

Влияние динамических и статических физических нагрузок на показатели внутрисердечной гемодинамики и физической работоспособности у квалифицированных спортсменов

Гарганеева Н. П.¹, Таминова И. Ф.^{1,2}, Тюкалова Л. И.¹, Ворожцова И. Н.³, Буховец И. Л.³, Пашкова Е. Н.⁴

¹ГБОУ ВПО “Сибирский государственный медицинский университет” Минздрава России. Томск, Россия; ²БУ ХМАО-Югра “Клинический врачебно-физкультурный диспансер”, Филиал в городе Нижневартовске. Нижневартовск, Россия; ³ФГБНУ “Научно-исследовательский институт кардиологии”. Томск, Россия; ⁴ОГАУЗ “Врачебно-физкультурный диспансер”. Томск, Россия

Цель. Оценить влияние динамических и статических физических нагрузок на показатели внутрисердечной гемодинамики и физической работоспособности у квалифицированных спортсменов.

Материал и методы. Обследованы 136 спортсменов, все мужчины. Квалифицированные спортсмены (группы спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства) — 116 чел. (возраст $22,07 \pm 4,10$ года; спортивный стаж 5-15 лет) в зависимости от видов спорта разделены на группы: I (n=30) — вольная борьба, дзюдо, II (n=27) — лыжные гонки, биатлон, III (n=33) — пауэрлифтинг, IV (n=26) — волейбол. Группа V (n=20) — контрольная (возраст $17,95 \pm 1,55$ года), с подготовкой, не превышающей 3 года. Методы исследования: электрокардиография, эхокардиография (ЭхоКГ), велоэргометрия.

Результаты. По данным ЭхоКГ показатели внутрисердечной гемодинамики у спортсменов всех групп были в пределах нормальных значений. Обнаружены значимые различия геометрических параметров сердца между контрольной группой и квалифицированными спортсменами, при этом контрольная группа отличалась более низкими морфоструктурными параметрами. У спортсменов высоко-динамических видов спорта (лыжные гонки, биатлон) морфоструктурные изменения связаны с увеличением объемных размеров левого желудочка. Интенсивная статическая и низкая динамическая нагрузка в силовых видах спорта (пауэрлифтинг) приводит к увеличению массы миокарда, обусловленной увеличением толщины стенок левого желудочка. Наиболее высокие показатели уровня общей физической работоспособности и максимального потребления кислорода наблюдались у представителей биатлона и лыжных гонок, тренирующихся на выносливость.

Заключение. Изучение влияния интенсивности динамических и статических физических нагрузок на показатели внутрисердечной гемодинамики, морфоструктуры сердца и физической работоспособности является определяющим в оценке адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы квалифицированных спортсменов. В зависимости от типа и интенсивности нагрузки адаптивные механизмы имеют свои особенности. Полученные данные могут быть использованы для своевременного внесения коррективов в режим физических тренировок и в управление тренировочно-соревновательным процессом у спортсменов разных видов спорта. В связи с этим ЭхоКГ и велоэргометрия должны быть включены в перечень обязательных диагностических методов исследования, обеспечивающих систематический динамический контроль показателей сердечно-сосудистой системы спортсменов высших достижений, что особенно важно для выявления ранних признаков дезадаптации и перетренированности при многолетних занятиях спортом.

Ключевые слова: квалифицированные спортсмены разных видов спорта; тип и интенсивность динамических и/или статических физических нагрузок; морфоструктура сердца, гемодинамика, физическая работоспособность.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2015; 14(5): 60–66
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2015-5-60-66>

Поступила 17/06-2015

Принята к публикации 03/08-2015

The influence of dynamic and static physical exercises on the parameters of intracardiac hemodynamics and physical endurance in higher-level sportsmen

Garganeeva N. P.¹, Taminova I. F.^{1,2}, Tyukalova L. I.¹, Vorozhtsova I. N.³, Bukhovets I. L.³, Pashkova E. N.⁴

¹SBEI HPE “Siberian State Medical University” of the Healthcare Ministry. Tomsk, Russia; ²BI KhMAD-Yugra “Clinical Physician-Sports Dispensary”, Filial in Nizhnevartovsk. Nizhnevartovsk, Russia; ³FSBSI “Scientific-Research Institute of Cardiology”. Tomsk, Russia; ⁴DSAH “Physician-Sports Dispensary”. Tomsk, Russia

Aim. To assess the influence of dynamic and static exercises on the parameters of intracardiac hemodynamics and physical endurance in higher-level sportsmen.

