

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ РАЗНЫХ ВИДОВ СПОРТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ И ТИПА ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Н.П. Гарганеева¹, И.Ф. Таминова^{1,2}, И.Н. Ворожцова³, Н.А. Бурматов²

¹ГБОУ ВПО "Сибирский государственный медицинский университет" Минздрава России, Томск

²МКУ "Врачебно-физкультурный диспансер", Нижневартовск

³ФГБУ "НИИ кардиологии" СО РАМН, Томск

E-mail: garganeyeva@mail.tomsknet.ru

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM AMONG QUALIFIED ATHLETES FROM DIFFERENT SPORTS DEPENDING ON TRAINING LOAD AND EXERCISE TYPE

N.P. Garganeeva¹, I.F. Taminova^{1,2}, I.N. Vorozhtsova³, N.A. Burmatov²

¹Siberian State Medical University, Tomsk

²Sports Medicine Center, Nizhnevartovsk

³Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Cardiology" of Siberian Branch under the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk

В работе было изучено влияние разных видов спорта в зависимости от интенсивности и типа двигательной активности на физическое развитие и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) квалифицированных спортсменов. Обследовано 86 спортсменов, специализирующихся в течение 5–15 лет в таких видах спорта, как биатлон, лыжные гонки, борьба, пауэрлифтинг, волейбол. Выявлена специфика взаимосвязи показателей функциональной конституции, кардиогемодинамики и аэробной производительности у спортсменов в зависимости от выраженности статических и динамических физических нагрузок. Установлено, что у спортсменов, которые для развития выносливости сочетают высоко интенсивные динамические и средне-статические физические нагрузки (занимающиеся лыжными гонками и биатлоном), степень адаптации ССС наиболее высока по сравнению со спортсменами, тренирующими силу, быстроту и ловкость (борьба, пауэрлифтинг). В тренировочном процессе последних присутствуют преимущественно высоко-статические и динамические нагрузки низкой интенсивности. Таким образом, тренировки и упражнения аэробной направленности, развивающие общую выносливость спортсменов, оказывают стимулирующее влияние на функции ССС, увеличивают максимальное потребление кислорода и физическую работоспособность.

Ключевые слова: квалифицированные спортсмены, интенсивность и тип физических нагрузок, кардиогемодинамика, физическая работоспособность.

The objective of the study was to elucidate the effects of training load and exercise type on physical development and cardiovascular system (CVS) functioning in the qualified athletes from different sports. A total of 86 athletes with 5 to 15 years of training experience in biathlon, cross-country skiing, wrestling, powerlifting, and volleyball were examined. The interrelations between the functional types, cardiohemodynamic parameters, and aerobic performance in athletes were determined in relation to intensity of static and dynamic exercises. Data of the study showed that the level of CVS adaptations was the highest among the athletes who trained for endurance combining vigorous-intensity dynamic and moderate-intensity static physical exercises (cross-country skiing and biathlon) in comparison with the athletes who trained for strength, speed, and agility (wrestling and powerlifting). The workout sessions of wrestlers and powerlifters predominantly consisted of the highly static and low-intensity dynamic exercises. Our results suggest that the aerobic exercise workouts contributing to athletic endurance exert stimulating effects on the CVS functions and increase maximal oxygen uptake and athletic performance.

Key words: qualified athletes, intensity and type of physical activity, cardiohemodynamics, athletic performance.

Введение

Оценка функционального состояния организма, в котором значимая роль принадлежит уровню адаптации сердечно-сосудистой системы (ССС), представляет собой одну из серьезных проблем подготовки квалифицированных спортсменов. Выявление ранних маркеров дезадаптации сердца к физическим нагрузкам и снижение функциональных возможностей ССС свидетельствуют о на-

рушении состояния тренированности спортсменов, ведущем к снижению роста спортивного мастерства [2, 6].

Направленность тренировочного процесса является главным фактором в организации функции аппарата кровообращения. В связи с этим в современных рекомендациях по классификации видов спорта их подразделяют в зависимости от интенсивности нагрузки (низкая, умеренная и высокая) и ее типа (статическая или динамическая).

кая). При этом интенсивность физической нагрузки определяется по степени потребления кислорода тканями [10].

