

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ BIOLOGICAL SCIENCES

УДК 796.01:612
ББК 75.0
П 43

Погодина С.В.

Кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой спорта и физического воспитания Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь, e-mail: sveta_pogodina@mail.ru

Юферев В.С.

Кандидат биологических наук, ст. преподаватель кафедры спорта и физического воспитания Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Симферополь

Алексянц Г.Д.

Доктор медицинских наук, профессор, проректор по научно-исследовательской работе Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: alexanyanc@mail.ru

Физиологические особенности сердечно-сосудистой системы у спортсменов мужского пола в возрасте 17-46 лет (Рецензирована)

Аннотация. Представлены результаты исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов и нетренированных лиц мужского пола в возрасте 17-46 лет. Установлено, что функциональные изменения в сердечно-сосудистой системе спортсменов обусловлены возрастными процессами и спецификой долговременной адаптации. Показаны различные варианты организации функционального состояния сердечно-сосудистой системы в условиях покоя и при выполнении дозированных физических нагрузок. Повышение уровня функциональных резервов сердечно-сосудистой системы наиболее выражено у спортсменов I периода зрелого возраста, представителей циклических видов спорта, у которых наблюдалась экономизация энергетических трат при расширении функциональных резервов миокарда. В группе II периода зрелого возраста отмечено снижение вариабельности ритма сердца, при этом у спортсменов циклических видов спорта оно сочетается с повышением индекса напряжения, а у тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, – со снижением мощности высокочастотного спектра. В то же время у последних работоспособность левого желудочка во время дозированной физической нагрузки значительно отстает от роста минутного объема кровотока. У нетренированных лиц увеличение минутного объема кровотока во время стандартной нагрузки сопровождается снижением работоспособности левого желудочка, что может рассматриваться как реакция, связанная с утомлением. Выявлена ареактивность на стандартную нагрузку со стороны систолического и диастолического артериального давления в группе спортсменов циклических видов спорта, в то же время в группе спортсменов в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, во время стандартной и специфической пробы отмечены гиперкинетические реакции. В условиях применения физических нагрузок показана взаимосвязь вазосимпатического индекса и минутного объема кровотока, что свидетельствует о прямой зависимости вазосимпатического баланса с интенсивностью кровообращения у 40-46 летних спортсменов, тренирующихся в циклических видах спорта. В группе спортсменов 40-46 лет в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, выявлена тесная зависимость гемодинамических параметров от показателей вариабельности. В группе нетренированных лиц 40-46 летнего возраста отмечена зависимость показателей вариабельности ритма сердца со степенью расслабления миокарда.

Ключевые слова: спортсмены, сердечно-сосудистая система, мужчины, юноши, периоды зрелого возраста.

Pogodina S.V.

Candidate of Biology, Associate Professor, Head of the Department of Sport and Physical Training of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, e-mail: sveta_pogodina@mail.ru

Yuferev V.S.

Candidate of Biology, Senior Lecturer of the Department of Sport and Physical Training of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol

Aleksanyants G.D.

Doctor of Medicine, Professor, Vice Rector for Scientific Work of the Kuban State University of Physical Training, Sport and Tourism, Krasnodar, e-mail: alexanyanc@mail.ru

Physiological features of cardiovascular system of male athletes in the age range of 17-46 years

Abstract. *The paper presents the results of a study of the cardiovascular system in athletes and untrained males at the age of 17-46 years. Functional changes in cardiovascular system of athletes are caused by age processes and specifics of long-term adaptation. The work shows various variants of the organization of a functional condition of cardiovascular system at rest and when performing the dosed physical activities. Increased functional reserve of cardiovascular system is most pronounced at athletes of period I of mature age, coaching endurance at whom the economization of energy expenditure at expansion of functional reserves of a myocardium was observed. In group of period II of mature age decreased variability of heart rate is noted; at athletes coaching endurance it is combined with increase of stress index, and at athletes coaching force it is combined with power reduction of a high-frequency spectrum. At the same time, at the latter, operability of the left ventricle during the dosed physical activity considerably lags behind growth of minute volume of blood flow. At untrained persons the increased minute volume of blood flow during standard loading is followed by decrease in operability of the left ventricle which can be regarded as an inadequate response associated with fatigue. Spotted unresponsiveness to the standard load by systolic and diastolic blood pressure in a group coaching endurance is noted, while in group coaching force during standard and specific probe, hyperkinetic reactions are noted. In the conditions of application of physical activities, the interrelation of a vagosympathetic index and minute volume of blood flow is shown that testifies to direct dependence of vagosympathetic balance with intensity of blood circulation at 40-46 year-old athletes coaching endurance. In group of athletes of 40-46 years coaching force, close dependence of the hemodynamic parameters on the performance variability is revealed. In group of 40-46 year-old untrained persons, dependence of indicators of heart rate variability on the degree of myocardial relaxation is noted.*

Keywords: *athletes, cardiovascular system, men, young men, periods of mature age.*

Функциональные возможности сердечно-сосудистой системы (ССС) определяются особенностями вегетативных регулирующих влияний в различные периоды онтогенеза и широко варьируют как по отношению к эндогенным медиаторам, так и по характеру сосудистых реакций на физические раздражители [1, 2]. Изучение изменений, происходящих в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы в процессе онтогенеза, является важной задачей возрастной физиологии. Для решения данной задачи в условиях спортивной деятельности наиболее часто применяемым методологическим подходом являлось изучение функциональных изменений сердечно-сосудистой системы спортсменов в направлении от неустойчивой адаптации к резервной стадии долговременной адаптации на фоне возрастного развития [3-9]. Тогда как в направлении от резервной стадии долговременной адаптации к стадии утраты функциональных резервов на фоне инволюционных процессов в организме спортсменов данная проблема рассматривалась крайне редко [10] и целенаправленно не изучалась. В связи с этим основной *целью работы* явилось изучение функционального состояния изменений в сердечно-сосудистой системе у спортсменов мужского пола в возрасте 17-46 лет. Также для контроля обследованы и нетренированные сверстники.