Material and methods. Totally, 136 sportsmen studied all males. Higher-level (qualified) sportsmen (groups of sports perfection and higher sports mastery) — 116 persons (mean age $22,07 \pm 4,10$ y.; sports experience 5-15

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел.: 8 (913) 842-15-00

e-mail: garganeyeva@mail.tomsknet.ru

[Гарганеева Н. П. — д.м.н., профессор, профессор кафедры поликлинической терапии, Таминова И. Ф. — ¹соискатель кафедры поликлинической терапии, ²врач по спортивной медицине, Тюкалова Л. И. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой поликлинической терапии, Ворожцова И. Н. — д.м.н., профессор, в.н.с. отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Буховец И. Л. — д.м.н., с.н.с. отделения рентгенологических и томографических методов диагностики, Пашкова Е. Н. — к.м.н., главный врач].

years) depending on the type of activity were selected into groups as following: I (n=30) — wrestling, judo, II (n=27) — ski racing, biathlon, III (n=33) — powerlifting, IV (n=26) — volleyball. Group V (n=20) — controls (age $17,95 \pm 1,55$ y.), with the experience not higher than 3 years. Investigation methods: electrocardiography, echocardiography (EchoCG), veloergometry.

Results. By the data of ECG the parameters of intracardiac hemodynamics in sportsmen of all groups were in the normal range. There were significant differences found for the geometry of the heart between control group and higher-level sportsmen, and the controls had lower morphostructural parameters. In highly dynamic kinds of sports (ski racing, biathlon) the morphostructural changes are related to the increase of volumetric parameters of the left ventricle. Intensive static and low dynamic load in power kinds of sports (powerlifting) lead to the increase of myocardial mass, caused by thickness of the left ventricle walls. The highest values of the level of physical endurance and maximum oxygen consumption were in biathlon and ski racing sportsmen who train endurance.

Conclusion. Study of the influence of dynamic and static physical exertion on the parameters of intracardiac hemodynamic,

morphostructure of the heart and physical endurance is of definitive importance for the evaluation of cardiovascular adaptation potential in higher-level sportsmen. Depending on the type and intensity of the exertion adaptation mechanisms have their specifics. The obtained data can be used for on-time correction of the training regimens and for management of training-competition process in sportsmen of various kinds. That means, EchoCG and veloergometry must be included into the list of obligatory diagnostic methods that fulfill systemic dynamic control of cardiovascular system parameters in the highest achievement sportsmen, that has special significance for revealing of the signs of desadaptation and overtraining in longtime sports involvement.

Key words: qualified sportsmen of different kinds, type and intensity of dynamic and/or static physical exertion, heart morphostructure, hemodynamics, physical endurance.

Cardiovascular Therapy and Prevention, 2015; 14(5): 60–66
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2015-5-60-66>

АО — аорта, ВЭМ — велоэргометрия, ИММЛЖ — индекс массы миокарда ЛЖ, КДО — конечный диастолический объем, КДР — конечный диастолический размер, КСО — конечный систолический объем, КСР — конечный систолический размер, ЛЖ — левый желудочек, ММЛЖ — масса миокарда ЛЖ, МОК — минутный объем кровотока, МПК — максимальное потребление кислорода, ПЖ — правый желудочек, ССС — сердечно-сосудистая система, ТЗСЛЖ — толщина задней стенки ЛЖ, ТМЖП — толщина межжелудочковой перегородки, УО — ударный объем, ФВ — фракция выброса, ЭКГ — электрокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография.

Введение

Состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) является важным критерием оценки влияния на организм спортсмена систематических спортивных нагрузок, и играет ведущую роль в обеспечении высокой работоспособности атлетов. Тем не менее, избыточные интенсивность и длительность тренировочного процесса, недостаток времени, отведенного на восстановление функционального состояния аппарата кровообращения, способны вызвать нарушение адаптации и несут в себе опасность перенапряжения [1]. ССС определяет как максимальную работоспособность здоровых спортсменов, так и ограничивает их достижения, что представляет собой одну из серьезных проблем подготовки квалифицированных спортсменов [2]. В настоящее время главным методом визуализации при обследовании сердца является эхокардиография (ЭхоКГ) [3]. Формирование у высокотренированных лиц “спортивного сердца” напрямую зависит от типа, интенсивности и продолжительности физических тренировок и характеризуется рядом гемодинамических и ЭхоКГ особенностей, отражающих уровень адаптации ССС [4]. В связи с этим использование современных методов диагностики ранних кардиоваскулярных нарушений, зачастую бессимптомных и являющихся нераспознанными, но повышающими риск жизнеугрожающих состояний, занимает центральное место в спортивной медицине, как на этапе отбора лиц для занятий спортом высоких достижений, так и на этапе допуска к участию квалифицированных спортсменов в спортивных соревнованиях [5, 6]. Значительный вклад в решение данной проблемы вносят “Национальные рекомендации по допуску спортсменов

с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу” (2011), основанные на международных стандартах [7]. Рациональное использование физических упражнений, правильно отобранные и наиболее информативные параметры, отражающие функциональные возможности аппарата кровообращения, обеспечивающие работоспособность спортсменов высших достижений с учетом специфики вида спорта, типа, интенсивности и продолжительности физических нагрузок позволяют своевременно и дифференцированно проводить профилактические мероприятия, предупреждающие возникновение предпатологических и патологических состояний [1, 7-9].