Вопросы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний и врачебной тактики являются особенно актуальными на этапе отбора лиц для занятий спортом высоких достижений и при необходимости принятия экспертных решений о допуске к участию квалифицированных спортсменов в спортивных соревнованиях. При этом необходимо учитывать все резервные возможности организма спортсменов, стремящихся улучшить свои спортивные достижения [4, 5, 9]. Значительный вклад в решение данной проблемы вносят «Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны ССС к тренировочно-соревновательному процессу», основанные на международных стандартах медицинских документов (2011) [7].

Цель исследования: провести сравнительную оценку влияния типа и интенсивности нагрузки на физическое развитие и функциональное состояние ССС квалифицированных спортсменов, тренирующихся в разных видах спорта.

Материал и методы

На базе врачебно-физкультурного диспансера обследовано 86 спортсменов (все мужчины, средний возраст – $21,92 \pm 0,50$ года), специализирующихся в таких видах спорта, как биатлон, лыжные гонки, борьба, пауэрлифтинг, волейбол, и имеющих спортивную квалификацию от первого взрослого разряда до мастера спорта международного класса. Стаж спортивной подготовки спортсменов составил от 5 до 15 и более лет, что соответствует этапам спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства. Спортсменов подразделили на группы диспансерного наблюдения в соответствии со спецификой вида спорта. У спортсменов I группы ($n=20$) тренировочный процесс был направлен на развитие выносливости (лыжные гонки, биатлон). Спортсмены II группы ($n=24$) занимались видами спорта, развивающими скоростно-силовые качества (борьба). В III группу вошли спортсмены ($n=21$), тренирующиеся на развитие силы (пауэрлифтинг). В IV группу ($n=21$) включили лиц, занимающихся спортивными играми (волейбол), развивающими ловкость и быстроту. Продолжительность тренировок спортсменов всех групп составляла 2–4 ч в день с частотой 5–7 раз в неделю. В зависимости от типа и интенсивности динамических нагрузок к высоко-динамичным видам спорта отнесены лыжные гонки и биатлон, к средне-динамичным – борьба и волейбол, к низко-динамичным – пауэрлифтинг. В свою очередь по степени статических нагрузок к высоко-статическим видам спорта причислены борьба и пауэрлифтинг; к средне-статическим – лыжные гонки и биатлон; к низко-статическим – волейбол (классификация J.H. Mitchell et al., 2005) [7, 10].

Для определения уровня физического развития и особенностей ССС у спортсменов в покое измерялись антропометрические показатели – рост (см), вес (кг), окружность грудной клетки (ОГК, см). Рассчитывали индекс

массы тела (индекс Кетле, $\text{кг}/\text{м}^2$). Показатели центральной гемодинамики регистрировали на реоанализаторе «Кредо» фирмы «ДНК» (Тверь). Оценивали: ударный объем сердца (УОС, мл), рассчитывали ударный индекс (УИ, $\text{мл}/\text{м}^2$), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), сердечный индекс (СИ, л/мин/ м^2), общее периферическое сопротивление (ОПС, $\text{дин}/\text{с}/\text{см}$), среднее гемодинамическое артериальное давление (СГ АД, мм рт. ст.). В зависимости от величины полученного значения СИ (отношение минутного объема крови к единице поверхности тела) реоанализатор автоматически определял тип гемодинамики: гипокINETический, эукинетический, гиперкинетический. ГипокINETический тип кровообращения (ГТК) характеризуется низким СИ и высокими значениями ОПС; гиперкинетический (ГрТК) – высоким СИ и низкими значениями ОПС, эукинетический тип (ЭТК) – средними значениями СИ и ОПС (Н.Н. Савицкий, 1976) [3]. Общую физическую работоспособность (проба PWC_{170}) тестировали на велоэргометре «Cardiosoft» фирмы Marguette (Германия). В ходе велоэргометрии (ВЭМ) оценивали физическую работоспособность в ($\text{кгм}/\text{мин}$) по методике В.Л. Карпмана, а также уровень максимального потребления кислорода (МПК, $\text{мл}/\text{мин}/\text{кг}$), реакцию артериального давления (АД), регистрировали клинические и ЭКГ-признаки ишемии миокарда.