Методы. В исследованиях приняли участие спортсмены циклических видов и тренирующиеся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, а так же нетренированные лица мужского пола трех возрастных групп: 17-18 (юноши), 22-26 (1 период зрелого возраста) и 40-46 (2 период зрелого возраста) лет. Всего обследовано 180 человек. Исследование сердечно-сосудистой системы проводили с помощью реографического метода [11] при помощи прибора ReoCom Standart. Изучали следующие гемодинамические показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); ударный объем крови (УОК, мл); ударный индекс (УИ, мл/кг); минутный объем крови (МОК, л/мин); сердечный индекс (СИ, л/мин/м²); общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин·с⁻¹·м⁻⁵); работоспособность левого желудочка (РЛЖ, кгм); систолическое артериальное давление (АД с., мм рт. ст.); диастолическое артериальное давление (АД д., мм рт. ст.). Вариабельность сердечного ритма сердца (ВСР) изучали путем записи ЭКГ, а в частности – ее 5-минутных фрагментов. Для обработки фрагментов применяли статистический, спектральный и геометрический виды анализа [2, 12]. Статистическому анализу были подвергнуты следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); стандартное отклонение средних значений NN интер-

валов (SDANN); квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD, мс); число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс (в %) к общему числу кардиоинтервалов в массиве ($pNN50, n$). Спектральный анализ волновой структуры ритма сердца применялся для определения мощности (mc^2) и соотношения (%) трех видов волн различной частотной характеристики: с высокочастотными колебаниями (HF), низкочастотными колебаниями (LF) и колебаниями очень низкой частоты (VLF). Коэффициент вагосимпатического взаимодействия (LF/HF, %) рассчитывался по отношению средних значений низкочастотного и высокочастотного компонентов ВСР. В качестве исследуемых показателей геометрического анализа использовали моду (Mo) и амплитуду моды (AMo). При обработке ЭКГ методом вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому в качестве основного исследуемого показателя использовали индекс напряжения регуляторных систем (ИН) [13]. Все исследуемые показатели изучались в состоянии покоя и при выполнении велоэргометрического теста ступенчато-повышающейся мощности [4]. Первоначальная нагрузка составляла 50-80 Вт при скорости педалирования 60 об./мин в течение 5 минут. В последующем нагрузку увеличивали до 150-220 Вт. Изучаемые в работе физиологические показатели регистрировались в течение 30 секунд в конце последней минуты каждой ступени нагрузки. Результаты обработаны параметрическими методами математической статистики в адекватной программе «OriginPro 8.5.1».

Результаты. Наибольшая вариабельность ритма сердца выявлена у спортсменов 22-26 лет, что можно связать с высоким уровнем тренированности этих спортсменов. Показатель SDANN достигает диапазона значений равных у представителей видов спорта, направленных на преимущественное развитие силы, и циклических видов спорта соответственно $137,7 \pm 31,67$ и $143,0 \pm 79,13$ мс ($p < 0,01$). У спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, 22-26 лет повышение уровня тренированности сопровождается относительно высоким значением ИН – $74,3 \pm 31,0$ ($p < 0,001$). Снижение вариабельности ритма сердца отмечено в группе 40-46 лет. Так, величины показателей SDANN у спортсменов 40-46 лет – представителей циклических видов спорта и в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы – находились в пределах значений соответственно $50,0 \pm 10,61$ и $73,5 \pm 15,31$ мс ($p < 0,01$). При этом у данной возрастной категории спортсменов, тренирующихся в циклических видах спорта, снижение вариабельности сочетается с повышением индекса напряжения до $131,0 \pm 52,03$ ($p < 0,001$), а тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, – со снижением мощности HF-спектра до $532,24 \pm 166,55$ mc^2 ($p < 0,05$). Показатель LF/HF, характеризующий вагосимпатический баланс, снижался в направлении 16-18→22-26 лет и увеличивался в направлении 22-26→40-46 лет, что свидетельствует о преобладании симпатической активности у спортсменов второго периода зрелого возраста. Подтверждением последнего является и преобладание доли LF-компонента в общую мощность частоты сердечных колебаний у спортсменов 40-46 лет представителей циклических видов спорта до $51,4 \pm 10,41\%$ ($p < 0,05$), а у спортсменов 40-46 лет, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, – до $57,6 \pm 9,39\%$ ($p < 0,05$) в сравнении со спортсменами, находящимися в возрастном диапазоне 16-26 лет. У их нетренированных сверстников выявлена низкая вариабельность ритма сердца в сравнении со спортсменами. Показатель SDANN достигает диапазона значений, равных $35,3 \pm 1,95$ ($p < 0,01$). Также у данной категории мужчин выявлено снижение общей мощности спектра в направлении 22-26→40-46 лет. Показатель LF/HF увеличивался в направлении 16-18→22-26→40-46 лет, что свидетельствовало об увеличении симпатической активности у нетренированных мужчин уже в 22-26 летнем возрасте [12].

Повышение вариабельности после дозированной интенсивной нагрузки отмечено у юношей – представителей циклических видов спорта (увеличение SDANN на 176%), что связано с высокой реактивностью парасимпатической нервной системы в связи с

восстановительными процессами [14]. У спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, и нетренированных юношей изменения ВРС после нагрузки не выявлено. Также не выявлено изменений ВРС после нагрузки у представителей циклических видов спорта 22-26 и 40-46 лет. Такая реакция свидетельствует об устойчивом влиянии вегетативного контура регуляции на миокард. У спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, и нетренированных лиц 22-26 и 40-46 лет отмечено уменьшение ВРС после нагрузки (снижение SDANN соответственно на 54 и 19%), что свидетельствует о высокой степени инерционности регуляторных процессов внутриорганного регулирования сердечной мышцы, основанном на механизме Франка-Старлинга [15].