Цель исследования — оценить влияние динамических и статических физических нагрузок на показатели внутрисердечной гемодинамики и физической работоспособности у квалифицированных спортсменов.

Материал и методы

Обследованы 136 спортсменов (все мужчины) в возрасте 17–36 лет. Обязательным условием включения спортсменов в исследование было получение письменного информированного согласия¹. Спортсмены были подразделены на группы в соответствии со спецификой вида спорта и продолжительностью спортивного стажа. Основные четыре группы представлены 116 квалифицированными спортсменами (средний возраст $22,07 \pm 4,10$ года), относящимися к группам спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства, имеющими спортивную квалификацию от первого взрослого разряда до мастера спорта международного класса, и спортивный стаж от 5

¹ В соответствии Федеральным Законом РФ “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации” от 21.11.2011 № 323-ФЗ.

до 15 лет. У спортсменов I (n=30) группы (вольная борьба, дзюдо) тренировочный процесс направлен на развитие скоростно-силовых качеств. Спортсмены II (n=27) группы (лыжные гонки, биатлон) — развивающие выносливость. В III (n=33) группу (пауэрлифтинг) вошли спортсмены, тренирующиеся на развитие силы. Спортсмены IV (n=26) группы (волейбол) — спортивная игра, развивающие ловкость и быстроту. Продолжительность тренировок 2-4 ч. в день с частотой 3-7 раз в нед. Контрольную, V (n=20) группу составили атлеты, спортивный стаж которых не превышал 3 года.

Распределение спортсменов в зависимости от типа и интенсивности динамических и/или статических нагрузок осуществлялось в соответствии с классификацией Mitchell J. H. et al., 2005 [10]. В настоящем исследовании отнесены:

- к высоко-динамическим видам спорта — лыжные гонки и биатлон,
- к средне-динамическим — борьба и волейбол,
- к низко-динамическим — пауэрлифтинг;
- к высоко-статическим видам спорта — борьба и пауэрлифтинг,
- к средне-статическим — лыжные гонки и биатлон;
- к низко-статическим — волейбол.

Для оценки функционального состояния ССС все спортсмены прошли обязательное предварительное и динамическое обследования с использованием клинических, клинико-лабораторных, инструментальных методов исследования. Критерием отбора являлся допуск спортсмена для продолжения тренировок и участия в соревнованиях. Критерием исключения — кардиоваскулярная патология в анамнезе или впервые выявленная. Функциональные методы диагностики включали электрокардиографию (ЭКГ), велоэргометрию (ВЭМ), ЭхоКГ. Регистрация ЭКГ проводилась на 6-канальном электрокардиографе “AT-2 plus” SCHILLER (Германия). ВЭМ проводили на стресс системе “Cardiosoft” фирмы “Marguette” (Германия), в ходе которой оценивали общую физическую работоспособность по тесту PWC₁₇₀ в (кгм/мин) по методу В.Л. Карпмана и др. (1974), уровень максимального потребления кислорода (МПК мл/мин/кг). Оценка МПК осуществлялась в зависимости от возраста и вида спорта и рассчитывалась с использованием таблиц непрямым методом с учетом показателя PWC₁₇₀ [11].

Показатели кардиогемодинамики определялись методом ЭхоКГ с доплерографией и цветовым доплеровским картированием на ультразвуковой системе “Sequoia 512” (Acuson, USA) с регистрацией изображения в М и В режимах. Анализировались следующие морфометрические показатели сердца: конечно-диастолический размер (КДР, мм) левого желудочка (ЛЖ), конечно-систолический размер (КСР, мм), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП, мм); толщина задней стенки ЛЖ (ТЗСЛЖ, мм); конечно-диастолический объем (КДО, мл) и конечно-систолический объем (КСО, мл) ЛЖ, ударный объем ЛЖ (УО, мл); минутный объем кровотока (МОК, л/мин); фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ, %) для оценки сократительной функции; правый желудочек (ПЖ, мм); аорта (АО, мм). Масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ, г) и индекс массы миокарда ЛЖ (иММЛЖ, г/м²) рассчитывались по методу, предложенному Американским эхокардиографическим обществом (ASE) [3]. Для оценки диастолической функции ЛЖ исследовались показатели трансмитрально-

го кровотока: скорость раннего диастолического наполнения (пик Е м/сек); скорость позднего диастолического наполнения (пик А м/сек); отношение скоростей раннего и позднего наполнения желудочков (Е/А); время изоволюмического расслабления (ВИР мс).