Статистический анализ материала проводился при помощи пакета программ STASOFT STATISTICA 6.0. Показатели представлены средними значениями в виде средних выборочных значений ($M \pm m$). Сравнение количественных показателей по группам проводили с использованием непараметрического критерия Крускала–Уоллиса (Kruskal–Wallis) и Манна–Уитни. Статистически значимыми считали отличия при уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Антропометрическое исследование выявило ряд статистически значимых различий показателей физического развития у спортсменов в зависимости от типа и интенсивности физической нагрузки. Отмечены более низкие показатели массы тела, окружности грудной клетки, индекса массы тела у лыжников и биатлонистов по сравнению с группами спортсменов, занимающихся борьбой, пауэрлифтингом, волейболом. Обнаруженные различия в группах можно объяснить антропометрическими особенностями атлетов и спецификой отбора спортсменов в зависимости от видов спорта (табл. 1).

Известно, что высоко-статические физические нагрузки, направленные на развитие силы, способствуют увеличению мышечной массы тела. В связи с этим у борцов и лиц, занимающихся пауэрлифтингом, определялись более высокие показатели индекса массы тела и показатели СГД, что во многом обусловлено повышенной массой тела и индекса Кетле спортсменов II и III групп, в сравнении с I группой, где тренировочные занятия развивали выносливость.

Распределение спортсменов по типам гемодинамики показало, что наибольшее число среди 86 обследуемых было с гиперкинетическим типом – 40 чел. (46,5%). Из них этот тип гемодинамики установлен во II группе у 14

Таблица 1

Сравнительная характеристика антропометрических данных и показателей центральной гемодинамики у квалифицированных спортсменов с разной спецификой видов спорта

Показатели	I группа (лыжи, биатлон), n=20	II группа (борьба), n=24	III группа (пауэрлифтинг), n=21	IV группа (волейбол), n=21	p
Рост, см	177,70±4,08	174,67±10,00	174,52±7,20	196,83±8,50	<0,00001
Вес, кг	68,09±7,57	80,63±17,45	82,87±2,25	88,79±12,28	<0,00001
ОГК в покое, см	89,26±5,45	97,53±8,15	96,71±6,43	96,58±7,02	<0,00001
Индекс Кетле кг/м ²	21,02±0,33	26,25±0,65	26,74±0,48	22,71±0,32	<0,00001
УОС, мл	74,95±16,43	97,69±18,43	95,79±20,96	97,03±19,03	<0,00001
УИ, мл/м ²	41,52±8,44	49,77±7,84	48,94±10,22	44,45±6,87	0,0020
МОК, л/мин	4789,08±985,64	6023,15±1518,39	6991,97±1644,90	5748,69±1109,44	<0,00001
СИ, л/мин/м ²	2658,06±538,74	3071,39±750,58	3560,12±742,43	2650,82±452,31	<0,00001
ОПС, дин/с/см	1481,88±296,86	1286,89±282,63	1088,72±273,83	1284,00±276,24	<0,00001
СГД мм рт. ст.	84,52±7,28	92,03±8,22	90,78±6,48	88,71±8,87	0,0020

Примечание: уровень значимости различий (p) при одновременном сравнении всех четырех групп с использованием критерия Kruskal-Wallis. ОКГ – окружность грудной клетки; УОС – ударный объем сердца (мл); УИ – ударный индекс (мл/м²); МОК – минутный объем кровообращения (л/мин); СИ – сердечный индекс (л/мин/м²); ОПС – общее периферическое сопротивление (дин/с/см); СГД – среднее гемодинамическое давление (мм рт. ст.).

Таблица 2

Оценка уровня физической работоспособности, максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов разных видов спорта в зависимости от типа и интенсивности физических нагрузок

Показатели	I группа (лыжи, биатлон)	II группа (борьба)	III группа (пауэрлифтинг)	IV группа (волейбол)	Уровень значимости (p) различий между группами
RWC _{max} кг/мин	1432,20±51,11	1362,71±49,50	1119,36±44,87	1533,85±61,86	P _{1-2,1-3,2-4,3-4} <0,05
Уровень (p)			p<0,00001		
МПК мл/мин/кг	64,69±1,53	46,39±1,37	39,72±0,83	44,69±1,16	P _{1-2,1-3,2-3,1-4,2-4} <0,05
Уровень (p)			p<0,00001		

Примечание: уровень значимости (p<0,00001) при одновременном сравнении всех четырех групп по критерию Крускала-Уоллиса. Межгрупповые статистически значимые различия приведены по критерию Манна-Уитни (p<0,05).