В условиях применения дозированных физических нагрузок хронотропные эффекты, т.е. повышение вклада ЧСС (до 173%) в прирост МОК, выявлены у спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, и нетренированных лиц юношеского и первого периода зрелого возраста. При этом хронотропность в большей степени была выражена у спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, а хроноинотропная зависимость практически отсутствовала у нетренированных лиц. Повышение хронотропного эффекта отмечено у 40-46-летних спортсменов. Положительные инотропные эффекты, выраженные в значительной доли УО (до 32-38%) в прирост МОК, выявлены у спортсменов юношеского и первого периода зрелого возраста, тренирующихся в циклических видах спорта. Также высокий инотропный эффект отмечен у нетренированных лиц 40-46 лет при сравнительно малой мощности нагрузки (прирост МОК составил 47%). Наибольшая работа, затрачиваемая левым желудочком при увеличении МОК, в группе юношей отмечена у спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы (рис. 1). В группе 22-26 лет у спортсменов – представителей циклических видов спорта – наблюдалась выраженная экономизация энергетических трат при расширении функциональных резервов миокарда. Увеличение энергетических трат при работе левого желудочка (увеличение РЛЖ до 87%) отмечено у нетренированных мужчин 22-26 лет. В группе 40-46 лет у спортсменов – представителей циклических видов спорта – выявлена реакция, связанная с минимальным повышением РЛЖ и МОК во время нагрузки. В группе спортсменов 40-46 лет, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы РЛЖ, увеличивается в 5 раз меньше (всего на 21%), чем МОК, что свидетельствует о низкой степени удовлетворения метаболического запроса. У нетренированных лиц 40-46 лет значительное увеличение МОК сопровождается снижением РЛЖ на 9%, что может рассматриваться как неадекватная реакция, связанная с утомлением.

В группе спортсменов 16-26 лет, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, отмечены гиперкинетические реакции, связанные с выраженным повышением систолического (до $140,5 \pm 6,2$ и $147,2 \pm 4,24$ мм рт. ст., $p < 0,05$) и диастолического (до $89,5 \pm 2,85$ и $93,3 \pm 3,21$ мм рт. ст., $p < 0,05$) АД уже после первых 5 минут стандартной нагрузки. У нетренированных лиц 22-26 отмечена гиперкинетическая реакция на второй ступени нагрузки. В группе 40-46 лет у представителей циклических видов спорта выявлена ареактивность со стороны систолического и диастолического артериального давления (соответственно АД систолическое в покое – $120,7 \pm 3,75$ и во время W_2 нагрузки – $131,8 \pm 6,54$ мм рт. ст., $p > 0,05$; АД диастолическое в покое – $77,3 \pm 2,73$ и во время W_2 нагрузки – $85,5 \pm 3,32$ мм рт. ст., $p > 0,05$). У спортсменов 40-46 лет, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, во время стандартной пробы отмечены гиперкинетические реакции АД (во время W_2 нагрузки АД систолическое – $172,32 \pm 7,76$, $p < 0,05$; АД диастолическое – $106,23 \pm 4,87$, $p < 0,05$). В группе нетренированных лиц 40-46 лет повышение систолического до $178,9 \pm 8,45$ мм рт. ст. ($p < 0,01$) и снижение диастолического АД до $59,8 \pm 4,03$ мм рт. ст. ($p < 0,01$) выявлено на второй ступени нагрузки.

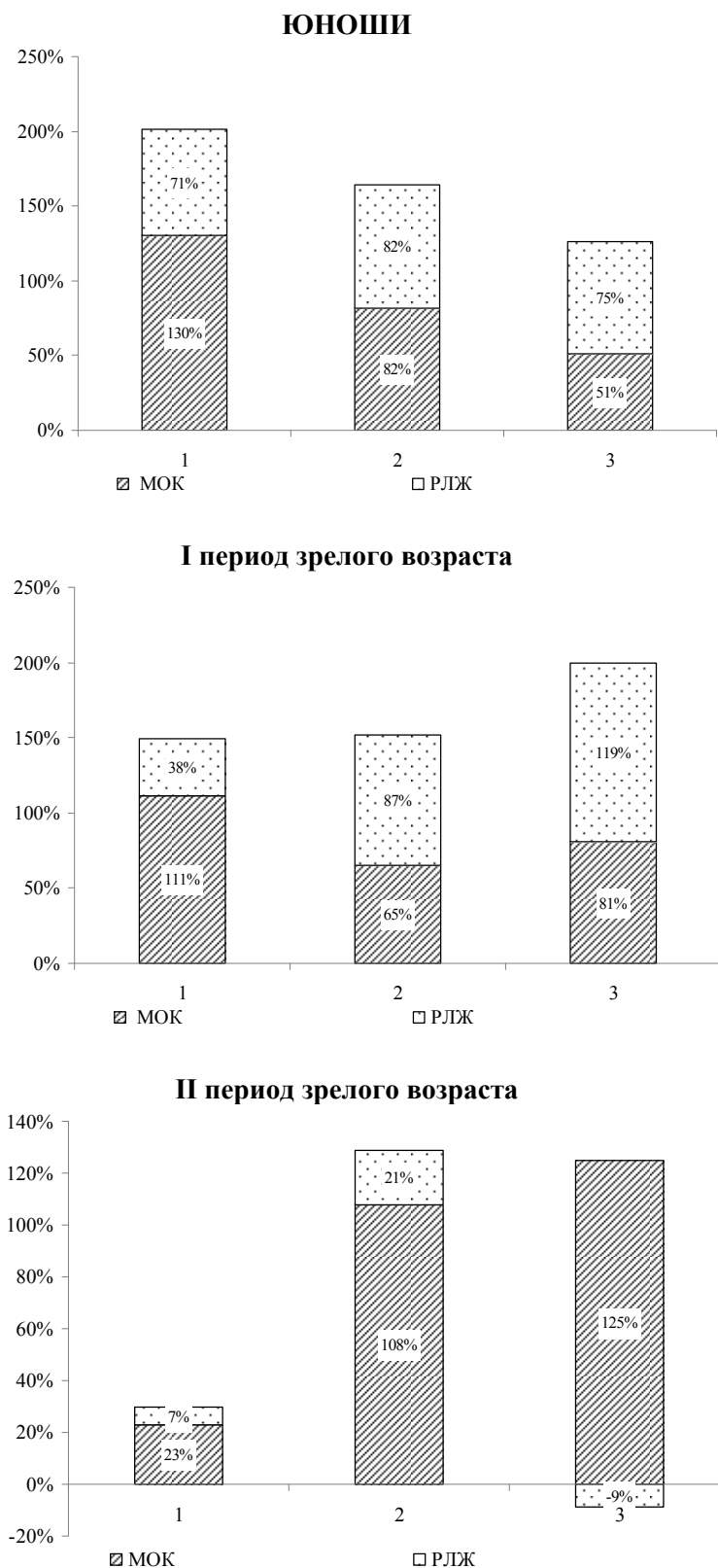


Рис. 1. Возрастная динамика прироста МОК и РЛЖ при субмаксимальной нагрузке у спортсменов и нетренированных лиц мужского пола различного возраста