Статистическая обработка материала производилась с помощью “STATISTICA 8.0”. Для оценки параметрических данных при отсутствии нормального распределения признаков использовали критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона. Поскольку изучаемые выборки не подчинялись нормальному закону распределения, и были независимыми, для определения достоверности различий использовали непараметрический критерий Крускала-Уоллиса. Для каждой выборки вычисляли медиану, 25% и 75% квартили (Ме [Q₂₅-Q₇₅]). Средние выборочные значения представлены в виде “среднее ± отклонение среднего”. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости (p) равен 0,05.

Результаты и обсуждение

По результатам ЭхоКГ структурно-функциональные и гемодинамические показатели ССС у спортсменов во всех группах были в пределах нормативных значений. Однако изучение параметров сердца в каждой отдельной группе позволило выявить значимые отличия ряда указанных показателей при межгрупповом сравнении. Анализ состояния внутрисердечной гемодинамики показал существенные различия морфоструктурных показателей между спортсменами с начальной подготовкой и квалифицированными спортсменами (таблица 1).

У спортсменов контрольной группы, спортивный стаж которых не превышал 3 года, были выявлены наиболее низкие показатели основных структурных параметров сердца: таких как ТЗСЛЖ 8,25 (8±9,25) мм; ТМЖП 8 (8±9,25) мм; ММЛЖ 144,37 (127,17±167,19) г и иММЛЖ 79,36 (71,14±86,88) г/м²; КДР 49 (47±51) мм; КДО 118 (106±124) мл; ПЖ 22 (19,5±23) мм; АО 29 (27,5±30) мм. В целом, эти размеры соответствуют средненормальным параметрам сердца мужчин данного возраста, но они уступают при сопоставлении с аналогичными параметрами квалифицированных спортсменов, у которых эти показатели оказались значительно выше и составили: ТЗСЛЖ 9 (9±10) мм, p=0,0018; ТМЖП 10 (9±10,5) мм, p=0,0004; ММЛЖ 179,80 (167,80±198,66) г, p=0,0000 и иММЛЖ (80,95±98,29) p=0,0005; КДР 51 (49±54) мм, p=0,0003; ПЖ 24 (21±25) мм, p=0,0080; КДО 127,5 (115±141) мл, p=0,0021; АО 31 (29±33) мм, (p=0,0009).

Обнаруженные значимые различия указанных геометрических параметров сердца между контрольной группой и общей группой квалифицированных спортсменов свидетельствуют о повышенной нагрузке, возрастающей параллельно с увеличением стажа тренировок и спортивного мастерства на функциональное состояние ССС атлетов. Полученные результаты указывают на увеличение разме-

Таблица 1

Структурно-функциональные и гемодинамические показатели ССС у спортсменов разных видов спорта по данным ЭхоКГ. Результаты представлены в виде (Me [Q₂₅±Q₇₅])