(16,3%), в III – у 13 (15,1%), в IV – у 9 (10,5%), а в I группе – всего у 4 (4,6%) (p<0,05). Эукинетический тип выявлен у 34 чел. (39,5%). При этом наибольшее число случаев оказалось у спортсменов I группы – 15,2%, тогда как во II, III и IV группах эукинетический тип (ЭТК) составил 8,1% случаев в каждой (p<0,05). Спортсменов с гипокинетическим типом кровообращения было всего 12 чел. (14%). Из них в I и II группе – по 3,5% случаев, в III – 1,2% и IV группе – 5,8%. Следовательно, ГрТК преимущественно встречался у спортсменов с преобладанием высоких статических нагрузок (борьба, пауэрлифтинг), тогда как ЭТК – у спортсменов с преобладанием высоких динамических нагрузок (лыжные гонки, биатлон).

Сравнение показателей гемодинамики в группах (табл. 1) установило статистически значимые различия параметров в зависимости от направленности тренировочного процесса. Более высокие резервные возможности ССС наблюдались у спортсменов I группы с высоко-динамическим типом нагрузки, тренирующихся на “выносливость”. Это подтверждалось снижением показателей УОС, УИ, МОК, СИ, СГД у спортсменов I группы и значительным повышением указанных параметров у спортсменов во II и III группах с высоко-статическим типом нагрузок (p<0,005). У спортсменов игровых видов с меньшей интенсивностью динамических нагрузок (IV группа) также наблюдалось превышение показателей УОС, УИ, МОК в сравнении с I группой (лыжи, биатлон), что в ряде случаев соответствовало ГрТК. У спортсменов I группы уровень ОПС был значительно выше (1481,88±296,86 дин/с/см) по сравнению с ОПС спортсменов II группы, III группы и IV группы (1286,89±282,63, 1088,72±273,83, 1284,00±276,24 дин/с/см соответственно, p<0,00001).

Все типы гемодинамики могут рассматриваться как варианты физиологической нормы, обеспечивающие возможность правильной адаптации к тренировочным нагрузкам без патологических прояв-

лений в зависимости от конституциональных особенностей спортсмена и направленности тренировочного процесса. Однако функционально более выгодными, с точки зрения адаптации к физическим нагрузкам, являются зукинетический и гипокинетический типы. При данных видах кровообращения ССС обладает большим динамическим потенциалом, обеспечивая наиболее экономичную деятельность сердца [3].

Выявленные различия показателей гемодинамики взаимосвязаны с влиянием типа и интенсивности физических нагрузок в исследуемых группах. Поскольку основным фактором регуляции МОК является потребность организма в кислороде, то увеличение кислородтранспортных способностей крови должно вести к увеличению резервных возможностей миокарда и более экономичному режиму работы сердца в покое. Можно также создать условия, при которых достигается снижение МОК и, тем самым, усиливается «выносливость» спортсменов.

Физическая работоспособность – это интегральный показатель, характеризующий конечный результат адаптивных изменений в организме человека, его физические возможности [1, 8]. Анализ показателей физической работоспособности по тесту PWC_{170} , позволяющий при проведении ВЭМ-пробы оценить аэробное энергообразование по уровню МПК, выявил статистически значимые различия в сравниваемых группах спортсменов в зависимости от вида спорта (табл. 2). Наиболее высокие показатели физической работоспособности установлены у спортсменов I группы ($PWC_{170} 1432,20 \pm 51,114$ кгм/мин), а также у спортсменов IV группы ($PWC_{170} 1533,85 \pm 61,856$ кгм/мин), в сравнении с показателями физической работоспособности спортсменов II группы ($PWC_{170} 1362,71 \pm 49,502$ кгм/мин) и III групп ($PWC_{170} 1119,36 \pm 44,869$ кгм/мин), $p < 0,05$.

Полученные результаты свидетельствовали об эффективности работы кардиореспираторной системы у спортсменов динамических видов спорта (лыжные гонки, биатлон) в отличие от тех, кто занимался статическими видами (борьба, пауэрлифтинг). Высокие показатели физической работоспособности у волейболистов обусловлены не только характером спортивной деятельности, но также их антропометрическими особенностями, что подтверждается данными литературы [1].

Высокие показатели аэробной производительности по данным МПК наблюдались у спортсменов, развивающих выносливость. Уровень МПК в I группе составил $64,69 \pm 1,53$ мл/мин/кг, что отражало высокую эффективность работы ССС. У спортсменов из групп, развивающих скоростно-силовые качества, силу, а также в группе игровых видов спорта отмечено снижение МПК до $46,39 \pm 1,37$, $39,72 \pm 0,83$, $44,69 \pm 1,16$ мл/мин/кг соответственно ($p < 0,00001$). Это свидетельствовало об аэробной недостаточности тренировочного процесса и недостаточном развитии выносливости.