Примечание: 1 – представители циклических видов спорта;
 2 – представители видов спорта, направленных на преимущественное развитие силы;
 3 – нетренированные лица

Выявлена тенденция наибольших значений суммы всех статистически значимых коэффициентов корреляции в корреляционных матрицах показателей ВРС и гемодинамики у нетренированных мужчин (максимальное значение суммы – 44,60; минимальное – 18,5) относительно спортсменов (максимальное значение суммы – 39,2; минимальное – 11,81) в состоянии покоя. Уменьшение суммы коэффициентов корреляции у тренированных мужчин свидетельствует о снижении жесткости связей в системе в следствие экономизации функций [12]. В условиях выполнения дозированных физических нагрузок суммы коэффициентов корреляции не имеют тесной связи с возрастом. Физическая нагрузка предъявляла различные условия для взаимодействия определенных элементов системы, с целью обеспечения оптимального уровня кровотока. В связи с этим организация функций сердечно-сосудистой системы у спортсменов и нетренированных лиц в возрастном диапазоне 17-46 лет при выполнении дозированных физических нагрузок была связана с различными вариантами взаимосвязи показателей ритма сердца и гемодинамическими параметрами (рис. 2-4). В группе юношей спортсменов в условиях покоя отмечена высокая зависимость показателей ритма сердца и сосудистых реакций. В условиях применения физических воздействий у юношей, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие выносливости, возрастает роль влияния ритмической составляющей на сократительную способность миокарда.

У юношей, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, организация функции ССС в большей степени связана с регуляцией сократительной способности миокарда за счет снижения уровня парасимпатической активности. У нетренированных лиц юношеского возраста отмечена тесная взаимосвязь гемодинамических показателей между собой, что позволяет сделать вывод об активном включении в организацию функций ССС механизма Франка-Старлинга.