Показатели	I группа Единоборство (вольная борьба, дзюдо) n=30	II группа Выносливость (лыжные гонки, биатлон) n=27	III группа Сила (пауэрлифтинг) n=33	IV группа Игровые виды (волейбол) n=26	V группа Контрольная n=20	Значимость различий p	
						Внутригрупповые различия (между I-IV группами)	Между V (контрольной) и I-IV группами
ТЗСЛЖ, мм	9 (8,5±10) 9 (9±10)	9 (8,5±10)	9,5 (9±11)	10 (9±10)	8,25 (8±9,25)	p ₁₋₂ =0,7959 p ₁₋₃ =0,0108 p ₁₋₄ =0,0248 p ₂₋₃ =0,0186 p ₂₋₄ =0,0108 p ₃₋₄ =0,5709	p _{Σ-5} =0,0018 p ₁₋₅ =0,1149 p ₂₋₅ =0,1408 p ₃₋₅ =0,0005 p ₄₋₅ =0,0005
ТМЖП, мм	10 (9±10,5) 10 (9±10,5)	9 (9±10)	10 (9±10,5)	10 (9±10,5)	8 (8±9,25)	p ₁₋₂ =0,1347 p ₁₋₃ =0,6458 p ₁₋₄ =0,4499 p ₂₋₃ =0,0486 p ₂₋₄ =0,0259 p ₃₋₄ =0,8552	p _{Σ-5} =0,0004 p ₁₋₅ =0,0019 p ₂₋₅ =0,0476 p ₃₋₅ =0,0009 p ₄₋₅ =0,0005
КДР, мм	51 (49±53) 51 (49±54)	52 (50±54)	50 (48±51)	53,5 (52±54)	49 (47±51)	p ₁₋₂ =0,3423 p ₁₋₃ =0,2208 p ₁₋₄ =0,0047 p ₂₋₃ =0,0324 p ₂₋₄ =0,0507 p ₃₋₄ =0,0001	p _{Σ-5} =0,0003 p ₁₋₅ =0,0080 p ₂₋₅ =0,0007 p ₃₋₅ =0,1608 p ₄₋₅ =0,0000
КСР, мм	32 (30±35) 33 (31±35)	33 (32±35)	32 (30±33)	34 (32±37)	31,5 (30±33)	p ₁₋₂ =0,1846 p ₁₋₃ =0,4122 p ₁₋₄ =0,0128 p ₂₋₃ =0,0329 p ₂₋₄ =0,3611 p ₃₋₄ =0,0019	p _{Σ-5} =0,1019 p ₁₋₅ =0,5704 p ₂₋₅ =0,0423 p ₃₋₅ =0,8964 p ₄₋₅ =0,0033
ММЛЖ, г	163,94 (153,42±194,16) 179,80 (167,80±198,66)	169,54 (142,87±200,4)	181,77 (162,92±207,14)	190,69 (173,23±213,88)	144,37 (127,17±167,19)	p ₁₋₂ =0,7152 p ₁₋₃ =0,2154 p ₁₋₄ =0,0027 p ₂₋₃ =0,3887 p ₂₋₄ =0,0117 p ₃₋₄ =0,1216	p _{Σ-5} =0,0000 p ₁₋₅ =0,0034 p ₂₋₅ =0,0044 p ₃₋₅ =0,0002 p ₄₋₅ =0,0000
иММЛЖ г/м ²	89,26 (82,24±95,57) 88,96 (80,95±98,29)	85,38 (74,88±95,36)	95,79 (85,14±112,07)	84,89 (80,95±92,63)	79,36 (71,14±86,88)	p ₁₋₂ =0,3747 p ₁₋₃ =0,2736 p ₁₋₄ =0,2968 p ₂₋₃ =0,0622 p ₃₋₄ =0,0514 p ₂₋₄ =0,8487	p _{Σ-5} =0,0005 p ₁₋₅ =0,0057 p ₂₋₅ =0,1301 p ₃₋₅ =0,0017 p ₄₋₅ =0,0582
КДО, мл	122,5 (111±137) 127,5 (115±141)	129 (119±141)	119 (108±126)	141 (131±145)	118 (106±124)	p ₁₋₂ =0,3115 p ₁₋₃ =0,1617 p ₁₋₄ =0,0006 p ₂₋₃ =0,0125 p ₂₋₄ =0,0102 p ₃₋₄ =0,0000	p _{Σ-5} =0,0021 p ₁₋₅ =0,0667 p ₂₋₅ =0,0034 p ₃₋₅ =0,5969 p ₄₋₅ =0,0000
КСО, мл	40,5 (35±50) 44 (38±49,5)	44 (40±49)	41 (35±47)	46 (42±55)	41 (35±47,5)	p ₁₋₂ =0,1229 p ₁₋₃ =0,6890 p ₁₋₄ =0,0079 p ₂₋₃ =0,0486 p ₂₋₄ =0,1572 p ₃₋₄ =0,0014	p _{Σ-5} =0,2095 p ₁₋₅ =0,7966 p ₂₋₅ =0,1161 p ₃₋₅ =0,8207 p ₄₋₅ =0,0103
АО, мм	30,5 (27±32) 31 (29±33)	32 (29±33)	30 (27±31)	34,5 (32±36)	29 (27,5±30)	p ₁₋₂ =0,2185 p ₁₋₃ =0,4500 p ₁₋₄ =0,0002 p ₂₋₃ =0,0326 p ₂₋₄ =0,0022 p ₃₋₄ =0,0000	p _{Σ-5} =0,0009 p ₁₋₅ =0,0800 p ₂₋₅ =0,0020 p ₃₋₅ =0,2020 p ₄₋₅ =0,0000

Таблица 1. Продолжение

ПЖ, мм	23,5 (21±24) 24 (21±25)	23 (20±24)	23 (21±25)	25 (23±26)	22 (19,5±23)	p ₁₋₂ =0,4059 p ₁₋₃ =0,8400 p ₁₋₄ =0,0310 p ₂₋₃ =0,3855 p ₂₋₄ =0,0046 p ₃₋₄ =0,1270	p _{Σ-5} =0,0080 p ₁₋₅ =0,0263 p ₂₋₅ =0,1894 p ₃₋₅ =0,0534 p ₄₋₅ =0,0005
ФВ ЛЖ, %	67 (65±71) 68 (64±72)	68 (66±72)	69 (62±71)	68,5 (64±72)	72 (66±76)	p ₁₋₂ =0,3552 p ₁₋₃ =0,8916 p ₁₋₄ =0,5809 p ₂₋₃ =0,4521 p ₂₋₄ =0,8183 p ₃₋₄ =0,6429	p _{Σ-5} =0,0265 p ₁₋₅ =0,0275 p ₂₋₅ =0,1182 p ₃₋₅ =0,0438 p ₄₋₅ =0,1230
УО, мл	81 (72±93) 82 (73±93,5)	82 (77±95)	77 (70±88)	91,5 (81±101)	72,5 (68,5±80)	p ₁₋₂ =0,5536 p ₁₋₃ =0,2092 p ₁₋₄ =0,0276 p ₂₋₃ =0,0353 p ₂₋₄ =0,0943 p ₃₋₄ =0,0009	p _{Σ-5} =0,0021 p ₁₋₅ =0,0232 p ₂₋₅ =0,0027 p ₃₋₅ =0,2813 p ₄₋₅ =0,0002

ров полости и толщины стенок ЛЖ, ММЛЖ у квалифицированных спортсменов, что можно рассматривать как проявление долговременной адаптации и начальные признаки физиологического ремоделирования ЛЖ при интенсивных и продолжительных занятиях спортом.