Заключение

Результаты проведенных нами исследований показали, что адаптация к физическим нагрузкам зависит от направленности тренировочного процесса и имеет свою

специфику, обусловленную типом и интенсивностью физической нагрузки. Более высокая эффективность работы ССС (показатели физической работоспособности, МПК и кардиогемодинамики) отмечена у спортсменов, тренирующих выносливость по сравнению со спортсменами, развивающими силу, быстроту и ловкость. Если у первых в тренировочном процессе преобладает сочетание высокоинтенсивных динамических и средне-статических физических нагрузок (лыжные гонки, биатлон), то у вторых в процессе тренировки преобладают упражнения с преимущественно высоко-статическими нагрузками и низкой интенсивностью динамичности (борьба, пауэрлифтинг).

Тренировочный процесс спортсменов I группы положительно воздействовал на физическую работоспособность. Вероятно, это связано с тем, что высокая интенсивность динамической нагрузки увеличивала физическую работоспособность и максимальное потребление кислорода. Последнее предположение подтверждалось снижением минутного объема кровообращения, повышением общего периферического сопротивления и аэробной производительности. Полученные данные позволяют заключить, что лыжники и биатлонисты обладают большими резервными возможностями, в отличие от спортсменов, занимающихся борьбой, пауэрлифтингом, волейболом, у которых ССС работает в энергетически напряженном режиме.

Сниженный уровень аэробных возможностей по данным МПК во II, III, IV группах объясняется тем, что мышечная работа спортсменов в скоростно-силовых, силовых и игровых видах спорта осуществляется преимущественно в анаэробных и анаэробно-аэробных условиях. В связи с этим для спортсменов с высоко-статическим типом нагрузок и недостаточной интенсивностью динамических нагрузок, наряду с подготовкой к работе в анаэробных условиях, необходим дифференцированный подбор тренировочных нагрузок, способствующих развитию системы кислородного обеспечения организма и восстановлению систем адаптации.

Тренировки и упражнения аэробной направленности, развивающие общую выносливость квалифицированных спортсменов, оказывают стимулирующее влияние на функции ССС, что прежде всего увеличивает физическую работоспособность и максимальное потребление кислорода.

Литература

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Гаврилова Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия. – М.: Советский спорт, 2007. – 200 с.
3. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина. – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.
4. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.
5. Кудря О.Н. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной деятельности юных спортсменов, занимающихся различными видами спорта // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 8 (96). –

- С. 36–40.
6. Михайлова А.В., Смоленский А.В. Кардиальные факторы, лимитирующие физическую работоспособность спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 7 (67). – С. 22–26.
 7. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечнососудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу / Объединенная рабочая группа по подготовке рекомендаций Всероссийского научного общества кардиологов, Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии, Ассоциации детских кардиологов России // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2011. – Т. 7, № 6, прил. – С. 2–60.
 8. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека. – 2007. – Т. 3, № 3. – С. 81–99.
 9. Maron B. J. Sudden death in young athletes // N. Engl. J. Med. – 2003. – Vol. 349. – P. 1064–1075.
 10. Mitchell J.H., Haskell W., Snell P. et al. Task Force 8: classification of sports // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 45, No. 8. – P. 1364–1367.

Поступила 19.07.2012

Сведения об авторах

Гарганеева Наталья Петровна, докт. мед. наук, профессор кафедры поликлинической терапии ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.

Адрес: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2.

E-mail: garganeyeva@mail.tomsknet.ru

Таминова Ирина Фанилевна, врач по спортивной медицине Муниципального казенного учреждения “Врачебно-физкультурный диспансер”.

Адрес: 628615, Тюменская область, Ханты-мансийский автономный округ – Югра, г. Нижневартовск, ул. Спортивная, 19.

E-mail: albina.146@mail.ru.

Ворожцова Ирина Николаевна, докт. мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ФГБУ “НИИ кардиологии” СО РАМН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: abv@mail.tomsknet.ru.

Бурматов Никита Александрович, канд. мед. наук, главный врач Муниципального казенного учреждения “Врачебно-физкультурный диспансер”.

Адрес: 628615, Тюменская область, Ханты-мансийский автономный округ – Югра, г. Нижневартовск, ул. Спортивная, 19.

E-mail: nburmatov@yandex.ru.