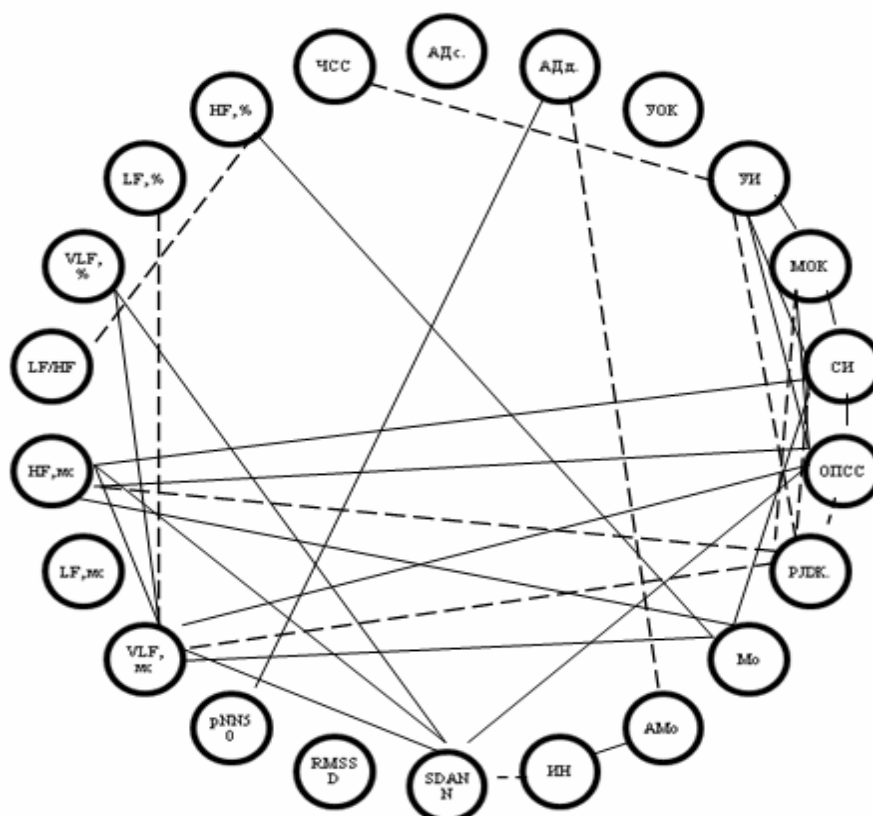


Рис. 2А

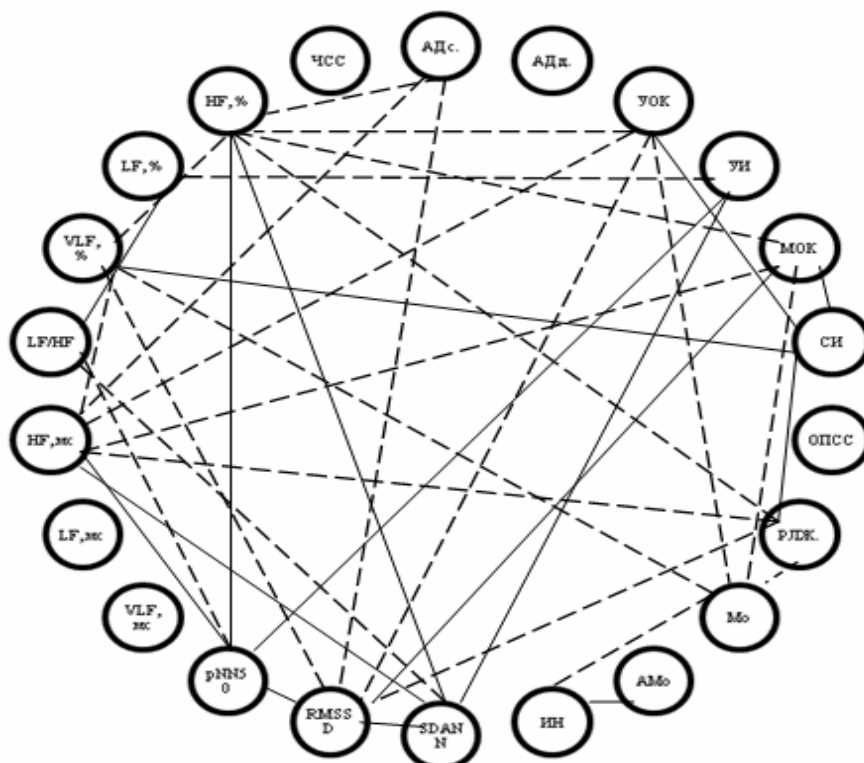


Рис. 2Б

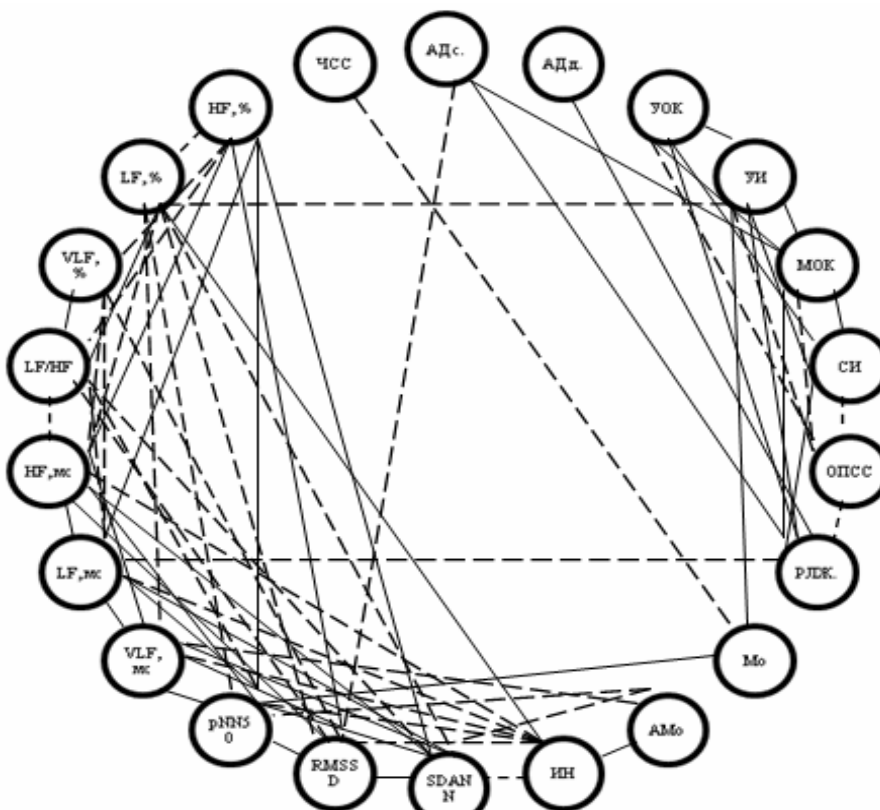


Рис. 2Б

Рис. 2 (А, Б, В). Статистически значимые корреляционные взаимосвязи показателей variability сердечного ритма и гемодинамики у спортсменов, представителей циклических видов спорта (А), в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы (Б), и нетренированных лиц (В) мужского пола юношеского возраста при выполнении дозированной физической нагрузки. Прямая линия – положительная взаимосвязь, пунктир – отрицательная взаимосвязь