Как показало настоящее исследование, квалифицированные спортсмены имеют явные отличия по уровню функционального состояния ССС и особенностям кардиогемодинамики, которые определяются не только продолжительностью и интенсивностью, но также направленностью (спецификой) и типом физических нагрузок.

Анализ результатов оценки основных размеров и объемов полостей ЛЖ в зависимости от типа и интенсивности динамических и статических нагрузок обнаружил некоторые особенности в группах высшего спортивного мастерства.

У спортсменов II группы высоко-динамических видов спорта (лыжные гонки, биатлон) выявлено значимое увеличение таких показателей, как КДО 129 (119±141) мл; КСО 44 (40±49) мл; КДР 52 (50±54) мм; КСР 33 (32±35) мм по сравнению с аналогичными параметрами ЛЖ спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, у которых эти показатели при воздействии высокостатических и низкодинамических нагрузок были ниже, и составили соответственно: КДО 119 (108±126) мл, (p=0,0125); КСО 41 (35±47) мл, (p=0,0486); КДР 50 (48±51) мм, (p=0,0324); КСР 32 (30±33) мм, (p=0,0329).

В то время как у спортсменов III группы (пауэрлифтинг) с высокостатическими и низкодинамическими нагрузками структурные изменения характеризовались увеличением ММЛЖ 181,77 (162,92±207,14 г) и иММЛЖ 95,79 (85,14±112,07) г/м² главным образом за счет увеличения толщины стенок сердца. У спортсменов III группы отмечено явное увеличение ТЗСЛЖ 9,5 (9±11) мм и увеличе-

ние ТМЖП 10 (9±10,5) мм, которые превышали толщину стенок ЛЖ спортсменов II группы — ТЗСЛЖ 9 (8,5±10) мм, (p=0,0186) и ТМЖП 9 (9±10) мм, (p=0,0486).

Таким образом, у спортсменов, тренирующихся на выносливость, при длительных динамических физических нагрузках высокой интенсивности обнаруженные изменения ЛЖ связаны преимущественно с изменением его объема. Тогда как интенсивная статическая и низкая динамическая нагрузки у спортсменов, специализирующихся в силовых видах спорта, приводят к увеличению массы миокарда, обусловленной главным образом увеличением толщины стенок сердца.

Спортсмены IV группы (волейбол) отличались не только среднединамическим и низкостатическим типом нагрузки, но и наиболее высокими параметрами морфоструктурных показателей (КДР 53,5 (52±54) мм; ТЗСЛЖ 10 (9±10) мм; ММЛЖ 190,69 (173,23±213,88) г; КДО 141 (131±145) мл; УО 91,5 (81±101) мл в сравнении с аналогичными показателями в других группах, что можно объяснить антропометрическими особенностями (высокий рост 198,8±7,32 см) и характером спортивной деятельности.

Полученные результаты согласуются с данными литературы [4]. Систематические тренировки способствуют развитию у спортсменов адаптационных процессов ССС в ответ на физическую нагрузку [7]. Однако интенсивные динамические и статические виды физической нагрузки приводят к структурному ремоделированию сердца, что требует в некоторых случаях дифференциальной диагностики полученных изменений с патологией ССС [12-14].

Адаптация ССС у спортсменов с высокоинтенсивными динамическими нагрузками связана с выраженным эффективным повышением сердечного выброса. Уровень тренированности и многолет-

Таблица 2

Оценка уровня физической работоспособности и МПК у спортсменов с разной спецификой видов спорта

Показатели	I группа (борьба) n=30	II группа (лыжные гонки, биатлон) n=27	III Группа (пауэрлиф- тинг) n=33	IV группа (волейбол) n=26	V группа (контроль ная) n=20	Уровень значи- мости (P) между I-IV группами	Уровень (P) Значимости между V группой и I-IV группами
PWC ₁₇₀ кгм/ мин	1306,63±252,91	1379,38±281,20	1078,83±265,71	1528,82±309,44	1157,83±277,55	p ₁₋₂ =0,3332 p ₁₋₃ =0,0018 p ₁₋₄ =0,0036 p ₂₋₃ =0,0001 p ₂₋₄ =0,0585 p ₃₋₄ =0,0000	p ₁₋₅ =0,0647 p ₂₋₅ =0,0086 p ₃₋₅ =0,3244 p ₄₋₅ =0,0000
МПК мл/ мин/кг	45,36±7,15	61,70±5,52	39,45±4,37	44,02±4,65	49,82±12,0	p ₁₋₂ =0,0000 p ₁₋₃ =0,00013 p ₁₋₄ =0,4774 p ₂₋₃ =0,0000 p ₂₋₄ =0,0000 p ₃₋₄ =0,0167	p ₁₋₅ =0,0280 p ₂₋₅ =0,0000 p ₃₋₅ =0,00007 p ₄₋₅ =0,0063

