Nauka, 1968. 174 p. (in Russian).

9. **Шарыкин А.С., Субботин П.А., Павлов В.И., Бадтиева В.А., Трунина И.И., Попова Н.Е., Шильковская Е.В.** Эхокардиографический скрининг детей и подростков при допуске к занятиям спортом // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016. Т.61, №1. С. 71-79. / Sharykin AS, Subbotin PA, Pavlov VI, Badtieva VA, Trunina II, Popova NE, Shilykovskaya EV. Echocardiographic screening in children and teenagers to be admitted to sports activities. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics). 2016;61(1):71-79. (in Russian).

10. **Веневцева Ю.Л., Мельников А.Х.** Функциональная доплерография. Тула: Тульский полиграфист, 2002. 232 с. / Venevtseva YuL, Melnikov AKh. Funktsionalnaya dopplerografiya. Tula, Tulskiy poligrafist, 2002. 232 p. (in Russian).

11. **Агеев Ф.Т.** Современная концепция диастолической сердечной недостаточности // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010. Т.9, №7. С. 96-104. / Ageev FT. Modern concept of diastolic heart failure. Kardiovaskulyarnaya terapiya i

profilaktika (Cardiovascular Therapy and Prevention). 2010;9(7):96-104. (in Russian).

12. **Thomas JD, Weyman AE.** Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: Physics and physiology. Circulation. 1991;84:977-990.

Ответственный за переписку:

Царев Николай Николаевич – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней Медицинского института ФГБОУ Тульский государственный университет

Адрес: 300012, Россия, г. Тула, ул. Энгельса, д. 58

Тел. (раб): +7 (4872) 31-90-78

Тел. (моб): +7 (953) 432-94-23

E-mail: zn31@mail.ru

Responsible for correspondence:

Nikolay Tsarev – M.D., Postgraduate Student of the Propedeutics of Internal Disease Department of the Medical Institute of Tula State University

Address: 58, Engelsa St., Tula, Russia

Phone: +7 (4872) 31-90-78

Mobile: +7 (953) 432-94-23

E-mail: zn31@mail.ru

Дата направления статьи в редакцию: 27.02.2017

Received: 27 February 2017

Статья принята к печати: 10.03.2017

Accepted: 10 March 2017