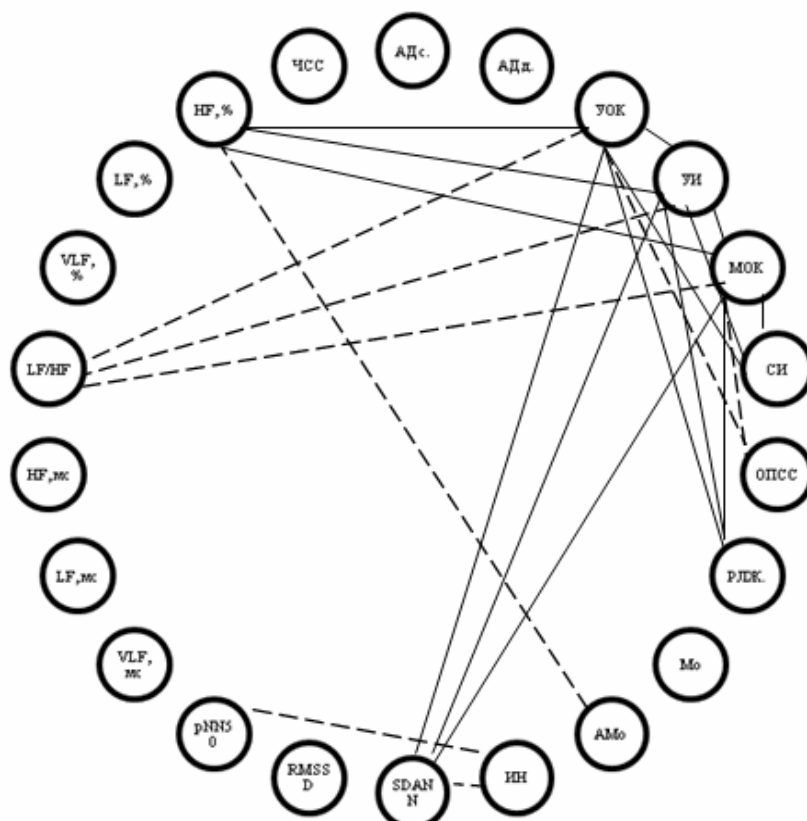


Рис. 3А

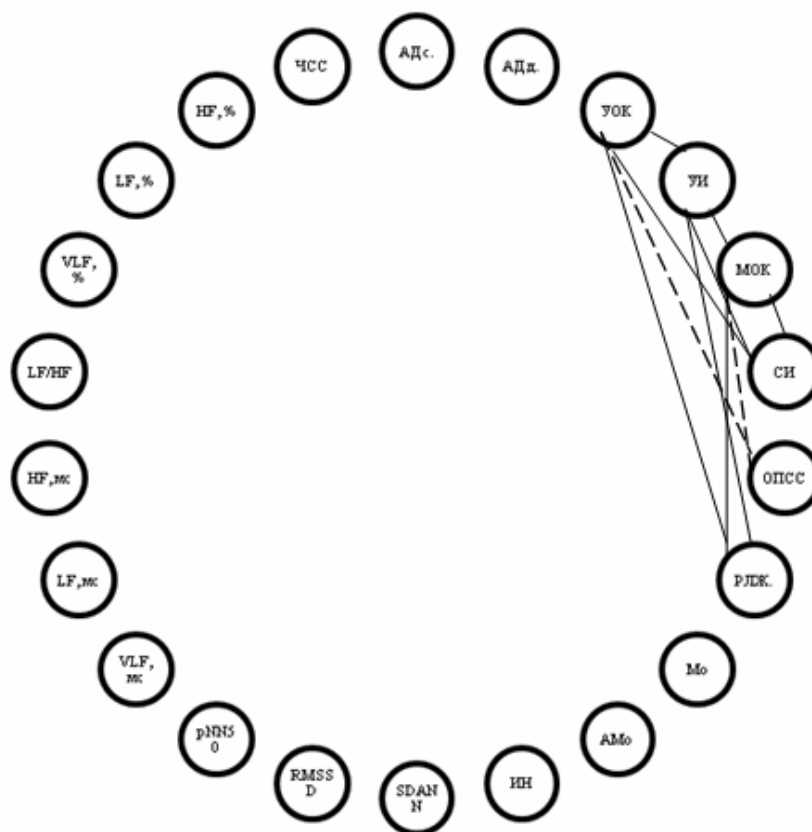


Рис. 3Б

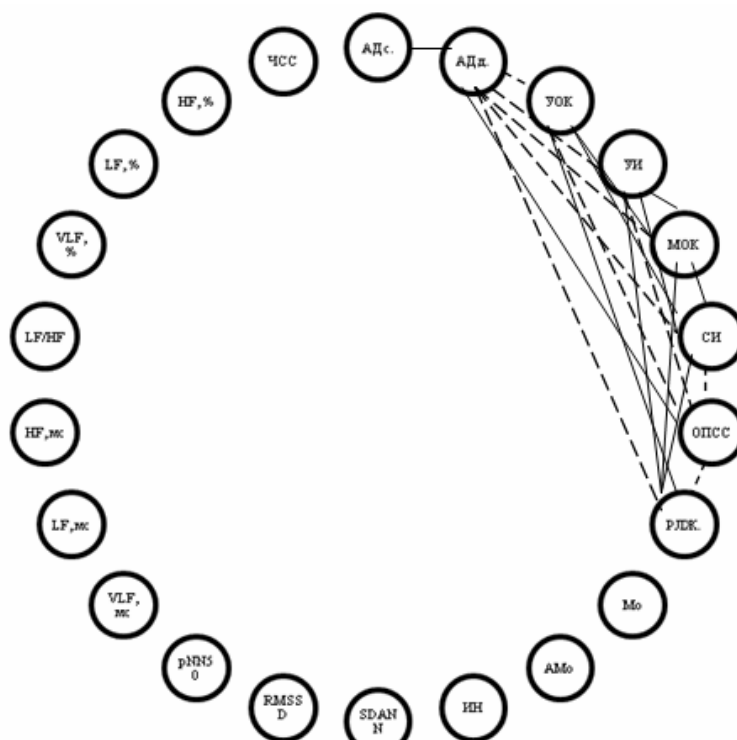


Рис. 3В

Рис. 3 (А, Б, В). Статистически значимые корреляционные взаимосвязи показателей variability сердечного ритма и гемодинамики у спортсменов, представителей циклических видов спорта (А), видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы (Б), и нетренированных лиц (В) мужского пола первого периода зрелого возраста при выполнении дозированной физической нагрузки. Прямая линия – положительная взаимосвязь, пунктир – отрицательная взаимосвязь