няя подготовка оказывают влияние на величину УО ЛЖ, являющегося основным функциональным резервом и эквивалентом выносливости ССС и кислород-транспортного обеспечения организма спортсменов в условиях чрезмерной физической нагрузки. По данным исследования (таблица 1) были установлены статистически значимые различия между показателями УО как при межгрупповом сравнении, так и в сравнении с группой контроля. У спортсменов высокодинамических видов спорта (лыжные гонки, биатлон), тренирующихся на выносливость, уровень УО достигал 82 (77±95) мл и был значительно выше по сравнению с УО спортсменов статических видов спорта (пауэрлифтинг) — 77 (70±88) мл (p=0,0353) и контрольной группы 72,5 (68,5±80) мл (p=0,0021). Увеличение УО у лыжников и биатлонистов обусловлено высокодинамическим типом и интенсивностью физической нагрузки.

По результатам ЭхоКГ не обнаружено нарушений сократительной функции миокарда. Однако ФВ ЛЖ у спортсменов с начальной подготовкой была выше по сравнению с группой спортивного мастерства — 72 (66±76) vs 68 (64±72) (p=0,0265), что можно рассматривать как адаптивный механизм экономизации сердечной деятельности. Показатели диастолической функции ЛЖ не имели статистических значимых различий при межгрупповом сравнении.

Анализ показателей физической работоспособности спортсменов по тесту PWC₁₇₀ и аэробного энергообразования по уровню МПК выявил статистически значимые различия в группах сравнения в зависимости от вида спорта (таблица 2).

Наиболее высокие показатели аэробной производительности по данным МПК наблюдались у спортсменов, развивающих выносливость. Уровень МПК во II группе составил (61,70±5,52 мл/мин/кг) и был значительно выше, чем в других

группах, что отражало высокую эффективность работы ССС этих спортсменов в сравнении с I группой — 45,36±7,15 мл/мин/кг (p=0,0000), III — 39,45±4,37 мл/мин/кг (p=0,0000), IV — 44,02±4,65 мл/мин/кг (p=0,0000) и группой контроля — 49,82±12,0 мл/мин/кг (p=0,0000). Наиболее высокие показатели уровня физической работоспособности наблюдались во II — Тест PWC₁₇₀ 1379,38±281,20 кгм/мин и в IV — PWC₁₇₀ 1528,82±309,44 кгм/мин группах по сравнению с показателями в III группе — PWC₁₇₀ 1078,83±265,71 кгм/мин (p=0,0001) и контрольной группе — PWC₁₇₀ 1157,83±277,55 кгм/мин (p=0,0086).

Заключение

Анализ проведенного исследования спортсменов различных видов спорта показал, что систематические занятия спортом в зависимости от направленности, типа и интенсивности физических нагрузок, стажа тренировочного процесса оказывают влияние на особенности внутрисердечной гемодинамики и способствуют появлению ранних морфоструктурных изменений сердца. Обнаруженные значимые различия геометрических параметров сердца между спортсменами с начальной подготовкой и квалифицированными атлетами, свидетельствуют о повышенной нагрузке на функциональное состояние ССС, возрастающей параллельно с увеличением стажа тренировок и спортивного мастерства спортсменов, несмотря на то, что показатели морфоструктуры и внутрисердечной гемодинамики во всех группах оставались в пределах физиологической нормы.

У спортсменов с преобладанием динамических физических нагрузок высокой интенсивности, тренирующихся на выносливость, морфоструктурные изменения характеризуются расширением полости ЛЖ. При высокоинтенсивных статических и низко-

динамических нагрузках у атлетов, тренировочный процесс которых направлен на развитие силы, морфоструктурные изменения отличаются увеличением ТЗСЛЖ и ТМЖП без значительного увеличения размеров полости ЛЖ.

Наиболее высокий уровень функциональных резервов гемодинамики по данным показателей УО ЛЖ и МПК наблюдается у квалифицированных спортсменов, тренирующихся на выносливость (лыжные гонки, биатлон), по сравнению со спортсменами, развивающими скоростно-силовые и силовые качества (вольная борьба, дзюдо, пауэрлифтинг), у которых ССС работает в энергетически более напряженном режиме. В связи с этим для спортсменов силовых видов спорта с высокой интенсивностью статических нагрузок в тренировочный процесс рекомендуется включать и динамические упражнения, развивающие общую выносливость, что, прежде всего, увеличивает физическую работоспособность и максимальное потребление кислорода.