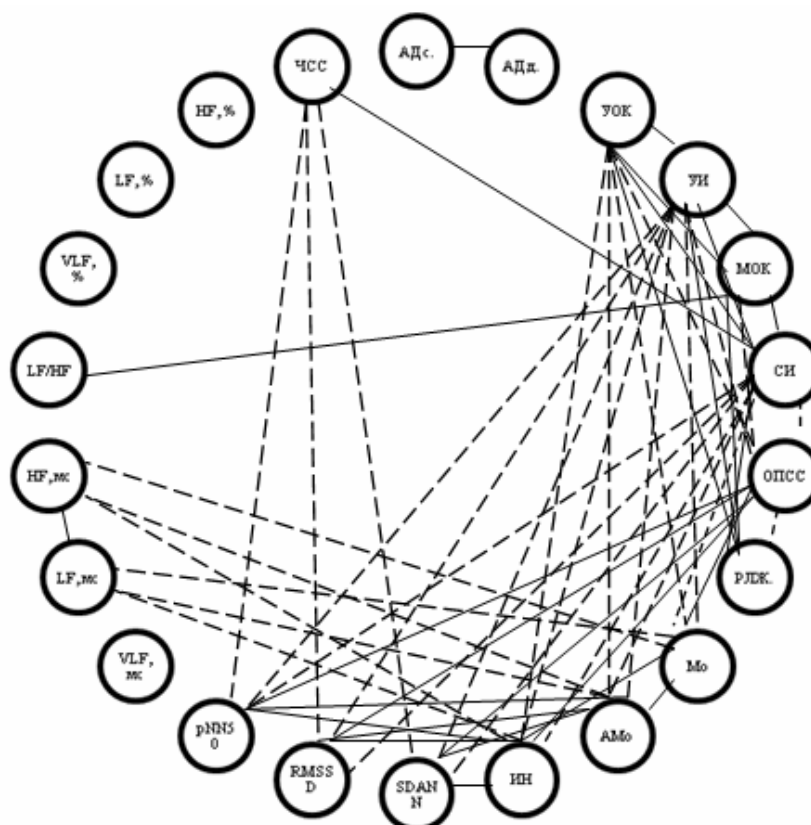


Рис. 4А

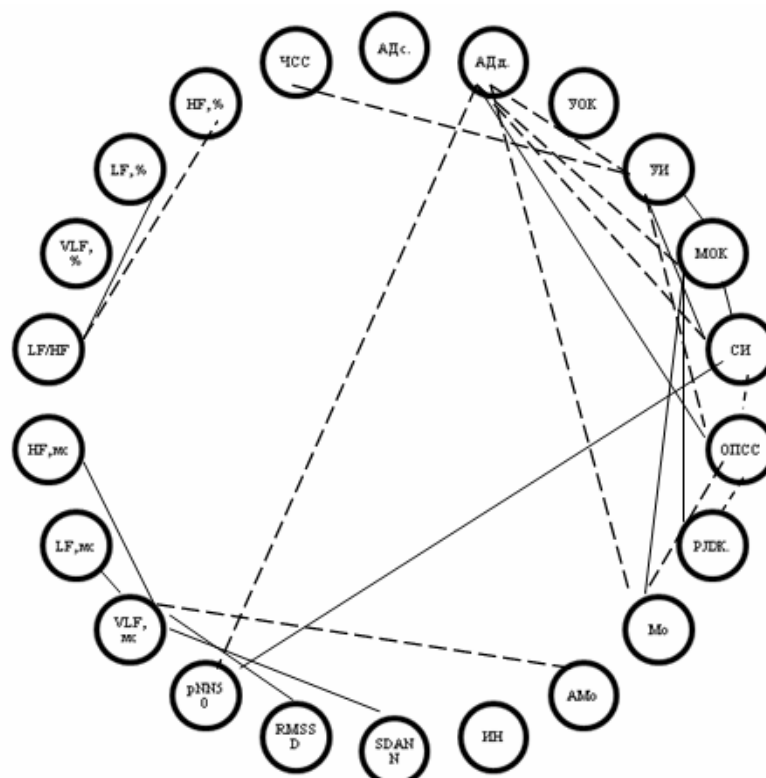


Рис. 4Б

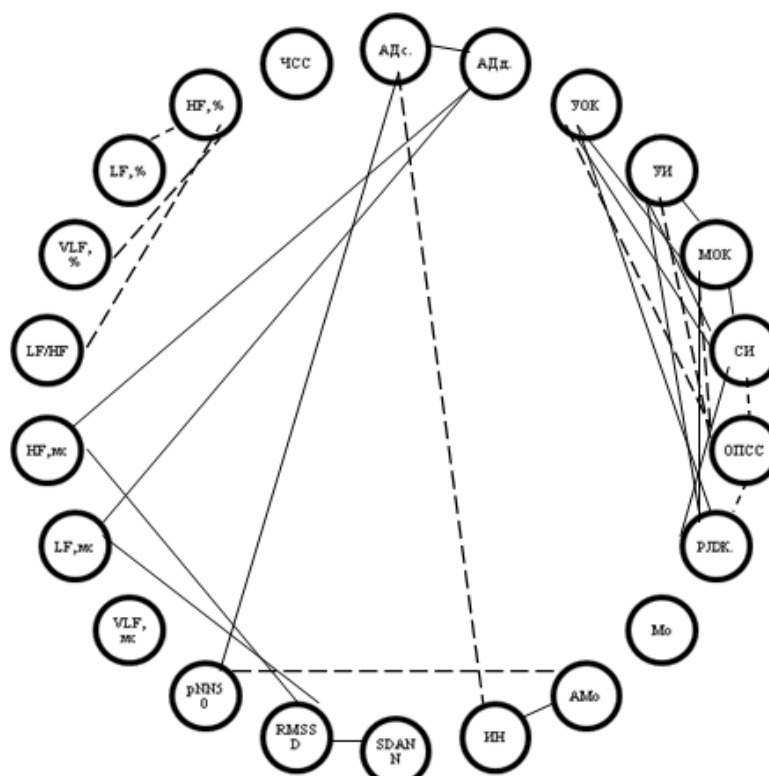


Рис. 4В

Рис. 4 (А, Б, В). Статистически значимые корреляционные взаимосвязи показателей variability сердечного ритма и гемодинамики у спортсменов, представителей циклических видов спорта (А), видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы (Б), и нетренированных лиц (В) мужского пола второго периода зрелого возраста при выполнении дозированной физической нагрузки. Прямая линия – положительная взаимосвязь, пунктир – отрицательная взаимосвязь

В группе 22-26 лет у представителей циклических видов спорта в состоянии покоя и при выполнении дозированной физической нагрузки выявлена тесная взаимосвязь гемодинамических параметров с показателями variability. Высокий уровень функциональных (гемодинамических) резервов ССС у лиц, тренирующих выносливость, способствует увеличению variability, улучшению функционального состояния за счет повышения уровня активности парасимпатической нервной системы [11]. У спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, 22-26 лет в состоянии покоя и при выполнении физической нагрузки выявлена тесная взаимосвязь гемодинамических показателей между собой. Отмеченная тенденция свидетельствует о влиянии продолжительной силовой тренировки на активное включение в организацию функций ССС механизма Франка-Старлинга. Аналогичная ситуация показана и в группе нетренированных лиц 22-26 летнего возраста. В условиях покоя у нетренированных лиц показатели ритма сердца коррелируют между собой, а показатель LF/HF зависит от изменения активности парасимпатического звена регуляции. В группе 40-46 лет у представителей циклических видов спорта в состоянии покоя зарегистрированы взаимосвязи показателей гемодинамики между собой. В условиях применения физических нагрузок выявлено 25 статистически значимых взаимосвязей между показателями ритма сердца и гемодинамики. Установлена взаимосвязь показателей LF/HF и МОК, что свидетельствует о тесной прямой зависимости вагосимпатического индекса с интенсивностью кровообращения у 40-46 летних спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие выносливости. В группе тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, 40-46 лет в состоянии покоя уровень гемодинамических параметров имел тесную зависимость от показателя мощности низкочастотного спектра.

В условиях применения физических нагрузок выявлена тесная зависимость гемодинамических параметров от показателей variability.

В группе нетренированных лиц в возрасте 40-46 в условиях покоя выражена зависимость ЧСС и мощности спектра очень низкой частоты, что является свидетельством увеличения с возрастом энергетических трат миокарда, его неэкономной работы. Также регистрируется зависимость гемодинамических параметров от показателя M_0 . В условиях применения физических нагрузок отмечена выраженная зависимость регуляторных механизмов со степенью расслабления миокарда.

Выводы

1. У спортсменов II периода зрелого возраста установлены изменения функций сердечно-сосудистой системы в сравнении со спортсменами юношами I периода зрелого возраста, что проявляется в снижении уровня регуляторных и кардио-гемодинамических механизмов в связи с возрастными и адаптационными процессами.

2. Выявленные функциональные изменения, характерные для всех спортсменов II периода зрелого возраста, выражаются в снижении variability ритма сердца, повышении вагосимпатического индекса, высокой степени инерционности внутриорганного регулирования сердечной мышцы. Аналогичные изменения характерны и для нетренированных лиц II периода зрелости.

3. Функциональные изменения, связанные со спецификой долговременной адаптации, у спортсменов II периода зрелого возраста проявляются в гиперкинетических реакциях на дозированную нагрузку со стороны артериального давления, неадекватном метаболическому запросу увеличению РЛЖ у спортсменов, тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, и в ареактивности сосудистого и кардиального компонентов у спортсменов циклических видов. У нетренированных лиц II периода зрелого возраста сосудистые реакции на стандартную нагрузку свя-

заны со снижением диастолического АД, а кардиальные ответы – с падением РЛЖ при увеличении интенсивности кровотока.

4. Во время выполнения дозированных физических нагрузок представителями циклических видов спорта II периода зрелого возраста показана прямая взаимосвязь показателя LF/HF и МОК, что свидетельствует о тесной прямой зависимости вагосимпатического индекса с интенсивностью кровообращения. В группе тренирующихся в видах спорта, направленных на преимущественное развитие силы, выявлена тесная зависимость гемодинамических параметров от показателей variability. У нетренированных лиц II периода зрелого возраста отмечена выраженная взаимосвязь механизмов вегетативной регуляции со степенью расслабления миокарда.

Примечания:

1. Березовский В.А. Реактивность, индивидуальность и конституция // Физиологический журнал. 1981. Т. XXVII, № 3. С. 332-338.
2. Анализ variability ритма сердца в клинической практике (возрастные аспекты) / О.В. Коркушко, А.В. Писарук, В.Б. Шатило [и др.]. Киев, 2002. 190 с.
3. Белозерова Л.М., Сиротин А.Б., Янеев А.И. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы и работоспособности спортсменов лыжников // Клиническая геронтология. 2000. № 5-6. С. 27-32.
4. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Сов. спорт, 2005. 312 с.
5. Variability of a heart rate of people with heightened mode of physical activity and athletes / A.D. Vikulov, A.D. Nemirov, E.L. Larionova, A.Yu. Shevchenko // Human Physiology. 2005. Vol. 31, No. 6. С. 54-59.
6. Иванова Н.В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в соревновательном периоде подготовки // Вестник спортивной науки. 2011. № 1. С. 64-68.
7. Кудря О.Н., Белова Л.Е., Капилевич Л.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 356. С. 162-166.
8. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. Киев: Здоровья, 1990. 200 с.
9. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. Киев: Здоровья, 1988. 216 с.
10. Галибов А.Х., Дальский Д.Д., Науменко Э.В. Функциональные возможности сердечно-сосудистой системы ветеранов спорта в зависимости от состояния тренированности // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 3. С. 74-76.
11. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. Л.: Медицина, 1989. 364 с.
12. Писарук А.В. Variability ритма сердца при старении // Матеріали I Української науково-практичної конференції «Порушення ритму серця – вікові аспекти» (19-20 жовтня

References:

1. Berezovskiy V.A. Reactivity, individuality and constitution // Physiological Journal. 1981. Vol. XXVII, No. 3. P. 332-338.
2. The analysis of variability of a heart rate in clinical practice (age aspects) / O.V. Korkushko, A.V. Pisaruk, V.B. Shatilo [etc.]. Kiev, 2002. 190 pp.
3. Belozerova L.M., Sirotin A.B., Yaneev A.I. Age features of cardiovascular system and efficiency of of skiers // Clinical Gerontology. 2000. No. 5-6. P. 27-32.
4. Belotserkovskiy Z.B. Ergometric and cardiological criteria of physical efficiency of athletes. M.: Sov. sports, 2005. 312 pp.
5. Variability of a heart rate of people with heightened mode of physical activity and athletes / A.D. Vikulov, A.D. Nemirov, E.L. Larionova, A.Yu. Shevchenko // Human Physiology. 2005. Vol. 31, No. 6. P. 54-59.
6. Ivanova N.V. Assessment of a functional state of cardiorespiratory system of athletes with various specifics of muscular activity in the competitive period of training // Bulletin of Sports Science. 2011. No. 1. P. 64-68.
7. Kudrya O.N., Belova L.E., Kapilevich L.V. Adaptation of cardiovascular system of athletes to loadings of different orientation // Bulletin of Tomsk State University. 2012. No. 356. P. 162-166.
8. Mishchenko V.S. Functional capabilities of athletes. Kiev: Zdorovya, 1990. 200 pp.
9. Platonov V.N. Adaptation in sports. Kiev: Zdorovya, 1988. 216 pp.
10. Talibov A.Kh., Dalskiy D.D., Naumenko E.V. Functional capabilities of cardiovascular system of sports veterans depending on the state of fitness // Bulletin of New Medical technologies. 2013. No. 3. P. 74-76.
11. Dembo A.G., Zemtsovskiy E.V. Sports cardiology. L.: Medicine, 1989. 364 pp.
12. Pisaruk A.V. Variability of a heart rate while aging // Матеріали I Української науково-практичної конференції «Порушення ритму серця – вікові аспекти» (19-20 жовтня 2000 р.,

- 2000 р., Київ). К.: Інститут геронтології, 2000. С. 176-182.
13. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984. С. 62-76.
14. Похачевский А.Л. Оценка функционального состояния по кардиоритмограмме при велоэргометрии // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 6. С. 117-119.
15. Давиденко Д.М., Філіппов М.М. Метод оцінювання показників, що характеризують можливості організму спортсменів, за аналізом залежності; потужність механічної роботи – зміна фізіологічного параметру // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2011. № 20 (1). С. 25-29.
- Київ). К.: Інститут геронтології, 2000. Р. 176-182.
13. Bayevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. Mathematical analysis of changes of a heart rate under stress. M., 1984. P.62-76.
14. Pokhachevskiy A.L. Assessment of a functional state according to cardiorythmogramme during veloergometry // Human Physiology. 2007. Vol. 33, No. 6. P. 117-119.
15. Давиденко Д.М., Філіппов М.М. Метод оцінювання показників, що характеризують можливості організму спортсменів, за аналізом залежності; потужність механічної роботи – зміна фізіологічного параметру // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2011. No. 20 (1). P. 25-29.