Таким образом, изучение влияния интенсивности динамических и статических физических нагруз-

зок на показатели внутрисердечной гемодинамики, морфоструктуры сердца и физической работоспособности является определяющим в оценке адаптационного потенциала ССС квалифицированных спортсменов. В зависимости от типа и интенсивности нагрузки адаптивные механизмы имеют свои особенности. Полученные данные могут быть использованы для своевременного внесения коррективов в режим физических тренировок и в управление тренировочно-соревновательным процессом у спортсменов разных видов спорта при достижении высоких результатов.

ЭхоКГ и ВЭМ должны быть включены в перечень обязательных диагностических методов исследования, обеспечивающих систематический динамический контроль показателей ССС спортсменов высших достижений, что особенно важно для выявления ранних признаков дезадаптации и перетренированности при многолетних занятиях спортом и разработки дифференцированных подходов к реабилитационным мероприятиям в соответствии со спецификой вида спорта, типом и интенсивностью физических нагрузок.

Литература

1. Sports medicine: National Guide. Mironov SP, Polyayev BA, Makarova GA, eds. M.: GEOTAR-Media 2013; 1184 p. Russian (Спортивная медицина: Национальное руководство / под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова, проф. Б.А. Поляева, проф. Г.А. Макаровой. М.: ГЭОТАР-Медиа 2013; 1184 с).
2. Mikhailova AV, Smolensky AV. Overexertion of athlete's heart. Exercise Therapy and Sports Medicine 2009; 72(12): 26-32. Russian (Михайлова А.В., Смоленский А.В. Перенапряжение спортивного сердца. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2009; 72 (12): 26-32).
3. Guidelines on quantitative assessment of structure and function of chambers of heart. Russ J Cardiol 2012; 3(95): 1-28. Russian (Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. Российский кардиологический журнал 2012; 3 (95): 1-28).
4. Smolensky AV, Mikhailova AV, Borisova YuA, et al. Features of physiological remodeling of athlete's heart. Exercise Therapy and Sports Medicine 2012; 102(6): 9-14. Russian (Смоленский А.В., Михайлова А.В., Борисова Ю.А. и др. Особенности физиологического ремоделирования спортивного сердца. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2012; 102 (6): 9-14).
5. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. Circulation 2006; 114 (15): 1633-44.
6. Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 2005; 26 (5): 516-24.
7. National guidelines on eligibility of athletes with deviations from the side of cardiovascular system for training-competitive process. Rational Pharmacotherapy in Cardiology 2011; 7(6):2-60. Russian (Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу. Рациональная фармакотерапия в кардиологии 2011; 7 (6): 2-60).
8. Gavrilova EA. Athlete's heart. Stressor cardiomyopathy. M.: Sovetskij sport 2007; 200 p. Russian (Гаврилова Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия. М.: Советский спорт 2007; 200 с).
9. Garganeva NP, Taminova IF, Vorozhtsova IN. Diagnostics of early markers of state of maladaptation of cardiovascular system to load in athletes in preparatory and competitive periods of educational-training cycle. Kubanskiy nauchnyi meditsinskiy vestnik 2010; 122(8): 46-50. Russian (Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н. Диагностика ранних маркеров состояния дезадаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам у спортсменов в подготовительном и соревновательном периодах учебно-тренировочного цикла. Кубанский научный медицинский вестник 2010; 122 (8): 46-50).
10. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van. Camp. SP. Task Force 8: classification of sports. JACC 2005; 45 (8): 1364-7.
11. Belotserkovsky ZB. Ergometric and cardiological criteria of physical efficiency in athletes. M.: Sovetskij sport 2005; 312 p. Russian (Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт 2005; 312 с).
12. Sirotnin AB, Belozeroval LM, Shchepina GM. Features of male heart morphology with different level of motor activity. Exercise Therapy and Sports Medicine 2010; 75(3): 21-4. Russian (Сиротин А.Б., Белозерова Л.М., Щепина Г.М. Особенности морфологии сердца мужчин с различным уровнем двигательной активности. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2010; 75 (3): 21-4).
13. Didur MD. Prognostic significance of myocardial hypertrophy in athletes of high sports qualifications. Exercise Therapy and Sports Medicine 2010; 83(12):25-33. Russian (Дидур М.Д. Прогностическое значение гипертрофии миокарда у спортсменов высоких спортивных квалификаций. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2010; 83 (12): 25-33).
14. Nottin S, Doucende G, Schuster-Beck I, et al. Alteration in left ventricular normal and shear strains evaluated by 2D-strain echocardiography in the athlete's heart. The Journal of Physiology 2008; 586: 4721-33.